

КЛАССИЧЕСКИЙ УЧЕБНИК МГУ

В. С. Фридман



*Г*ЛОБАЛЬНЫЙ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС

По материалам курса лекций

ОХРАНА ПРИРОДЫ:

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ИМИТАЦИОННЫЕ
МОДЕЛИ, СОЦИАЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ**



URSS



URSS

ozon.ru

Оглавление¹

Введение	6
Благодарности.....	16
Вместо аннотации	17
 <i>Лекция 1</i>	
Охрана природы, её цели, задачи, проблемы, основные концепции	36
1. Проблема (Необходимость охраны природы)	36
2. Глобальный экологический кризис: признаки и формы проявления	57
3. Пределы роста и выход за пределы	85
4. Что мы теряем в экологическом кризисе? «Экосистемные услуги»	108
5. Подрыв сукцессионных систем и пределы преобразованности территории	114
6. Экологически устойчивое развитие – определение и проблемы достижения	129
7. Задачи охраны природы как научной дисциплины	135
8. Общественные группы и социальные позиции, дружественные и враждебные охране природы	158
9. Природопользование как генератор мозаики нарушений, требующих ограничения и репарации	174

¹ Общее оглавление всей серии публикаций дано в конце, здесь показана рубрикация части 1.

Лекция 2

Мировая динамика и устойчивое развитие..... 191

1. «Пределы роста» и рождение «устойчивого развития» 191
2. Смысл «устойчивого развития» 192
3. Сценарии модели и их соответствие реальной динамике 195
4. «Экологический след» и его использование в модели 199
5. Условия экологической устойчивости 201
6. Капитализм как источник экологического кризиса 203
7. Социально-экономические механизмы, определяющие
негативную динамику системы 205
8. Обманутые надежды 206
9. «Неспособность справиться» с кризисом в современном мире..... 208
10. Политические аспекты экологического кризиса 223
11. Пределы реального мира, их отражение в модели 234
12. Земля 235
13. Этапы «зелёной революции» 242
14. Рыночные перекосы потребления как причина дефицита
продовольствия 247
15. Пресная вода 250
16. Деградация дикой природы 255
17. Как экологическая нагрузка связана с качеством жизни
и разным общественным строем? 266
18. Достоинства метода моделирования 269
19. Параллель с логистической моделью роста популяции 274
20. Структура модели: регулирующие контуры обратных связей 285
21. Обратные связи в системе и устойчивость движения по
избранной траектории..... 305
22. Запаздывание сигналов в системе 309
23. Искажение сигналов в системе: смещённость оценок рынка
и контрпродуктивность технологического ответа на них 316

24. Механизмы экологического кризиса и коллапса: проксимальные и ультимативные.....	337
25. Минусы модели и их преодоление	351
26. Выводы.....	353
27. Исторический контекст модели пределов роста	355

Лекция 3

Локальный экологический кризис: варианты и возможности выхода	361
1. Природно-ресурсные циклы и их эволюция	361
2. Историческое развитие прогресса природопользования: рост общего выхода при снижении эффективности	366
3. «Влезание» в кризис: причины и внешние обстоятельства	376
4. Экологический кризис: варианты и возможности выхода	380

Заключение

Преимущества плановой экономики и общественной собственности в охране природы	408
Резюме.....	437
Лекции, вошедшие в следующую книгу:	439
Summary	440
Table of contents.....	442

Введение

Книга написана на основе лекций по одноимённому предмету, читаемых автором первому курсу биологического факультета МГУ с 2006 года, однако не сводится к ним. Непосредственно на занятиях всё не расскажешь, здесь максимум возможного – помочь каждому понять собственный интерес к каким-то аспектам предмета и снабдить всех своего рода опорным конспектом, по которому студенты уже углубляются сами. Для этого был создан сайт лекционного курса <http://natureschutz.livejournal.com/>, задачи которого:

- дать представление о современном уровне знаний по охране природы;
- показать возможности фундаментальных исследований в рамках охраны природы, их сложность, красоту и интеллектуальную привлекательность² (а не только насущность);
- регулярно рассказывать о работах «переднего края науки» в нашей области;

² Она вытекает из того факта, что самые разные виды экологического ущерба – вымирание видов, разрушение природных сообществ, проблемы здоровья горожан – есть следствия действия скрытых и неочевидных опасностей, о которых не сразу догадаешься. Таким, например, как вымирание аборигенных бесхвостых амфибий Центральной и Южной Америки вследствие заражения грибом, завезённым благодаря деятельности фирм, экспортировавших экзотических лягушек из Африки для домашнего содержания, или (другая гипотеза) из-за распространения тестов на беременность. См. *Александр Марков*. Найден главный виновник массового вымирания амфибий, <http://elementy.ru/news/430068>; *Julia Whitty*. World's Grooviest Endangered Frog Bred in Captivity for First Time// Mother Jones. 22.03.2013.

А когда фактор риска таки будет нащупан, уже может быть упущено время и вид вымрет, как крупная и красивая голубянка-арион в Англии. Другой пример: лишь сейчас стало ясно, что загрязнение спорами аспергиллума почв в трансформированных ландшафтах – важный лимитирующий фактор для аборигенных видов птиц Новой Зеландии, обязательный для учёта в природоохранных реинтродукциях исчезающих местных видов. См. <http://ivanov-petrov.livejournal.com/1519005.html>; <http://wolf-kitses.livejournal.com/371618.html>

Рождающие их причинно-следственные связи сложно – и поэтому интересно – расшифровывать, ведь чтобы сделать всё верно и вовремя, требуется красивая и филигранная работа. Тем более, здесь проницательность исследователей и скорости расшифровки делаются буквально вопросом жизни и смерти. Отдельных биологических видов или множества людей – скажем, в районах города, где утрата озеленения формирует «остров жары». См. <http://natureschutz.livejournal.com/24602.html>

– облегчить усвоение основного материала, особенно тем, кто не был на лекциях. Всегда есть студенты, пропускающие занятия, им тоже нужны знания по предмету;

– рассказать о возможностях работы в области охраны окружающей среды с учётом профессиональной специализации и общественных интересов студентов.

Данная книга – своего рода компромисс между минимумом и максимумом материала. Первый – это общее знание природоохранных проблем современности – о причинах глобального экологического кризиса, его симптоматике, течении и возможностях выхода из него через устойчивое развитие. Второй – знания конкретные и узкоспециальные по каждой отдельной проблеме, и лучше всего «доведённые» до умений и навыков. Последние слишком разнообразны по

– областям: зоология, ботаника, технология, демография, социальная психология, политология, социология, экономика;

– сферам деятельности, необходимым их для разрешения: научные исследования, технические разработки, образование, социальная работа, общественная деятельность, политика;

– пространственным и временным масштабам происходящего: от одной местности здесь и сейчас до всего человечества в прошлые 100 и ближайшие 40-50 лет.

Поэтому на рассказ обо всей относящейся к делу эмпирии не хватит и сотни энциклопедий.

Тем более что охрана природы в отличие от более фундаментальных дисциплин, вроде орнитологии, этологии, поведенческой экологии – не только наука, но и практическое искусство. При, в общем, сопоставимых знаниях и опыте, действуя на основе одних и тех же концепций, одни природоохранники достигают цели, другие – никак нет (или достигают с такими последствиями, что «лекарство хуже болезни»). Или однотипные действия эффективны в одних социальных обстоятельствах и контрпродуктивны в других. Поэтому надо рассказывать о сумме практик природоохранной работы, накопившейся за её историю, успешных и нет³,

³ В в англоязычной литературе *bad stories* и *success stories*. Этот подход удобно распространить на историю охраны природы, анализ того, «почему одни общества [в условиях экологического кризиса] выживают, а другие вымирают», как это сделал Джаред Даймонд (Коллапс. Почему одни общества выживают, а другие вымирают. М.: АСТ, 2008. 720 с.). См. рассказанные им истории успешного преодоления кризиса и достижения экологической устойчивости *задолго до современности*, в традиционном обществе на о.Тикопия, в Новой Гвинее, в Японии времён сёгуна. Там не было современного научного знания, только практика – из которой тем не менее люди а) смогли сделать контринтуитивные выводы и б) смогли убедить сограждан/соплеменников, что им надо следовать, несмотря на противоречие с прошлой традицией. К сожалению, так получается не всегда. См. <http://wolf-kitses.livejournal.com/301485.html>; <http://wolf-kitses.livejournal.com/296227.html>; <http://naturschutz.livejournal.com/85965.html>

чтобы каждый, желающий действовать в этой области, соотнёс общие знания с личными интересами, силами и, главное, общественными и политическими возможностями. Последние резко разнятся даже у людей равного статуса⁴.

Необходимость учёта двух этих задач требует уходить от обычного представления материала в учебниках и учебных пособиях. Авторы там идут «от наблюдений к теориям», отбирают данные для рассмотрения, обобщают и делают выводы на основе своей концепции, из которой исходят по умолчанию.

Беда даже не в том, что другие концепции не рассматриваются – критика конкурирующих объяснений (хотя и не всех) обычно присутствует и достаточна, чтобы понять, что последние собой представляют; или обнаружить те случаи, когда они состоятельней схемы автора. Главная беда – в том, что «факты» существуют лишь в свете определённой теории и следующих из неё методов их «добычи», отделения от эпифеноменов и «фона». Если бы учёные были идеальными логическими машинами, они лучше всего запоминали бы сильнейшие аргументы и самые достоверные факты «вообще», независимо от того, относятся они к «их» теории или нет. Или если бы приращение научного знания шло «по Попперу», то исследователи лучше помнили бы самые сильные доводы «против» своих теорий и «за» конкурирующие объяснения.

В реальности всё прямо наоборот – исследователи, также как «обычные люди», лучше всего помнят сильные доводы «за» собственную теорию (или против «чужой») и самые слабые «за» её конкурентов, а «против» своей вообще опускают. То и другое легко объяснимо исходя из теории когнитивного диссонанса Леона Фестингера⁵.

Глупый аргумент (и сомнительный факт) в пользу собственной позиции вызывает некоторый диссонанс⁶, ибо заставил сомневаться в ней или во мнении, с которым согласен. Такой же диссонанс создаёт умный аргумент в пользу противоположной позиции, ибо увеличивает уверенность в том, что последняя ближе к истине, чем твоё объяснение, что всегда неприятно и больно. Поэтому «средний человек» старается от диссонанса избавиться: не думать об этих доводах, забыть их или исказить, чтобы для него (и его референтной группы) они выглядели глупо или подло. То же относится к впечатлениям от жизни, от общения с другими людьми и т.п.

⁴ О чём см. *Гладуэлл М.*, 2000. Переломный момент. Как незначительные изменения приводят к глобальным переменам. М.: Вильямс. 400 с.

⁵ См. «Почему я не верю «случаям из жизни» (в том числе и своим собственным)?», <http://wolf-kitses.livejournal.com/132442.html>

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_dissonance

*Пример*⁷. Ещё накануне повсеместного распространения десегрегации, Эдвард Джонс и Рика Колер (1959) провели простой эксперимент в одном из городов юга США. Они выбрали людей, придерживающихся чёткой позиции в вопросе расовой сегрегации – некоторые из участников были «за», некоторые «против», некоторые нейтральны или безразличны. Затем исследователи представляли испытуемым разные аргументы за или против каждой точки зрения: некоторые из них были умные – правдоподобные, другие – откровенно глупые. Вопрос в том, какие аргументы лучше всего запомнились участникам эксперимента (понятно, что всякие «случаи из жизни» интерпретируются как аргумент «за» или «против» определённой концепции, из них делается теоретический вывод, по которому в случае надобности реконструируется и сам случай)?

Предположим, испытуемые в опытах Джонса и Колера вели бы себя рационально (то есть пытались узнать, полезна ли сегрегация «на самом деле»). Тогда следовало ожидать, что они лучше всего запомнят самые правдоподобные аргументы как «за», так и «против» расовой сегрегации и меньше всего обратят внимание на невероятные и глупые доводы, независимо от того, в пользу какой они точки зрения высказаны. Кроме того, зачем запоминать нелепые доводы? Вроде бы наше сознание должно служить инструментом «очистки опыта», отделяющим верные и разумные элементы опыта от ложных или сомнительных, а память – фиксировать очищенное.

На деле происходило нечто противоположное. Воспоминания участников опыта не отличались ни рациональностью, ни функциональностью. Испытуемые помнили *самые правдоподобные доводы в защиту собственной позиции, и самые неправдоподобные – в защиту противоположной*. См. табл. 1.

Таблица 1

Доводы	Сторонники сегрегации	Нейтральные	Противники сегрегации
Правдоподобные «за» сегрегацию	38	24	15
Неправдоподобные «за»	20	33	39
Правдоподобные «против»	13	27	39
Неправдоподобные «против»	36	28	3

Обозначения. Цифры в таблице – среднее число единиц для запоминания.

Источник: Jones E.E., Kohler R., 1959. The effects of plausibility on the learning of controversial statements// Journal of Abnormal and Social Psychology. V. 57. P. 311–320.

Дальнейшие исследования памяти дали аналогичные результаты, независимо от того, какие темы затрагиваются – удерживает ли смертная казнь от совершения убийств, есть ли риск заражения СПИДом в гетеросексуальном контакте и пр. Везде «средний человек» искажал информацию так, чтобы она соответствовала его предубеждениям, и

⁷ Подразделы «Пример» и «Уточнение деталей» – для читателя недоверчивого и критически настроенного. Они дают дополнительную фактическую и иную аргументацию для развития тезиса в предыдущих абзацах и, в принципе, могут быть пропущены без ущерба для понимания выводов из представленного материала.

происходило это через апелляцию к «я помню»⁸. По этой причине впечатления очевидцев в суде проверяются перекрёстным допросом, чтобы очиститься от неточностей, фантазии и предубеждений.

Уточнение деталей. Как пишет один из ведущих приматологов Франс де Ваал в книге «Истоки морали. В поисках человеческого у приматов» (М.: Альпина Нон-Фикшн, 2014. С. 145-146):

«...учёные тоже люди, а людям свойственны качества, которые психологи называют «предвзятостью подтверждения» (*confirmation biases*; Мы обожаем доказательства, подтверждающие наши собственные взгляды) и «предвзятостью несоответствия» (*disconfirmation biases*; мы отбрасываем доказательства, которые могут поколебать наше мнение)⁹. Тот факт, что учёные систематически противятся новым открытиям, ещё в 1961 г. был описан на страницах журнала *Science*¹⁰, редакция которого добавила к названию статьи озорной подзаголовок: «Происхождение этого сопротивления ещё предстоит изучить по религиозным и идеологическим источникам».

В качестве аналогии можно назвать пример с искажением вкуса. Человек так хорошо помнит пищу, которой однажды отравился, что начинает давиться при одной мысли о ней. Подобная реакция очень полезна для выживания, но нарушает догмы бихевиоризма. Бихевиоризм, основанный Б. Скиннером, утверждает, что всякое поведение формируется под воздействием системы поощрений и наказаний, которые работают тем лучше, чем меньше интервал между действием и его последствиями. Так что, когда американский психолог Джон Гарсия сообщил, что крысы отказываются есть отравленную пищу уже после одного-единственного случая отравления, хотя тошнота наступает лишь через несколько часов, ему никто не поверил. Ведущие учёные позаботились о том, чтобы его статья не попала ни в один из основных научных журналов. Автор получал отказ за отказом, и самым позорным из них стало письмо, в котором говорилось, что описываемые им события не более вероятны, чем обнаружение птичьего помёта в часах с кукушкой. Сегодня «эффект Гарсия» признан всеми, но первая реакция на него хорошо показывает, как сильно учёные ненавидят неожиданности.

У меня в жизни тоже был аналогичный случай. Произошло это в середине 1970-х, и речь шла о том, что шимпанзе после драки, мирясь, целуют и обнимают своих противников. На сегодняшний день стратегии примирения наблюдаются у многих приматов, но тогда одной из моих студенток потребовалось защищать результаты этого исследования перед комиссией психологов, и чего она только не наслушалась. Мы наивно полагали, что эти психологи, прежде работавшие только с крысами, не могут основательно рассуждать о приматах, однако учёные твёрдо стояли на своём и утверждали, что примирение у животных невозможно. Это противоречило их взглядам, ведь зоопсихология [тогда] полностью исключала из рассмотрения эмоции, социальные отношения и вообще всё, что делает

⁸ См. Аронсон Э., 1998. Общественное животное. Введение в социальную психологию (М.: Аспект Пресс. 520 с.) и обзор материалов про ложные воспоминания, <http://wolf-kitses.livejournal.com/393535.html>

Исключения здесь — люди, работающие над собой, строящие своё мировоззрение сознательно, в рамках чего они избавляются от предрассудков, которые у «людей массовых» взращиваются непроизвольно средой. Или если — в силу идеологической важности — культивируют какие-либо из них, то не смешивают с другими.

⁹ В русской психологической литературе, похоже, нет точных аналогов для этих терминов. Существует предложение объединить термином «предвзятость подтверждения» оба смысла: и охотное принятие аргументов, подтверждающих желание субъекта, и отрицание аргументов, способных подорвать сложившееся мнение

¹⁰ Barber B., 1961. Resistance by scientists to scientific discovery// *Science*. V. 134. P. 596–602.

животных интересными. Я попытался переубедить их, пригласив в зоопарк, где работал; там они могли бы увидеть своими глазами, что делают шимпанзе после драки. Однако на это предложение последовал поразительный ответ: «Какой смысл смотреть на реальных животных? Нам проще оставаться объективными без этого постороннего влияния».

Иными словами, у человека всегда в голове есть идеи, «как мир устроен»; когда он сталкивается с новыми событиями или идеями, в первую очередь интересуется не тем, «как на самом деле», но пробует избежать диссонанса. Люди, старающиеся это сделать и сохранить самоуважение, настолько поглощены тем, чтобы убеждаться в собственной правоте снова и снова, что ведут себя иррационально и неадекватно, в первую очередь из-за автоматического искажения памяти о внешних событиях в сторону подтверждения своих представлений.

Поэтому исследователи, будучи живыми существами, а не логическими машинами, склонны некритически воспринимать информацию, соответствующую их концепции¹¹, но гиперкритически – информацию, входящую с нею в клинч. Эта картина не меняется, даже когда первая явно недостоверна, а вторая – наоборот. По той же причине самые недостоверные из воспоминаний – автобиографические; люди нечувствительно для себя переписывают «случившееся тогда» под идеологию текущего момента¹².

Известный биохимик Альберт Сент-Дьерди отмечал, что наш мозг приспособлен для выживания, а не познания истины, почему склонен принимать за неё то, что является просто преимуществом. Накопление знания ведёт к последовательному движению «от преимущества к истине», а не, скажем, к новым полезным фикциям, потому, что наука коллективистична по своему методу, а не только по форме организации.

Исходя из этого, социолог науки Р. Мертон сформулировал её официальные нормы: «универсализм», «коммунизм», «организованный скептицизм» и «незаинтересованность». «Коммунизм» значит здесь коллективность в производстве знания и, главное, равенство во внутринаучной коммуникации. Как в рулетке не увеличивается шанс в следующий раз остановиться на красном, если она до этого 17 раз останавливалась на чёрном, так при обсуждении каждого следующего

¹¹ А тем более соответствующую идеологии (или, мягче, философской базе), лежащей в подоснове используемой концепции. Поэтому они предпочитают цитировать сомнительные, но положительные результаты предшественников, и игнорировать «честные отрицательные» (или, что ещё хуже, избегают публиковать их). Оба эффекта усиливаются ростом конкурентности в науке и экспансией оценивания учёных по «грантам-импактам-индексам цитирования». См. *Кирилл Стасевич*. Желание обмануться, или как учёные цитируют друг друга, <http://compulenta.computerra.ru/archive/problems/613868/>; Что делать с научным враньём, <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/meditsina/10003585/>

¹² См. также «Вера и неверие на сломе эпох», <http://www.socialcompas.com/2014/02/09/vera-i-neverie-na-slome-e-poh/>

научного результата или теории правота зависит лишь от качества аргументации, представленной именно по этому поводу, не от большей или меньшей успешности (цитируемости, влиятельности) прошлых исследований.

Хотя эмпирические данные или идеи «производятся» отдельными исследователями, свой окончательный вид они получают лишь после обсуждения в сообществе, когда комментарии, критика или поддержка коллег существенно меняют их содержание, область определения или область значений. Даже данные; ибо только подобное обсуждение позволяет понять, что именно «увидели». Лишь после раундов комментирования и критики «добытое» и «произведённое» (непосредственные данные, эмпирические зависимости, модели и пр. теоретические конструкции) становятся *знанием*. До этого они были *мнением*, более или менее обоснованным.

Следовательно, только научный метод превращает столкновение идей во благо – рост научного знания: однако это «делает» сообщество в целом, а не отдельные учёные. Комментирование и критика идей (результатов) друг друга отбрасывает теории вовсе негодные, а самые годные развивает до максимальной совместности с новыми фактами. Соответственно, научное знание, как его преподносят в учебниках – продукт коллективного труда сообщества, не гения отдельных лиц, пусть даже «лучших» на сегодня по наукометрическим и иным показателям¹³.

Ввиду вышесказанного мы материал излагаем иначе. После обсуждения разных теоретических конструкций, объяснительных схем и моделей (обычно взаимно-дополнительных, иногда смежных, часто конкурирующих друг с другом) описаны множества фактов, поддерживающих и/или опровергающих их (выступающих фальсификаторами). Благодаря этому читатель может сам, без направляющего влияния автора, сравнить мощностъ соответствующих множеств, сравнить с внутренней красотой и внешней валидностью разных теорий и сделать собственный выбор. Такой путь был заимствован из отличного учебника Г.С.Розенберга, Дж.П.Мозгового и Д.Б.Гелашвили «Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии» (Самара, 1999. 400 с.). Это первый (увы, единственный известный мне) пример изложения «от теоретических конструкций – к фактической базе», представляющийся наиболее продуктивным. Надеюсь, что второй будет не хуже.

Важный плюс такого подхода (и минус традиционного) состоит в следующем. Приверженность автора к одной из теорий, также как

¹³ См. «Негативные стороны конкурентной организации науки: психобиологический анализ», <http://www.socialcompas.com/2014/09/16/negativny-e-storony-konkurentnoj-organizatsii-nauki-psihobiologicheskij-analiz/>

отторжение другой (-их) неустранимы в принципе, об этом надо честно сказать, а не играть в объективность. Когда изложение начинаешь с теорий, сравнивая *полное* разнообразие их с эмпирией, поддерживающей или опровергающей каждую из них, легче сохранить объективность и не стигматизировать «чужое» необсуждением. Когда излагаешь «от фактов», в их обсуждении теория неизменно присутствует за кулисами, ибо лишь в её рамках нечто есть «факт», рассматриваемый отдельно, а не часть фона, и выделим он лишь её методами. Поэтому в подобном разборе оказываются лишь факты, «удобные» для теории автора, а отнюдь не все относящиеся к делу.

Во-вторых, вышеизложенный плюрализм теоретических конструкций как инструментов анализа реальности имеет понятные познавательные преимущества. См. знаменитый диалог из «Имени розы» Эко:

«– Значит, при решении вопросов вы не приходите к единственному верному ответу?»

– Адсон, – сказал Вильгельм, – если бы я к нему приходил, я давно бы уже преподавал богословие в Париже.

– В Париже всегда находят правильный ответ?

– Никогда, – сказал Вильгельм. – Но крепко держатся за свои ошибки.

– А вы, – настаивал я с юношеским упрямством, – разве не совершаете ошибок?

– Сплошь и рядом, – отвечал он. – Однако стараюсь, чтоб их было сразу несколько, иначе становишься рабом одной-единственной».

Поэтому плюрализм рабочих гипотез исключительно важен при отборе наилучших теорий, объясняющих наблюдаемое поведение сложных систем¹⁴. Во-первых, он позволяет справиться с обычной для них контринтуитивностью и нелинейным характером роста/развития, обманывающими впечатление наблюдателя «на раз» (даже эксперта¹⁵). Во-вторых, держа в голове два или более конкурирующих объяснений, мы имеем несколько независимых критериев оценки для проверки «на вшивость» нашего общего построения «что происходит».

Как известно, наилучшая теория суть более перспективная для теоретического развития на длинных временных интервалах, пусть даже сперва обладающая меньшими предикторными возможностями сравнительно с прочими. Согласно эволюционной эпистемологии, это минимизирует риск вытеснения данной теории её конкурентами (за которым идёт радикальное преобразование всех исследовательских

¹⁴ Понимание этого – одна из немногих реальных заслуг постмодернизма как (философского направления, не художественного течения и стиля жизни) перед наукой. И перед людьми — следующие этим правилам неизменно устойчивей к пропаганде.

¹⁵ См. Дёрнер Д., 1998. Логика неудачи. М.: изд-во «Смысл». С. 131–134

практик данной дисциплины – то, что Кун называл «научной революцией»). Для этого объяснение, из которого вырастает теория, с самого начала должно лучше удовлетворять *разнородным* категориям фактов, чем конкурирующие (обычно «более однобокие», с большей объяснительной силой для *одной* какой-нибудь группы фактов).

Поэтому объяснение, условно говоря, по 10% дисперсии в каждой из качественно различных групп наблюдений, вероятней разовьётся в хорошую теорию, чем объяснение 50% лишь для одной, с отведением необходимости объяснять прочие соображениями *ad hoc*.

Таким образом, выбор наиболее подходящего объяснения для исследуемой реальности подобен складыванию головоломки из кусочков, исходно разрозненных и «запрятанных кто куда»: надо задействовать их все, вопреки «любви» к первоначальным теориям, побуждающей «прятать подальше» неудобные «кусочки». Придя к некоторой первичной ясности, «что происходит», мы дальше используем её как праймер для «наращивания состоятельности» *обоих конкурирующих* построений, развивая их в соответствии с внутренней логикой каждого.

Далее цикл, совершенствующий каждое из них, повторяется и т.д. Так постепенными итерациями, «лесенкой», наша интерпретация «что происходит» делается всё точнее, и в смысле описания, и в смысле прогнозов. В том же самом процессе развития разница в состоятельности конкурирующих объяснений а) постепенно обнаруживается и б) усиливается новыми наблюдениями до уровня, позволяющего выбрать наилучшее¹⁶.

Другой важный момент при подобном анализе для предотвращения *wishful thinking* – начинать приложение объяснительных схем к фактам опыта надо не со «своих» и любимых, а с конкурирующих. См. ещё Эко: «Невозможно влюбиться вдруг. А в периоды, когда влюбление назревает, нужно очень внимательно глядеть под ноги, куда ступаешь, чтобы не влюбиться в совсем уж не то» («Маятник Фуко»).

Поэтому по каждому из аспектов глобального экокрисиса (и одновременно проблеме мировой динамики, числом 12, см. список лекций) последовательно излагали теоретические конструкции разного

¹⁶ Скажем, так выясняется, «кто убил?» в детективе (в том же «Имени розы»). Или направленное прояснение обстоятельств климатических изменений последних 150 лет, как и более раннего периода, выполненное исходя из очень разных теорий, постепенно привело к ситуации, позволяющей

а) однозначно предпочесть одно из объяснений всем прочим,

б) согласовать с ним оставшиеся – где и когда они применимы, а постулируемые в них причины действенны, при условии повсюдной действенности выбора а). См. подробнее Фридман М.В., Фридман В.С., 2013. Логика для биологов. Изд. 2е, дополн. М.: URSS. С. 46–47; Изменения климата: факты, модели и механизмы, <http://www.socialcompas.com/2013/11/20/izmeneniya-klimate-fakty-modeli-i-mehanizmy/>

уровня, важные для их понимания, факты, поддерживающие их и, наоборот, ставящие под сомнение в пользу конкурирующих объяснений. Для удобства заинтересованного (или вьедливого) читателя на сайт выложены все упоминаемые статьи и книги, так что их легко найти гуглением.

Другая особенность рассмотрения проблем, в быту или в СМИ именуемых «охрана природы», «охрана окружающей среды» и «устойчивое развитие», состоит в следующем. Способы их преподавать, особенно в средней и высшей школе, всё время меняются, во многом по конъюнктурным причинам: от «охраны природы» скакнули к «экологическому образованию», от него – к «образованию в области устойчивого развития». Мы же стараемся выделить и зафиксировать инвариант: то содержательное и важное, что должно быть сохранено и передано вопреки пертурбациям социальной среды. Именно это – не слова преподавателя! – хороший студент помечает в конспекте. Как говорил создатель Новосибирского Академгородка академик Лаврентьев, образование – это то, что останется после забывания (или старения) того, чему вас выучили¹⁷.

Этот «сухой остаток» относится к пониманию. Он образуется из «изложенной» суммы знаний, умений и навыков через личные усилия и действие студентов, каждый из которых (в идеале) желал бы найти «свой интерес» и «свое место» в этом проблемном поле. Для чего? Другой вопрос, но ответ на него ищется тем же способом.

Отсюда необходима индивидуализация массового чтения лекций: и процесса, и результата «на выходе», в виде передачи понимания проблем и развития личной годности обучаемых к их практическому решению. Это особенно верно для проблем охраны окружающей среды и устойчивого развития, поскольку выход мирового хозяйства за пределы экологической ёмкости биосферы доселе пор не удаётся даже сдержатъ, не говоря уже о «ввести в рамки». Следующие отсюда ущербы и риски растут, мультиплицируются, подпитывая друг друга и сливаясь в глобальный экологический кризис, разрастающийся много быстрее понимания происходящего. Поэтому время для принятия решений по выходу из кризиса сжимается как шагреновая кожа, и именно понимание здесь – лимитирующий ресурс.

¹⁷ Или, добавлю, семена будущего, способные не потерять всхожесть к моменту, когда кончится нынешняя реакционная эпоха, и социальная среда вновь будет благоприятна.

Благодарности

Я сердечно благодарен коллегам, советы которых при чтении лекций и написании книги много способствовали улучшению того и другого: Григорию Станиславовичу Ерёмкину, Ксении Всеволодовне Авиловой, Андрею Викторовичу Щербакову (Биологический ф-т МГУ), Юрию Андреевичу Насимовичу (ВНИИ Природа). Я крайне признателен научному руководителю лаборатории экологии, биологических инвазий и охраны природы проф. Д. Д. Соколову за создание творческой атмосферы и неизменно доброжелательное отношение к моим начинаниям и инновациям, сегодня нечастое.

Я признателен рецензентам за замечания, возражения и «соображения по поводу»: они были важны и привели к существенной доработке книги, как думаю, её улучшившей. Большое спасибо им за тщательный разбор плюсов и минусов текста; первые надеюсь усилить, а вторые – изжить в следующих частях. Естественно, что за все ошибки, упущения и недочёты отвечает автор.

Я благодарен всем перечисленным за предоставление ряда редких изданий, отражающих историю природопользования Подмосковья и других регионов России, историю изучения флоры и фауны данных регионов, исследования природной цикличности климата в связи с солнечной активностью и другим темам.

Читателей, наиболее заинтересовавшихся (или, наоборот, самых вездых и критичных) прошу присылать дополнения, замечания и возражения на e-mail автора: vl.friedmann@gmail.com

Вместо аннотации

«Честно говоря, свободное предпринимательство и человеческие потребности едва ли можно совмещать на протяжении длительного времени. С точки зрения длительной эволюции свободное предпринимательство при использовании природы – близорукая и непростительная роскошь... Если мы не поймём [законы социального развития] и не будем действовать достаточно быстро, то нас опрокинет социальная и экономическая система, созданная, но не управляемая нами».

Джей Форрестер. Мировая динамика.

Наш предмет обсуждения – глобальный экологический кризис: его механизмы, динамика развития и возможности выхода, названные «устойчивым развитием». Симптоматика происходящего понятна из аналогии с S-образной моделью роста популяции (Ферхюльста–Пирла). Человек преобразует природный ландшафт, разрушает и трансформирует биомы планеты, чтобы добывать ресурсы для мирового хозяйства. Производственные мощности последнего также быстро растут, как и глобализованность разделения труда, перевозок и коммуникаций.

Уточнение деталей. Один из примеров, как рост потребления в этих условиях вздувает **экологический след** (англ. *ecological footprint*¹⁸; о нём ниже): по мере того, как жители США богатеют, они всё больше потребляют свежие овощи и фрукты круглогодично, а не в сезон. Соответственно, по каждому из наименований увеличивается доля продукции, завозимой извне, и растёт дальность перевозок. Понятно, что «след» при этом возрастает больше, чем богатство или собственно объёмы потребления, т.е. непропорционально¹⁹.

По энергетической мощи человек до сих пор значительно уступает «силам природы» (энергия тропического циклона сравнима с производительностью всех электростанций), однако по интенсивности связывания азота и другим химическим синтезам они сравнялись. В срывании возвышенностей (и даже настоящих гор), прорытии каналов, других эквивалентах геологической работы рек и иных природных

¹⁸ Дословно «след ступни», http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint

См. там же экологический след разных государств в зависимости от индекса развития человеческого потенциала.

¹⁹ См. «Как рост потребления вздувает экологический след», <http://naturschutz.livejournal.com/85370.html>

агентов человек сравнялся с последними или превзошёл их (см. табл. 2 и рис. 1).

Таблица 2
Масштабы антропогенного преобразования ландшафта

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ЛИТОСФЕРЫ		ПОСТУПЛЕНИЕ В ЛИТОСФЕРУ	
Добыча минерального сырья	100 млрд.т.	Внесение удобрений в почву	500 млн.т.
Добыча минералов	800 млн.т.	Внесение пестицидов в почву	5 млн.т.
Водозабор	560 км ³	Отвалы золы	350 млн.т.
Твёрдый сток в моря, морская абразия и денудация	17.4 млрд.т.	Промышленные и коммунальные стоки (сточные воды)	500 км ³
Выброс нефти в моря	10 млн.т.	Перемещение пород при строительстве и добыче ископаемых	400 км ³
Вулканические выбросы	3.0 млрд.т.		

Источник: Королёв В.А., 1996. Современные проблемы экологической геологии// Соросовский образовательный журнал. №4.

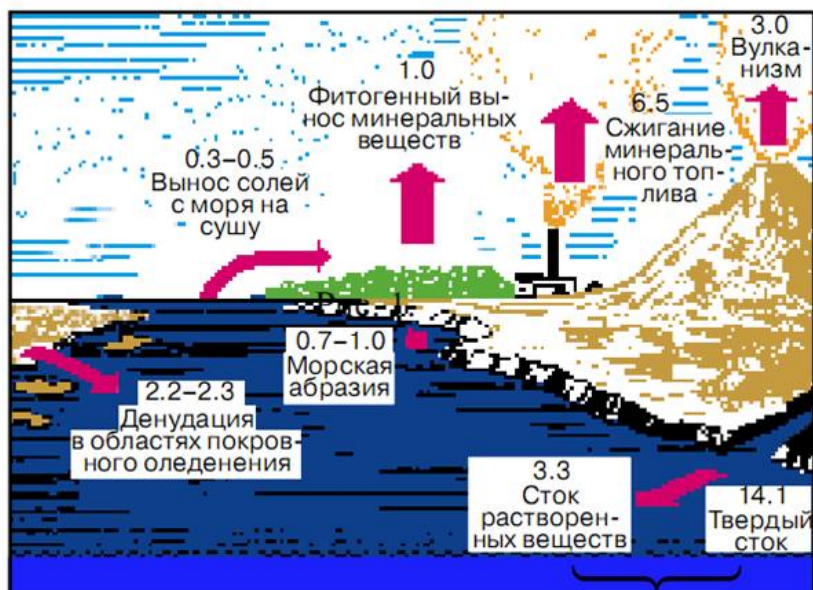


Рис. 1. Объёмы некоторых потоков минеральных веществ на Земле в млрд. т. за один год (по Бондареву Л.Г.)

Источник: Королёв В.А., 1996. Современные проблемы экологической геологии// Соросовский образовательный журнал. №4.

Ещё больше человек превзошёл «природу» в добыче ресурсов, сопряжённой с преобразованием ландшафта. Никакой биологический вид и близко не сравнится с «нашей» интенсивностью этого. Но, как для других видов, наш важнейший ресурс – биомасса, не нефть и металл: «урожаи» зерна, мяса, рыбы, дичи, древесины и пр. Их «снимают» с природных ландшафтов (охота, рыболовство и т.д. промыслы) или с изменённых «вкраплением» агроэкосистем (пашня, пастбища, тепличные и животноводческие комплексы с «их» поселениями и инфраструктурой).

На первый взгляд, кажется, что естественно-возобновимые ресурсы несложно эксплуатировать устойчиво, т.е. долговременно снимать «урожай», не подрывая популяций соответствующих видов и не разрушая вмещающий ландшафт, будь то лес, поле, пастбище или океанское дно²⁰.

Но нет, раз за разом не получается. Так, перепромысел разных видов рыб в водах Евросоюза в 1987-2010 гг. в среднем составляет тот же процент (треть²¹), что и соболя в Русском государстве в семнадцатом (!) веке.

«Особенно бедственными для соболя были 40-е годы XVII в., когда за целое десятилетие было добыто около 1600 тыс. соболей, что составило 80% от возможной средней добычи (численность соболя уже тогда уменьшалась)²².

П.Н. Павлов приходит к выводу, что при хорошем правительственном регулировании и учёте запасов соболя в Сибири, за 70 лет интенсивного промысла (с 1620-х по 1680-е гг.) можно было, не уменьшая численности, получить **13** млн. собольих шкурок. На практике же, при почти полном отсутствии охраны пушных богатств, страна получила всего **8** млн. шкурок (немногим более **60%** возможного количества), причём *поголовье соболя в Сибири резко сократилось*.

«В XVII – первой половине XIX в. Сибирь была главным поставщиком пушнины для России. Любопытно проследить, как под влиянием перепромысла наиболее ценных видов зверя изменилась роль различных зверей в общей сумме промысла (табл. 3)

²⁰ Его неуничтожение критически важно для воспроизводства всех перечисленных видов ресурсов. Продуктивность поля и пастбища существенно связаны с сохранностью лесов и других природных массивов между ними, определяющей благоприятность почвенно-климатических условий выращивания с/х культур, возможность сохранения плодородного слоя и пр. Тем более это верно для охотничьих, рыболовецких и пр. угодий, где человек ещё не перешёл от добычи к возделыванию.

²¹ См. «Рыбные запасы Европы могут быть уничтожены в течение века», <http://www.socialcompas.com/2013/10/15/e-konomiceskij-sposob-my-shleniya/#i-2>

²² Поэтому в следующей декаде правительство запретило русским охотникам добывать соболя в Кетском уезде, затем в Якутии и в Енисейском уезде; традиционный промысел «ясачных инородцев» вёлся бережной к зверю.

Таблица 3

Удельный вес отдельных видов зверей (в %) от общей суммы стоимости сибирской пушнины

Зверь	1647 г.	1699 г.	Середина XIX в.
Белка	1,0	7,3	58,8
Соболь	94,8	57,4	11,8
Лисица	2,3	17,4	7,8
Медведь и волк	-	-	6,7
Песец	0,1	2,1	5,1
Горноста́й	0,1	10,3	3,9
Колонок и хорёк	-	-	2,0
Речной бобр (для середины XIX в. также выдра, россомаха и рысь)	1,7	5,5	2,0
Заяц	-	-	1,7

Примечание. Данные, относящиеся к XVII в., подсчитаны по кн. Павлов П.Н., 1972. пушной промысел в Сибири. Красноярск. С. 303., к середине XIX в. – по кн.: Гагейнмейстер Ю.А., 1854. Статистическое обозрение Сибири. СПб. Ч. 2, С. 257.

Таким образом, на протяжении двух столетий непрерывно падал промысел наиболее ценного пушного зверя – соболя. В конце XVII века уменьшилась добыча соболей, но заметно выросла добыча лисиц, горностаев и речных бобров. Но, видимо, и здесь наблюдался перепромысел: к середине XIX века их удельный вес в общей стоимости пушнины стал падать. Тогда основное место в добыче пушнины заняла белка, оказавшаяся жизнеспособной несмотря на увеличившийся промысел. Действительно, в отличие от соболя она живёт не только в глухих таёжных лесах, но и в более разреженных лесных массивах. Кроме того, с уменьшением численности её опаснейшего врага – соболя, условия жизни белки заметно улучшились.

В середине XIX века в Сибири заметное значение приобрёл промысел животных, не обладающих ценным мехом – медведей, волков, зайцев. Общая же стоимость пушнины, добывавшейся в Сибири в XVII – середине XIX века (с учётом изменения курса ценности рубля), по расчетам П.Н. Павлова, не уменьшалась. Несмотря на резкое уменьшение численности соболя, стоимость ежегодной добычи пушного зверя Сибири за эти века сохранялась приблизительно на одном и том же уровне²³».

Иными словами, истощительный промысел распространён даже в наше время, в развитых странах, где прикладная наука достаточно развита, чтобы точно вычислить допустимые уровни вылова

²³ См. Дулов А.В.. 1983. Географическая среда и история России (конец XV – середина XIX в.). М.: Наука, С. 78, 195.

опромышляемых популяций, или определить предельный процент нарушений в структуре ландшафта, за которым он разрушается. При всех достижениях охраны природы в XX веке, природопользование XXI-го уничтожает соколов (кречета *Falco rusticolus* и балобана *F. cherrug*²⁴) в той же геометрической прогрессии, что и сильфий²⁵, или ряд видов рыб в античности²⁶. См. нынешние примеры коллапсов промыслов разных видов биоресурсов (рис. 2, 15).

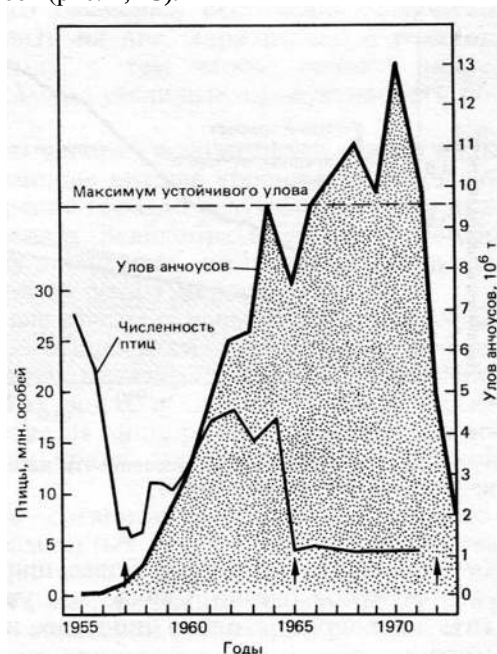


Рис. 2. а) Перуанский анчоус

Стрелки – годы Эль-Ниньо, когда ослабевает апвеллинг, рыбопродуктивность снижается, морские птицы откочевывают или гибнут в массе.

Примечание. «Катастрофа, произошедшая с этим промыслом, некогда крупнейшим в мире, была огромна по своим масштабам. Перу лишилось сразу двух своих основных экспортных товаров: товарной рыбы и гуано, так как откладывавшие его птицы питались исключительно анчоусом. Когда этот промысел достиг своего максимума в 1970 г., экспорт двух этих товаров приносил Перу ежегодно 340 млн. долларов, что составляло 1/3 всех доходов от экспорта. Утеря этих источников твердой валюты способствовала быстрому росту внешней задолженности страны: в 80-е годы до 40% всех доходов от национального экспорта уходило только на обслуживание гигантского долга. А мир лишился белковой добавки, некогда широко использовавшейся в рационе свиней и домашней птицы».

²⁴ См. лекцию 1.7.

²⁵ См. лекцию 1.

²⁶ Например, темный групер *Epinephelus marginatus*. См. Целиков Д. Древнеримское искусство помогает охранять природу, <http://science.compulenta.ru/633828/>

Brown Lester et al., 1985. State of the World. 1985. New York, W.W.Norton & Co., цит. по Д.Медоуз, Д.Медоуз и Т.Фиддман, 1993. «Всемирное рыболовство».

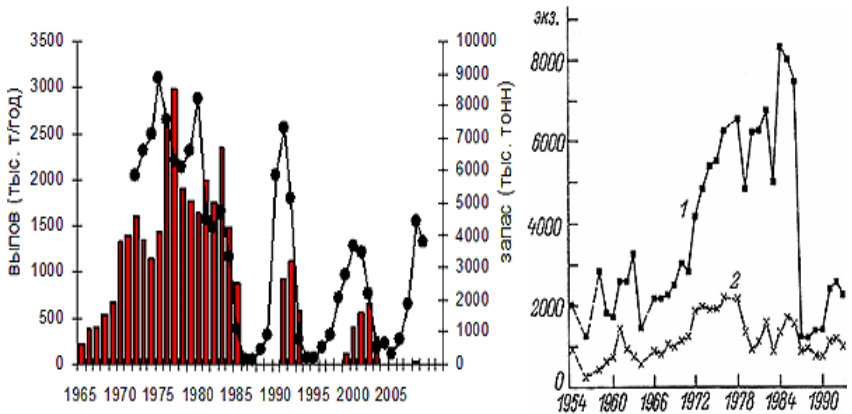


Рис. 2. б) Мойва в Баренцевом море

Обозначения. «Слева – запас (линия) и вылов (столбики) мойвы в Баренцевом море в 1965–2009 гг. (по данным с сайта Системы мониторинга рыбопромысловых ресурсов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН – ФАО). Справа – динамика численности тонкоклювых (1) и толстоклювых (2) кайр на базарах острова Харлов. Рис. из: Краснов и др., 1995»

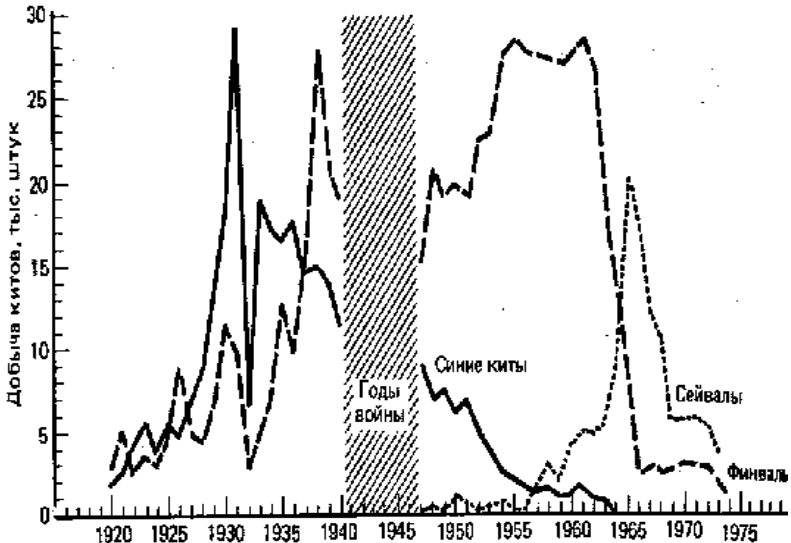


Рис. 2. в) Киты в Южном океане

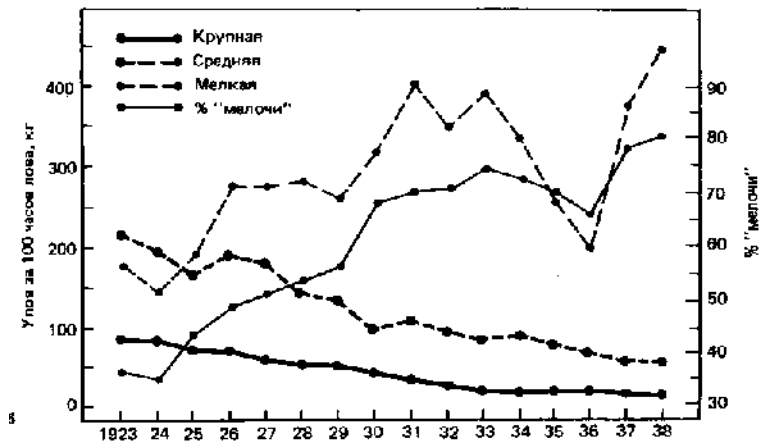
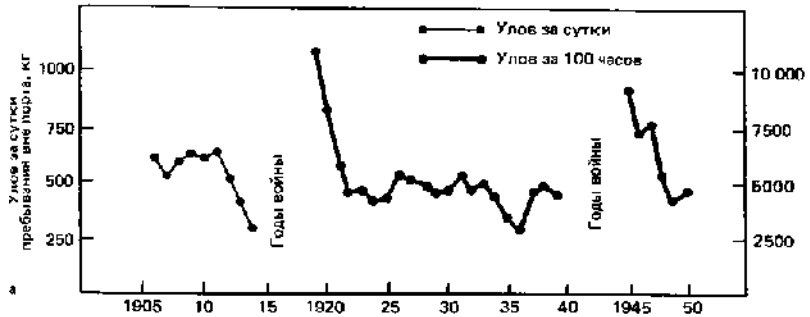
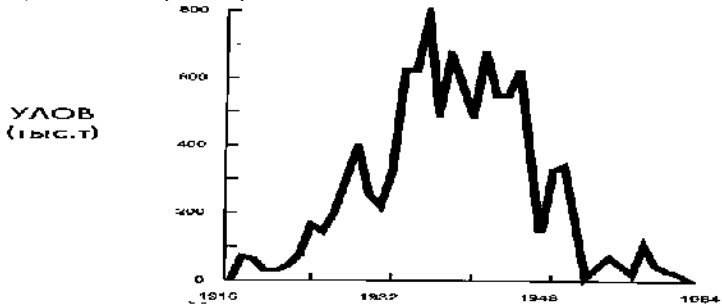


Рис. 2. з) Пикша в Северном море



д) Тихоокеанская сардина

Рис. 2. Истощительный промысел биоресурсов: неотвратимость и общие закономерности

Обозначения. По оси абсцисс везде отложены годы.

Источники: а), в), з) Дрейк Ч., Имбри Дж., Кнаус Дж., Турекиан К., Океан: сам по себе и для нас. М.: «Прогресс». С. 228–230. 1982.; б) Мокиевский В. Чем грозит для морских

экосистем увеличение промысла мелкой рыбы?, <http://elementy.ru/news/431679>; д) Медоуз Д., Фиддман Т., Шеннон Д. Всемирное рыболовство. Рига, 1993.

То же относится к сокращению природных биомов: от мангров до коралловых рифов и влажных тропических лесов до степей, широколиственных и бореальных лесов с тундрой посевнее. Оно идёт в логике «для дикой природы места нет». Так, в большинстве мест промысла доля изъятия рыбных запасов раз за разом превышает предел, позволяющий устойчиво существовать рыбоядным птицам (около трети).

Другой пример: первичная продукция в экосистемах (масса новообразованного органического вещества за определённый период, обычно год) подобна ВВП в экономике. Её делят на валовую и чистую: первую составляет всё органическое вещество, «добавленное» работой растительности, вторую – оно же минус расходы на дыхание²⁷. Поэтому важно, какую часть экосистемной продукции люди отчуждают себе, а какую оставляют природе. Хватает «остатка» для поддержания биосферных круговоротов и других аспектов функционирования живого покрова планеты? Оценки 2004 года показывают изъятие в среднем 20.32% первичной продукции (с разбросом значений в диапазоне от 14.10% до 26.07%²⁸).

Далее их уточнили. «Еще пять лет назад считалось (см. Habert et al., 2007), что в 2000-е годы человечество изымало с суши за год 15,5 Пг углерода (или 23,8% всей чистой первичной продукции суши). Однако в работе этого года, выполненной при участии [Стивена В.] Раннинга, указывалось уже на то, что человечество изымает для своих нужд 38% чистой первичной продукции. Считается, что оставшиеся 62% (а это около 38 Пг углерода в год) достанутся следующим поколениям. Но на самом деле 53% всей чистой первичной продукции не могут быть использованы, поскольку представлены продукцией подземных органов (прирост корней), а также продукцией растительности на территории национальных парков и труднодоступных территорий. Поэтому на самом деле в распоряжении человека остается всего 5 Пг углерода в год, или примерно 10% всей чистой первичной продукции суши.

Под сельское хозяйство сейчас занято 34% территории суши, а увеличение этой доли может быть только очень незначительным, в основном в Африке и Южной Америке. В ряде случаев, прежде всего в областях, занятых влажными тропическими лесами, первичная

²⁷ Скажем, в тропических лесах они могут «съесть» почти всю насинтезированную органику, особенно в жаркие и сухие годы. См. Гилларов А. Первичная продукция и дыхание Амазонии // Природа. 1999. № 4. С. 104–105

²⁸ Это данные Марка Имхоффа с соавт. См. «Какую часть первичной продукции потребляет человечество?», <http://www.socialcompas.com/2014/07/22/kakuyu-chast-pervichnoj-produktsii-potrebyaet-chelovechestvo/>

продукция на возделываемых землях значительно меньше той, что была свойственна природным экосистемам, существовавшим на этом месте раньше, но представлена она компонентами, имеющими для человека в данный период времени большую ценность. Однако в случае засушливых земель орошение и применение удобрений позволяют увеличить чистую первичную продукцию в несколько раз по сравнению с исходной.

Более точный прогноз требует введения целого ряда предположений, однако вопрос о том, будет ли достигнут допустимый предел в использовании чистой первичной продукции, уже не стоит. Вопрос заключается в том, когда он будет достигнут. Наиболее часто даваемые прогнозы – это несколько десятилетий»²⁹.

Зададимся вопросом, а каков вообще верхний предел изъятия без нарушений функционирования экосистем? Он совершенно не праздный: рыночная экономика обладает достаточными стимулами, побуждающими природопользователей «изъять всё» (или «загрязнить всё»), погубив дикую природу и оставив нас на бобах. См. рис. 2 и другие примеры; скажем, когда в 1994 году в приграничные районы Карелии пустили финские передвижные пункты, принимавшие грибы-ягоды и иные «дары леса», то последние были собраны полностью, ничего не осталось ни зверю, ни теревиным птицам. Эта опасность реально даже при самом жёстком экологическом законодательстве, см. лекцию 1.8.

При всей неточности оценок здесь ясен порядок цифр: если бы мы смогли сократить размещение отходов в экосистемах, человек мог бы изъять 25–30% первичной продукции без потери устойчивости эксплуатируемого ландшафта. Но поскольку он ведёт себя «как медведь в овсах» (не столько ест, сколько портит), то лишь 3–7–10%³⁰. То есть значимо меньше действительного изъятия.

Обобщив все соответствующие данные, Йохан Рокстрём с соавторами выделили 9 «планетарных границ»³¹ – переменных, задающих пригодность Земли для обитания человека (рис. 3):

- «1) изменение параметров климата (содержания в воздухе CO₂ и потока энергии, который нагретая солнцем Земля переизлучает в космос);
- 2) скорость потери биоразнообразия³² (число вымерших видов в расчете на миллион видов за год);

²⁹ Гиляров А. Человечество скоро столкнётся с нехваткой ресурсов
<http://natureschutz.livejournal.com/84654.html>

³⁰ Красилов В.А., 1992. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М., Изд-во Института охраны природы и заповедного дела. 174 с.

³¹ Англ. *planetary boundaries*, https://en.wikipedia.org/wiki/Planetary_boundaries

³² Биоразнообразие – сокращение от «биологическое разнообразие» (англ. *biodiversity*). Включает разнообразие живых организмов во всех проявлениях: от генов через виды и популяции до сообществ и до биосферы. Его уровень характеризует территорию, в том

3) изменения в глобальных круговоротах азота (количество азота, изымаемого человеком из атмосферы для своих нужд) и фосфора (количество фосфора, выносимого реками в океан и таким образом утерянного для дальнейшего использования человеком);

4) скорость разрушения озонового слоя стратосферы;

5) скорость закисления океана;

6) расходование человеком запасов пресной воды на суше;

7) изменения в использовании земли (процент земной поверхности, превращенный в поля);

8) рост содержания аэрозолей в атмосфере (особенно в некоторых районах);

9) рост химического загрязнения окружающей среды (органические поллютанты, пластик, тяжелые металлы, радиоактивные материалы и т. п.).

По некоторым направлениям «границы» рис. 3 нарушены уже сегодня; по оставшимся ситуация движется с ускорением к нарушению. Главная беда экологического кризиса «для обычного человека» – он глобально меняет среду обитания так, что Земля может стать непригодной для *Homo sapiens*, если не в отношении биологического воспроизводства его популяций, то в отношении современных форм расселения (города) и промышленного производства, обеспечивающих приемлемое качество жизни и/или надежду на его рост.

Наконец, антропогенная фрагментация природных биомов городами, агроландшафтами, транспортными инфраструктурами настолько повсюдна и так велика, что подрывает естественное воспроизводство их биоразнообразия и ценотической структуры. Особенно если учесть, что влияние фрагментации извне складывается с инсультацией изнутри – развитием дорожно-тропиночной сети, «пятен» пожарищ, вырубок,

числе в отношении сохранённости «дикой природы», нарушенности разными видами воздействий и пр. Включает видовое и ценотическое разнообразие, соответственно видов разных групп и сообществ. Внутри вида оценивают (и охраняют) популяционное и генетическое разнообразие, см. *Ефремов В.В.*, 2007. Популяция как природоохранная единица и единица природопользования у позвоночных животных// Журнал общей биологии. Т. 68. № 3. С. 205–220; *Злобин Ю.А.*, 2011. Редкие виды растений: флористический, фитоценотический и популяционный подход// Журнал общей биологии. Т. 72. № 6. С. 422–435.

Количественно характеризуется индексами, показывающими разные аспекты биоразнообразия территорий, допускающими их сравнение и классификацию. См. *Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Кривоуцкий Д.А.*, 1999. Биоразнообразие и методы его оценки. М.: изд-во МГУ. 95 с. Изучение, использование и сохранение биоразнообразия стало «модной темой» после подписания многими государствами Конвенции о биологическом разнообразии (см. <https://www.cbd.int/handbook/>). Что отчасти привело к экспансии данного понятия по причинам, скорей «политическим», чем научным. См. *Гиляров А.М.*, 2001. Связь биоразнообразия с продуктивностью: наука и политика// Природа. № 2. С. 20–24.

рекреационных вытаптываний, «следов» выпадения загрязнений из воздуха и других «воздействий на расстоянии» из антропогенных ландшафтов, разделивших природные.

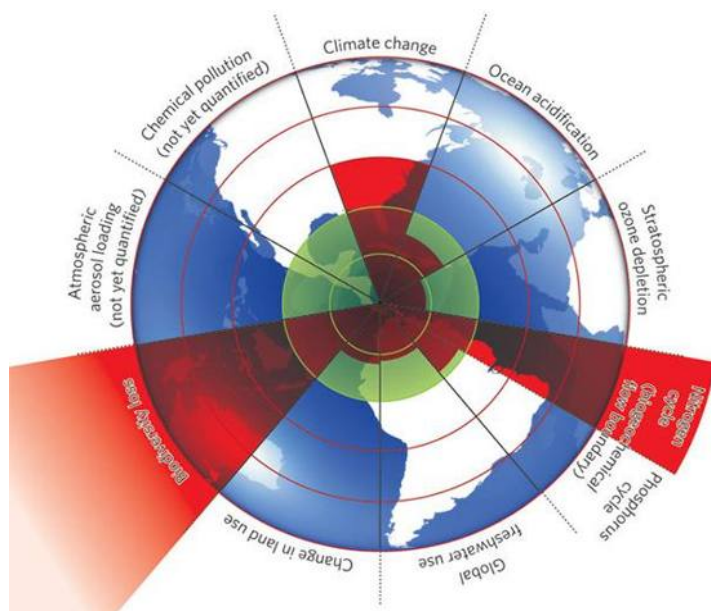


Рис. 3. Планетарные границы и приближенность мирового развития к ним сегодня

Обозначения. Отдельные сектора диаграммы – переменные, определяющие планетарные границы (*planetary boundaries*) возможного существования человека на Земле (подробности см. в тексте). Самый заполненный сектор слева – «Потеря биоразнообразия» (*Biodiversity loss*). Далее по часовой стрелке: «Содержание аэрозолей в атмосфере», «Химическое загрязнение», «Изменение климата», «Подкисление океана», «Разрушение озонового слоя стратосферы», «Цикл азота» и «Цикл фосфора», «Расходование запасов пресной воды», «Изменения в использовании земли». Кругом в центре показана область значений всех переменных, гарантирующая успешное выживание человека. Разный уровень заполненности секторов – текущие значения каждой переменной (для некоторых его еще нельзя установить). Граничные значения трех переменных (скорость утраты биоразнообразия, изменение климата и воздействие человека на цикл азота), уже превышены.

Источник: Rockström, et al., 2009, цит. по Алексей Гиляров, *op.cit.*

Конкретные механизмы подрыва обсудим позже, здесь важен вывод: обладая необходимыми знаниями для устойчивого природопользования (и управляющими возможностями для сдерживания эксплуатации в рамках устойчивости) человечество не может реализовать их на практике. И сегодня как бы не в большей степени, чем в прошлом, когда знания отсутствовали.

Книга рассказывает об этой «выученной беспомощности»: каковы её природные и социально-политические детерминанты, как первые можно «убрать», а вторые преодолеть? Скажем, почему раз за разом рыбы вылавливают больше не только того уровня, который позволил бы не голодать морским птицам, но и уровня оптимально допустимого улова (*ОДУ*), обеспечивающего неподрыв рыбной популяции? (То же относится к вырубке леса, загрязнению воды, почвы и воздуха, фрагментации природных ландшафтов растущими городами с ветвящимися дорогами... ко всем видам воздействий). Почему такое происходит в Европе, в странах с прекрасно развитой прикладной наукой³³, позволяющей рассчитать если не первое, то второе?

Ближайшая причина происходящего состоит в следующем. Хозяйственные проекты, вроде организации рыболовства в районе X до сих пор продумываются с точки зрения их *внутренней эффективности, но не внешней валидности*. Здесь берётся в расчёт только уловистость и экономическая рентабельность промысла, но не устойчивость экосистем или видовых популяций, которые он подрывает чрезмерным изъятием общих ресурсов.

Отсюда решение: проекты хозяйственного использования территорий нужно «вписывать» в граничные условия сохранения природы вокруг «зоны влияния проекта». Здесь выбирается такой способ организации хозяйственной деятельности, ищутся такие технологии и пр., которые не только не нарушают естественные экосистемы, но и (при данном спектре воздействий) оставляют им долю ресурса, достаточную для устойчивого воспроизводства их видового и ценотического разнообразия.

Для рыболовства речь идёт о *пищевых* ресурсах – устойчивость популяций морских птиц требует оставления не менее трети рыбных запасов³⁴. Для дорожной сети, фрагментирующей природные ландшафты, это ресурс *безопасности*³⁵. Дикие виды (птицы, амфибии,

³³ См. «Экономический способ мышления-3», <http://wolf-kitses.livejournal.com/305270.html>; **рис. 2, 12.**

³⁴ См. «Одну треть рыбных запасов оставить птицам — новый закон в экологии», <http://www.socialcompas.com/2014/07/23/odnu-tret-ry-bny-h-zapasov-ostavit-ptitsam-novyy-i-zakon-v-e-kologii/>

³⁵ Как известно, экологические ресурсы делятся на трофические, топические, фарические и фабрические. Безопасность – топический ресурс, как и качество местообитаний. Застройка пойм малых рек в средней полосе посягает на фарический ресурс, поскольку они – основные каналы переселения нерезидентов, связывающих видовые группировки в мозаике местообитаний в системное целое – популяцию. См. *Авилова К.В.*, 1998. Сохранение разнообразия орнитофауны в условиях города // *Природа Москвы*. М.: Биоинформсервис. С. 154–169; *Авилова К.В., Коновалова Т.В.*, 2001. Анализ разнообразия населения птиц долин малых рек окрестностей Звенигородской биостанции (на примере рек Сетунь и Островни) // *Труды Звенигородской биологической станции*. Т. 3. М.: Логос. С. 228–240.

млекопитающие, насекомые) массово гибнут при пересечении автодорог. При определённом уровне развития дорожной сети это достаточно для полного уничтожения ряда видов на данной территории (особенно уязвимы амфибии и средние или крупные млекопитающие³⁶). Часто одних лишь последствий фрагментации в виде островного эффекта достаточно для полного исчезновения вида³⁷.

Так, в 1970-х гг. выяснилось, что у самого крупного вида териофауны Голландии – барсука – ежегодный приплод практически полностью гибнет на дорогах, пытаясь их пересечь при расселении молодняка. Этот и аналогичные факты стимулировали зоологов развитых стран к сотрудничеству с дорожными инженерами, в рамках которого созданы разные виды проходов для животных над и под автотрассами, существенно снизившие гибель. Это удорожает проект только на 7–8%; предотвращённый экологический ущерб примерно на порядок больше³⁸.

Одновременно дорожники проникались идеей, что дороги следует строить так, чтобы минимизировать риск гибели диких животных³⁹ как минимум в той же степени, что и пешеходов, а зверопроходы планировать вместе с пешеходными переходами. Для развития этих идей и особенно их включения в вузовские программы по подготовке дорожных строителей, инженеров и проектировщиков, была создана организация **IENE** (InfraEcoNetworkEurope, <http://www.iene.info>).

Сейчас общепринято, что в дорожном строительстве безопасность диких животных и минимизация воздействия на природные территории окрест обеспечиваются наравне с безопасностью людей, едущих на машине или переходящих дорогу⁴⁰. Первое планируется наравне со

³⁶ См. http://en.wikipedia.org/wiki/Wildlife_crossing

³⁷ **Островной эффект** – статистический процесс выпадения части S' видов из S исходно существовавших в непрерывных местообитаниях, после превращения последних в «архипелаг». Само исчезновение части видов данной группы, оказавшихся «запертыми» на «островах», называется **отложенным вымиранием**. При прочих равных S' тем ближе к S, чем мельче возникающие «острова», чем более они изолированы или удалены друг от друга и от «материка», а также зависит от группы, с её особенностями экологии и распространения. См. «Большой минус, маленький плюс – экологические последствия фрагментации местообитаний», <http://wolf-kitses.livejournal.com/354396.html>

³⁸ См. http://en.wikipedia.org/wiki/Wildlife_crossing

³⁹ И не угрожать сохранности пойменных ландшафтов, над которыми проходит дорога, также как минимально воздействовать на участки лугов, лесов и болот, выходящие к ней сбоку.

⁴⁰ См. Ленц К.-Х., Луканин В.Н. (ред.), 2002. «Автомобильные дороги: безопасность, экологические проблемы и экономика. Российско-германский опыт». М.: изд-во «Логос», 400 с. Тем более что одно непосредственно связано с другим, см. «Экодуки снижают аварии на дорогах», <http://www.ecolife.ru/infos/agentstvo-ekoinnovatsij/8328/> Настолько, что в США и ЕС в строительство зверопроходов под автобанами (и экодуков над ними) вкладываются страховые компании.

вторым и обеспечивается из общих средств проекта, а не откладывается на потом, когда будет документирован экологический ущерб.

Те же самые требования актуальны для экологически устойчивого развития человечества в целом:

1) «вписанность» хозяйственных проектов в природу вокруг используемых территорий,

2) неподрыва устойчивости естественных экосистем вокруг и внутри «зоны влияния проекта» (с сохранением видового и ценотического разнообразия, несмотря на воздействия проекта, когда он заработает),

3) достижение целей (1) и (2) должно обеспечиваться (выбором технологий, режима природопользования, способов компенсации воздействий и пр.) в самом проекте, сопрягаться с производством, осуществляемым в его рамках, и реализовываться его внутренними ресурсами (финансы, техника, рабсила, НИОКР), а не откладываться на потом.

Как известно, разрушение природных ландшафтов развивается автокаталитически⁴¹, как только антропогенная нагрузка превысит предел, специфический для каждого из них (табл. 7, лекция 1.9). Сходным образом падает численность видовых популяций, которые человек избыточно эксплуатирует или чьи местообитания разрушает. Поэтому для экологически устойчивого развития все или большая часть хозяйственных проектов человечества должны стабилизироваться, как описано выше, при одновременной работе по «вписыванию» их в природу вокруг или, что то же самое, по нейтрализации их экологических рисков.

Достаточно проигнорировать эти требования даже у небольшой части из них (в попытках сэкономив, поднять прибыльность предприятия)⁴², как запускаются цепные процессы деградации экосистем, с лавинообразным нарастанием ущерба. Чем позже начата эта работа, тем трудней справиться с негативными последствиями и больше необратимые потери в виде вымирания видов и сокращения ареалов природных сообществ ниже минимальной площади выявления. Дальше увидим, что оптимальное решение проблемы устойчивости так, как описано выше, реализуемо лишь при плановой экономике с общественной собственностью на средства производства⁴³, но недостижимо при частной собственности и свободе предпринимательства (обычно называемых «рынком»).

⁴¹ См. «Устойчивость и уязвимость природных ландшафтов к техногенным воздействиям», <http://naturschutz.livejournal.com/68133.html>

⁴² Т.е. отложить на потом компенсацию «производимых» экологических рисков, фактически передать её следующим поколениям.

⁴³ См. «Капитализм против природы», <http://naturschutz.livejournal.com/58130.html> и лекцию 2.

Развитие экологического кризиса в последние 100–150 лет точно следует чёрному юмору кардиологов: *«Ишемическая болезнь сердца делится на три стадии. На первой лечить нечего, на второй – нечем, на третьей – некого»*. Сейчас мы на переходе первой стадии во вторую, и этого нельзя допустить.

Биологу важнее всего те симптомы антропогенного кризиса, которые показывают его «неестественность»⁴⁴ и отличия (в худшую сторону) от кризисов палеонтологического прошлого, обусловленных преимущественно эндогенными факторами и в этом смысле «естественных»⁴⁵:

1. Экстремально высокий темп разрушения природных сообществ и вымирания видов, namного (2-3 порядка, иногда больше) превышающие таковые в прошлом.

2. Деструктивные процессы *не сопровождаются* компенсаторным взрывом видообразования среди групп, богатых ценофобными видами, не входящими в нынешнюю сукцессионную систему (что всегда происходит в кризисах прошлого). Хуже того, антропогенное вымирание видов, последние 150-200 лет шедшее с ускорением, никак не влияло на диверсификацию других, сохранившихся видов: ни родственных в тех же таксонах, ни экологически близких в той же гильдии⁴⁶.

3. Вопреки предсказаниям теории биоценоотической регуляции эволюции разрушение природных биомов *не ведёт к складыванию* «вместо них» новых сообществ из ценофобных видов, выигравших от происходящего и начавших специализацию⁴⁷. Такого не наблюдается ни в

⁴⁴ В том смысле, что противодействовать разрушению биосферы необходимо и правильно в той же степени, в какой мы поддерживаем порядок в доме и благоустриваем свой город. Поскольку мощь человеческого хозяйства сравнялась с таковой природных сил, на человека легла ответственность за «нетронутую природу» не меньшая, чем за собственное жилое (культурное) пространство. А может и большее, ввиду уникальности первой и повторимости второго.

⁴⁵ О факторах, вызывающих эти последние, учёные до сих пор спорят, наиболее состоятельны идеи эндогенных «подрывов» «старых» сукцессионных систем ценофобными видами, распространившимися из мест нарушений. См. *Жерихин В.В., Раутман А.С.*, 1997. Филоценогенез и эволюционные кризисы, <http://www.evolbiol.ru/rautian2.htm>; *Жерихин В.В., Расницын А.П.*, 1999. Кризисы в биологической эволюции// *Анатомия кризисов*. Глава 3. Ред. А.Д. Арманд, Д.И. Люри. М.: Наука. С. 29–48. Разнообразные импакт-теории (падение метеорита (-ов), извержение вулканов) соответствуют фактам существенно хуже, хоть и более популярны у публики. Так бывает, и не только в нашей области, но и в других.

⁴⁶ Гильдия – группа экологически близких видов, также обычно (но не всегда) близкородственных, конкурирующих между собой по одному из множества измерений экологической ниши («ниши Хатчинсона»), соответствующей местообитанию вида более, чем его «профессии» в экосистеме), делящих между собой какой-то один ресурс. См. *Розенберг Г.С. и др.*, 2000, *op.cit.*

⁴⁷ См. «Слабые места в биоценоотической регуляции эволюции», <http://wolf-kitses.livejournal.com/78096.html>

одном из «рукотворных ландшафтов», созданных и поддерживаемых человеком (прежде всего в городах). У осваивающих их «диких» видов идут изменения микроэволюционного характера, и значительные; биота исходных местообитаний также меняется под влиянием промысла и других антропогенных воздействий⁴⁸. Однако эти сдвиги у видов – возможных биоценотических партнёров разнонаправлены, независимы, и не сопрягаются со временем.

4. Больше того, при формировании городских популяций ценофильные виды в известном смысле деспециализируются. У близких видов синиц, дроздов, мышевидных грызунов и т.д. в урболандшафтах степень перекрыwania ниш *возрастает* прямо пропорционально степени урбанизации территории; в природных сообществах она минимальна⁴⁹.

Этот и другие критерии⁵⁰ показывают, что «дикие» виды фауны и флоры, успешно освоившие города и другие искусственные ландшафты, создавшие там самостоятельные популяции⁵¹, не сложились в сообщества. Городские фаунистические (флористические) комплексы так и остались группировками. В первых судьба вида определяется динамикой значимых для него факторов среды (включая социальную – изменения плотности, численности группировок, их демографической структуры и пр.), во вторых – биоценотическими связями с хищниками, конкурентами и паразитами.

5. Подрыв исторически сложившихся сукцессионных систем ценофобными видами, поселяющимися в «пятнах» нарушений, идёт вполне в соответствии с реконструкциями для кризисов прошлого. Хуже всего здесь чужеродные виды, в силу биологической специфики склонные к дальним перемещениям и успешным инвазиям. Глобальная интенсификация перевозок в современной экономике ускоряет процесс «перемешивания природы», резко увеличивая если не частоту, то

По удачной метафоре Е.А. Шварца, нарушенные территории принадлежат «серой биоте» – серой крысе, серой вороне, и т.п. видам, пластичным и высококонкурентным. См. *Шварц Е.А.*, 2004. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: КМК Scientific Press Ltd. С. 78. Однако сообщества с разделением ниш, биотической регуляцией и пр. не складываются и в случае урбанизации «диких» видов, см. *Фридман В.С.*, *Ерёмки Г.С.*, 2009. Урбанизация «диких» видов птиц в контексте эволюции урболандшафта. М.: URSS. 240 с.

⁴⁸ См. «Про экспериментальную эволюцию гуппи в речках Тринидада», <http://wolf-kitses.livejournal.com/265417.html>; *Алексей Гуляров*. «Эволюционные и экологические процессы могут происходить одинаково быстро и влиять друг на друга», <http://elementy.ru/news/431511>

⁴⁹ См. подробнее *Фридман В.С.*, *Ерёмки Г.С.*, *op.cit.*

⁵⁰ См. подробней лекцию 7.

⁵¹ См. *Вахрушев Г.А.*, *Раутиан А.С.*, 1993. Исторический подход к экологии сообществ// *Журнал общей биологии*. Т. 54. № 5. С. 532–553; *Фридман В.С.*, *Ерёмки Г.С.*, 2009, *op.cit.*

дальность заносов инвазионных видов. Эта опасность растёт постоянно и одновременно во всех биомах планеты, как бы ни были далеки они от «очагов цивилизации». См. лекцию 1.5.

То есть благодаря синергизму антропогенной нагрузки, рождающей «пятна нарушений», с разрушением коренных сообществ чужеродными видами, первые быстро растут, а вторые сжимаются как шагреневая кожа и дробятся на «острова», делящиеся и уменьшающиеся в размерах. Когда в ареале биома плотность «пятен» превысит некий предел, включаются «контуры разрушения»: положительные обратные связи, способствующие ещё большему разрушению экосистемной структуры, сокращению биоразнообразия и иным деградационным процессам. Нарушенные участки растут и множатся, сливаясь друг с другом, как прорехи на гнилой ткани, даже если антропогенный пресс постоянен.

Чем «пятна» крупней и/или расположены ближе друг к другу, тем легче проникновение инвазивных видов (или местных ценофобов) в экосистему и выше вероятность подрыва её воспроизводства их биоценотической активностью. Что вызывает дальнейшее «расползание» пятен нарушений; круг замыкается.

Главным фактором устойчивости природных биомов (или наоборот, «хрупкости» к экзогенным нарушениям) выступает эрозивная способность почвы, над которой типичная растительность «прорежена» или изменена конкретным антропогенным воздействием⁵². Плохо то, что для большинства природных сообществ этот предел превзойден.

Что ещё добавляет неустойчивости? На всех континентах территория, занятая разными типами особо охраняемых природных территорий (ООПТ) составляет <10% общей площади – предела достаточности для охраны репрезентативной выборки видового разнообразия данной местности. Это оценка по минимуму, максимум существенно выше. Для репрезентативной выборки ценотического разнообразия (т.е. всей экологической пирамиды коренных сообществ данной территории⁵³) суммарная площадь ООПТ и других природных ландшафтов, хотя и эксплуатируемых⁵⁴, но не превращённых в искусственные, должна быть не менее **25-30% общей**.

6. Ключевой симптом экологического кризиса – ускоренный рост потребительского давления на биосферу Земли. С 1980-х гг. оно вышло за пределы, совместимые с устойчивостью биосферы. Важно, что с большим

⁵² См. *Керженцев А.С.*, 2000. Экологическая альтернатива человека в биосфере и ноосфере, <http://naturschutz.livejournal.com/63493.html>

⁵³ Включая ключевые виды с регуляторной функцией – крупных хищников и копытных. См. *Шварц Е.А.*, 2004. С. 59–62.

⁵⁴ Т.е. постепенно разрушающихся, теряющих биоразнообразие и пр.

благополучием «поезд потребления» не только не «тормозит», но даже «набирает обороты».

Насколько поднялась экономическая мощь человечества за XX век, хорошо видно на примере чипсов. Сегодня это бросовая еда для бедных, но 100 лет назад – деликатес, доступный только богатым. Бедные и даже «средний класс» не могли позволить себе тратить так много масла для обжаривания, и ели картошку варёной или печёной⁵⁵.

Так ныне деньги богатых «поддерживают» производство фуагра из уток или гусей, где тратится в 3-4 раза больше зерна на единицу массы продукта, чем при обычном откорме на мясо. Но бесплатных завтраков не бывает; за большее производство пищи и других потребительских стоимостей капиталистическим способом мир платит социальную и экологическую цену – в виде разрушения дикой природы и большей эксплуатации работников. Сегодня уже неподъёмны ни та, ни другая.

Именно потребительское давление «накладывает» на биомы планеты сеть антропогенных нарушений. Каждое действие по добыче ресурсов, необходимых человечеству, создаёт пятно нарушений в соответствующей точке пространства. Невозможно добыть дичь, пушнину, рыбу (тем более – собрать урожай с/х культур, добыть руду), не разрушая ландшафт, воспроизводящий эти ресурсы.

При всех видах природопользования, в древности или в наше время, сопутствующий ущерб ландшафтам и воздействию на нецелевые виды значительно превышают воздействие на целевые. Так, рыбный промысел сопровождается массовым разрушением донных сообществ при прохождении драг (во многих морях уже по несколько раз пробороздивших каждый кусочек дна), гибелью тюленей, рыбоядных птиц и морских черепах в сетях. Ещё больше этот ущерб при добыче минерального сырья, углеводородного топлива, или размещении отходов в экосистемах.

Рост потребления в мировой экономике организован так, что всё большие объёмы использования ресурсов не сопровождаются пропорциональным ростом их антропогенной регенерации из вторсырья. Доля последнего в этом процессе сперва растёт, а потом снижается (см. лекцию 2). Поэтому объёмы отходов, образуемых в соответствующих производствах на 1 кг конечной продукции, в целом не уменьшаются, а растут.

Очевидно, что всякий произведённый товар есть отложенный отход. Поскольку мировое хозяйство отличается от «экономии природы» именно отсутствием аналогов специализированных редуцентов (и пока невозможно без свалок, мусоросжигательных заводов, полигонов ТБО и

⁵⁵ См. «История возникновения чипсов», <http://woman-v.ru/istoriya-vozniknoveniya-chipsov.html>

т.д.), большую часть загрязнений, созданных мир-экономикой, перерабатывает не человек, а природа – обезвреживая отходы и превращая снова в ресурсы⁵⁶.

Соответственно, чтобы ресурсопользование (на выходе которого – потребление людей) было устойчивым, природно-ресурсный цикл должен быть замкнут, а отходы своевременно восстанавливаться, не накапливаясь в сообществах, чтобы не разрушить последние. Для этого экономика, «ведущая» природопользование, должна соблюдать некую оптимальную пропорцию между усилиями по добыче ресурсов (с последующей транспортировкой и переработкой в товары) и по антропогенной регенерации отходов со всех стадий производственной цепочки.

В книге рассказывается⁵⁷, при каких условиях это возможно, при каких нет, и как этому мешает нынешний общественно-политический строй – капитализм⁵⁸. Данные имитационного моделирования, сопоставленного с реальными трендами мировой динамики, показывают, что при нём экологическая устойчивость невозможна ни в глобальном, ни тем более в региональном/национальном масштабах. Обсуждается, как альтернативный ему общественный строй – социализм даёт шанс на выход из экологического кризиса с переходом к экологической устойчивости, какие преимущества планового развития он задействует для этой цели.

⁵⁶ См. Керженцев А.С., 2014. Особенности современной эволюции биосферы. http://funcetecology.ucoz.ru/blog/osobennosti_sovremennoj_ehvoljucii_biosfery/2014-05-29-6

⁵⁷ На примере моделей кризисов в системе «природа-общество» Д.И.Люри, см. **лекцию 3**.

⁵⁸ Капитализм и социализм (коммунизм) понимаются согласно марксистской теории. Первый предполагает свободу предпринимательства и рыночную экономику, священность и неприкосновенность частной собственности, в первую очередь на средства производства, второй отрицает всё перечисленное, а требует плановой экономики при общественной собственности на средства производства. То есть социализм имеется в виду ещё несовершенный и деформированный – советский, ГДРовский или кубинский: уже с ним связана мощная серия природоохранных инноваций, способная предотвратить глобальный экологический кризис, будь плановая экономика, последовательно применяющая всё вышеперечисленное, всеветной системой (см. **Заключение**). Отсюда понятен природоохранный потенциал совершенного варианта. Если, конечно, капитализм не убьёт биосферу раньше, чем люди перестанут его терпеть.

Лекция 1. Охрана природы, её цели, задачи, проблемы, основные концепции

Краткое содержание. Охрана природы как практическая дисциплина, её связь с природопользованием и антропогенными нарушениями сообществ/ландшафта. Социально-экономические факторы, определяющие истощительную эксплуатацию биоресурсов: почему потребители «переходят грань» долговременной устойчивости и настолько подрывают ресурс (нарушают ландшафт), что то и другое приходится охранять. Неистощительное (устойчивое) природопользование как цель природоохранной деятельности, концепция пределов роста Денниса и Донеллы Медоуз как её теоретическая основа. Экологический кризис как выход за пределы и устойчивое развитие как возвращение к ним; социальные факторы и механизмы, способствующие первому и препятствующие второму.

1. Проблема (Необходимость охраны природы)

Охраны природы естественным образом следует из нарушений природных биомов и ландшафтов человеческой деятельностью, её цель – ввести эти последние в оптимальные рамки, направляя и регулируя последнюю так, чтобы обеспечить невыход за них. Человек здесь не уникален: все «ключевые виды»⁵⁹ сообществ, в первую очередь крупные

⁵⁹ Англ. *key species*, «ecosystem engineers». По определению О.В. Смирновой, «виды, которые в процессе потока поколений наиболее значимо (по сравнению с видами того же трофического уровня) преобразуют местообитания как популяции в целом, так и ее элементов. Это ведет к изменению гидрологического, температурного, светового режимов; микро-, мезорельефа; строения почвенного покрова и пр. Внутренняя гетерогенность местообитания популяции ключевого вида (экосистемного инженера) определяет возможность совместного существования на данной территории подчиненных видов разных трофических групп, различных экологически и таксономически, и в итоге – высокий уровень биоразнообразия».

Включают в себя а) виды-средообразователи (в лесной зоне деревья I яруса) и б) виды разных уровней экологической пирамиды (обычно консументы и редуценты), совместная биоценотическая активность которых необходима для устойчивого воспроизводства мозаично-оконой структуры сообщества (в том числе популяций средообразователей). См. Смирнова О.В., Торопова Н.А. Теоретические основы единой стратегии охраны природы и природопользования, <http://www.socialcompas.com/2015/01/01/teoreticheskie-osnovy-edinoy-strategii-ohrany-prirody-i-prirodopol-zovaniya/>; Смирнова О.В., 1998. Популяционная организация биоценотического покрова лесных ландшафтов // Успехи современной биологии. Т. 118, № 2. С. 148–165. Параметры мозаик нарушений, созданных разными видами крупных копытных, а также другими группами животных в лесной экосистеме, представлены в табл.4 данной работы.

млекопитающие, преобразуют среду своей жизнедеятельностью, создавая мозаику нарушений. Это пороги кабанов, покусы и задиры лосей, «зубровые поляны», создававшие серию сообщающихся друг с другом «пятен» степных или луговостепных участков внутри доагрикультурных лесов, бобровые озёра и заболоченные участки, связанные со строительной деятельностью этого грызуна, пятна деревьев, засохших и/или лишенных листьев из-за вспышки численности листогрызущих гусениц/пилильщиков и т.д.⁶⁰.

По определению О.В. Смирновой, нарушение (*disturbance*) есть «любое преобразование среды обитания в результате жизни и смерти особей и их групп в популяции. Уничтожение подроста и, формирование зоогенных полей стадными копытными; строительство хаток, плотин и систем прудов бобрами; колониальные постройки сурков; формирование окон в древостое хвое- и листогрызущими насекомыми и древоразрушающими грибами и пр. приводит к созданию в экосистемах качественно новых местообитаний разного размера: от нано- до макроместообитаний, которые заселяют экологически различные виды».

В результате развития популяционного мышления «нарушение» было заменено понятием «средопреобразование», т.е. признанием средопреобразующей деятельности любого вида в экосистеме имманентным свойством биоты экосистемы. Далее были осознаны принципиальные различия этих понятий: средопреобразование означает внутренние процессы, обуславливающие функционирование экосистем в целом, «нарушение» правильнее употреблять по отношению к внешним процессам, нарушающим природные механизмы».

Больше того, мозаики нарушений, созданных животными компонентами экосистемы, суть начальный этап воспроизводства популяций крупных деревьев – эдификаторов⁶¹. Без непрерывного генерирования нарушений «изнутри» биогеоценоза, «работой» его ключевых видов, климаксная стадия на данной территории *не воспроизводится*. Соответственно, мозаичная структура малонарушенных (тем более доагрикультурных) широколиственных и бореальных лесов, растущих в спонтанном режиме, есть мозаика нарушений на разных стадиях зарастания. Они совершенно необходимы для воспроизводства «своих» биогеоценозов, сменяемых и вытесняемых другими при падении

⁶⁰ См. «Про восстановление доагрикультурного лесного покрова», <http://wolf-kitses.livejournal.com/269689.html>; Смирнова О.В., 1998.; Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. В 2-х кн. М.: Центр экологии и продуктивности лесов РАН, 2004. 579 с. и 575 с., <http://velesa2004.narod.ru/>

⁶¹ См. Ярошенко А.Ю., Потапов П.В., Турубанова С.А., 2001. Малонарушенные лесные территории европейского севера России. М.: Гринпис России. С. 9–10.

численности агентов нарушений, а особенно при направленном истреблении.

Так, плейстоценовый перепромысел ликвидировал тундростепи, поддерживавшиеся уничтоженной мегафауной; их вытеснили бореальные леса и моховые сообщества тундры⁶². Исчезновение зубра, тура и бобра начало разрушение доагрикультурных широколиственных лесов, с преобразованием полидоминантных, разновозрастных, высоко мозаичных и многоярусных насаждений в современные, одновозрастные и монодоминантные. Раньше считали, что лишь открытые травянистые сообщества представляют собой зоогенные климаксы. Сейчас аналогичная роль «ключевых видов» животных (разных групп, но особенно крупные копытные-фитофаги, и контролирующие их хищные⁶³) показана и для лесных ценозов.

Конечно, избыточное развитие зоогенной мозаики нарушений подрывает воспроизводство ценоза, вместо того, чтобы его обеспечивать, так же как и недостаточное. После успешной борьбы с «вредными хищниками» копытные, размножившись, «ссыдают» растительность, делая лес «прозрачным на уровне морды оленя» (Соколов и др., *ibid.*). В этом плане нарушения, поддерживаемые «внутренними» ценоотическими агентами, не отличаются от созданных человеческой деятельностью.

Сейчас всё более подтверждается точка зрения С.М. Разумовского, что не найти антропогенных воздействий, качественно отличных от эффектов природных процессов, или иных по характеру нарушений. Каждому «нашему» влиянию на биоразнообразие, устойчивость экосистем, структуру ландшафта и другие параметры, находится вполне однотипный природный агент.

«Вызванные деятельностью человека пожары не имеют принципиальных отличий по своим последствиям от пожаров, вызванных попаданием молнии в сухое дерево или траву, вырубki только пространственными масштабами отличаются от сломавшихся по линии распространения красной корневой губки стволов ели. Бобровые плотины, в общем, только размерами отличаются от плотин современных гидроэлектростанций, а заброшенные эродированные пашни зарастают так же, как места ветровальных вывалов или речные наносы. Даже такие сугубо антропогенные воздействия, как химическое и радиоактивное

⁶² См. «Ещё про плейстоценовый перепромысел», <http://wolf-kitses.livejournal.com/376917.html>; «Овцебык против северного оленя: и древние охотники», <http://wolf-kitses.livejournal.com/398989.html>; Александр Марков «Главной причиной позднечетвертичного вымирания всё-таки были люди, а не климат», <http://elementy.ru/news/432267>

⁶³ См. Соколов В.Е., Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д., Шадрина Г.Д., 1997. Экология заповедных территорий России. Ред. акад. РАН В.Е. Соколов, чл.-корр. РАН В.Н.Тихомиров. М.: Янус-К. 576 с.

загрязнение, как правило, имеют какие-то природные аналоги. Например, растительные сообщества «рудного маквиса»: перидотиты, серпентиниты, содержащие токсичные тяжёлые металлы; кислые жидкие осадки на островах с вулканической активностью; районы с повышенным фоном естественной радиоактивности и т.п. Даже мутагенная активность синтезируемых человеком соединений – пестицидов и т.п., видимо, не носит направленного характера, и на качественном уровне может быть уподоблена общему мутагенному воздействию, характерному для многих районов с повышенным фоном радиоактивности, в первую очередь горных»⁶⁴.

Мозаика нарушений, созданных природными процессами, быстро приходит в состояние динамического равновесия. В последнем она – важная часть возобновления естественных экосистем, по сути – агент устойчивого воспроизводства их специфического паттерна структуры, включающего парцеллярную мозаику растительности, ярусно-оконную динамику, разномасштабную мозаику форм рельефа⁶⁵.

Осознание этого факта вызвало смену парадигм экологии на рубеже 1980-х гг., родив новое понимание данной науки. «Экологический мир стал динамическим. Если для классической экологии он был в целом стабильным, а нарушения равновесия воспринимались скорее как исключения, то теперь «нарушение» – одно из ключевых понятий. Экологические системы представляются сплошным потоком разномасштабных нарушений их структуры.

Никаких стабильных систем нет. Все они, в каждый данный момент времени – мозаика пятен, в разной степени нарушенных и восстановленных. Нарушение – едва ли не главный инструмент создания всех видов гетерогенности < >. Теперь уже стабильность (или, скорее, стационарность) оказывается редкими островками в океане изменений – уничтожения и возрождения. Красивую аналогию такого рода стабильности предлагал еще В.Н.Беклемишев < >: «...живой организм (и экосистема. *Ремарка авторов цитаты*) не обладает постоянством материала – форма его подобна форме пламени, образованного потоком быстро несущихся раскаленных частиц; частицы сменяются, форма остается». Динамика экологических систем – популяций и сообществ – часто оказывается хаотической. Хаос (в математическом смысле) возникает и в моделях < >, и в эмпирических обобщениях < >.

Кроме прочего, хаотический характер процесса означает, что исходя из данного состояния системы невозможно точно предсказать ее следующее состояние. Можно указать лишь область, в которой будет

⁶⁴ Шварц Е.А., 2004. «Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы». М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 56–57.

⁶⁵ См. Ярошенко А.Ю., Потапов П.В., Турубанова С.А., 2001. op.cit.

находиться система, но не точку в этой области (в осях параметров). Заметим также, что в таком мире представления о конкурентно организованном сообществе, инвариантах трофической сети и др., бывшие всеобщими и универсальными в классической экологии, могут быть справедливы только в весьма ограниченных интервалах пространства и времени (добавим – и масштаба).

Итак, мир «новой экологии» находится в постоянном, всеобщем и неупорядоченном движении. *Это не бытие, а, скорее, вечное становление*⁶⁶».

Хотя «человеческие» нарушения типологически сходны с природными, их динамика *совершенно иная*. Во-первых, они много масштабней своих изоморф в естественных местообитаниях. Во-вторых, они быстрее «разрастаются», нежели «зарастают» естественным образом – демутациями⁶⁷. В любом из ландшафтов «пятна» антропогенных нарушений имеют тенденцию «расти» и сливаться друг с другом, дробя, изолируя и уменьшая малонарушенные участки, так что те превращаются в своего рода «архипелаг» из уменьшающихся и всё более изолированных «островов». Что увеличивает риск вымирания видов растений и животных, связанных именно и только с ненарушенными природными сообществами (примерно 9/10 всех видов Земли⁶⁸), как и вероятность полного исчезновения данных биомов.

Таким образом, фрагментация быстро доходит до уровня, за которым невозможны ни устойчивое воспроизводство коренных сообществ на «островах»⁶⁹, ни восстановление этих последних между «островами». Это верно и для воздействий вроде выбросов загрязнений, не только для прямого уничтожения / преобразования природных сообществ ради практической выгоды (сведение леса под пашню, распашка степи,

⁶⁶ Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелахвили Д.Б., *op.cit.*, С. 50. < > – опущенные ссылки на источники.

⁶⁷ Демутация – вторичная, или восстановительная сукцессия, происходящая в «пятнах» нарушений природного или антропогенного характера.

⁶⁸ В силу отложенного вымирания под действием островного эффекта, см. «Островная биогеография, метапопуляции и охрана природы-1», <http://wolf-kitses.livejournal.com/314235.html>; «Большой минус, маленький плюс: экологические последствия фрагментации местообитаний», <http://wolf-kitses.livejournal.com/354396.html>; Иллка Хански, 2010. Исчезающий мир: экологические последствия утраты местообитаний. М.: Т-во научных изданий КМК. 344 с.

⁶⁹ См. Жерихин В.В., 1984. Экологический кризис: прецедент в мезозое // Энергия. №1. С. 54-61; «Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике». М.: Товарищество научных изданий КМК, 2003. 542 с.; Рясский Ф.Н., 1995. Об уязвимости и устойчивости ландшафтов в связи с необходимостью оптимизации социальной и технологической деятельности // Теоретические проблемы экологии и эволюции (2-е Любимцевские чтения, ред. Г.С.Розенберг). Тольятти: изд-во «Интер-Волга». С. 212-226; Барсков И.С., Жерихин В.В., Раутиан А.С., 1996. Проблемы эволюции биологического разнообразия // Журн. общ. биол. Т. 57, № 2. С. 14-39.

преобразование луга в культурное пастбище, или застройка территории). Распространяясь в природных средах, загрязнители создают такие же «пятна нарушений» исходных биогеоценозов, как прямая антропогенная трансформация.

Так, оксиды азота NO_x из автомобильного выхлопа и промышленных выбросов Европы распространяются западным переносом в Нечерноземье. Здесь они, выпадая с осадками, вызывают неморализацию еловых лесов – быстрое распространение широколиственных элементов растительности. Это фиксируется даже на слабо заселённых и малонарушенных территориях (Центрально-Лесной заповедник и Нелидовский район Тверской области вообще⁷⁰). Тот же процесс в рекреационных лесах (пригородных и внутригородских) в разы увеличивает содержание гумуса в почве, формируя сплошной полог подроста клёна и липы⁷¹; возобновление хвойных пород прекращается, и они выпадают из древостоя⁷².

Во все исторические периоды хозяйствующие субъекты (индивиды, корпорации и общества в целом) гарантированно «выходят» за рамки оптимальных масштабов и скоростей нарушений, независимо от того, как они это делают – напрямую или через загрязнение⁷³. Диких бизонов, бобров, странствующих голубей не сравнить с *Homo sapiens* по масштабу воздействия; причём эти виды были эдификаторами в «своих» сообществах, формировали естественную мозаичность прерий и широколиственных лесов⁷⁴.

⁷⁰ Маслов А.А., 1995. Динамический тренд в заповедных лесах центра Русской равнины и анализ причин сукцессионной динамики популяций растений// Экология популяций: структура и динамика. Т. 2. М.: изд-во РосСХА. С. 643–655.

⁷¹ Сочетающийся с «удобрением» отдыхающими и их питомцами.

⁷² Рысин Л.П. (отв.ред.), 1998. Природа Москвы. М.: Биоинформсервис. 256 с.; Рысин Л.П., 2012. Урболесоведение. М.: Т-во научных изданий КМК. 240 с.

⁷³ Поэтому риск разрушения природных сообществ пропорционален количеству техногенной энергии, «приложенной» к данной территории человеческой деятельностью, будь то добыча биоресурсов, «снятие урожая», производство или выброс загрязнений (складирование отходов.) См. Мартынов А.С. Природа и люди России: экология, религия, политика и действие. М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия». 1999. 132 с.

⁷⁴ Бывших многочисленной столкнувшихся с ними белых поселенцев: «Гнездились голуби колониями неимоверных размеров. На протяжении десятков километров каждое крупное дерево было усеяно гнездами. Сотни квадратных километров покрывал плотный слой помета. На одном дереве могло находиться до сотни гнезд, так что иногда даже крупные ветви обламывались под их тяжестью. Лес, в котором продолжительное время гнездились голуби, представлял собой неповторимое зрелище: почва покрыта пометом, нет ни травы, ни кустарников, на земле лежит множество сломанных веток, деревья же стоят голые, будто ветви и сучья с них стесали топором. Следы пребывания колоний сохранялись много лет.

Места, выбираемые птицами, располагались недалеко от воды и в изобилии содержали легко доступную им пищу. Колонии были, как правило, длинными и сравнительно узкими, часто содержали промежутки между плотными скоплениями гнезд. Находили колонии

Поэтому естественный режим нарушений поддерживает устойчивость воспроизводства природных биомов, а антропогенный – чем дальше, тем больше нарушает его и, в конце концов, ликвидирует самое сообщество⁷⁵. Почему же антропогенные нарушения не могут удержаться в естественных пределах, как «удерживаются» зоогенные? Почему человек, вооружённый практическим разумом, научным знанием и разнообразными технологиями, «не умеет» остановить «преобразование природы» до прохождения предела, за которым эксплуатируемый ландшафт вместе с «экологическими услугами» (о них ниже) гарантированно разрушится и/или истощится добываемый биоресурс, нанося разнообразный ущерб⁷⁶ самому человеку?

Первый, самый главный ответ – *умеренное нарушение выгодно*. Частичное преобразование природы вроде распахивания степи, запруживания рек, локального выжигания леса и пр. даёт «снять» с эксплуатируемой территории больший «урожай» по сравнению с ситуацией «просто» охоты и собирательства. Независимо от вида ресурса – зерно, дичь, древесина, трава для скота, – умеренно нарушенные ландшафты продуктивнее, чем полностью ненарушенные.

Подобное увеличение продуктивности возникает вследствие всякого преобразования природы, стихийного, а не только сознательного. В «островах» естественных лесов, лугов и болот внутри города ресурсная база местообитаний сильно обогащена по сравнению с «материком» – однотипными ландшафтами региона, нефрагментированными и не «теснимыми» городским ростом. Это обогащение проявляется в росте

1) содержания гумуса в почве;

протяженностью до 65 км, а то и больше. Обычный же их размер был несколько десятков квадратных километров. А Шорджер оценивал численность огромной колонии в Висконсине в 1871 г. в 136 миллионов птиц. Занимала она площадь около 2200 км². В другой громадной колонии гнездились 68 миллионов пар на площади 600 км².»

Грищенко В.Н., 2002. Реквием странствующему голубю // Гуманитарный экологический журнал. Т. 4. Вып. 2. С. 19–25.

⁷⁵ Другой важный момент – разнонаправленное влияние периодически происходящих природных катастроф (пожаров, ветровальных, вспышек массового размножения ксило- и филофагов, наводнений, обвалов и пр.), плюсоющих к «обычному режиму» природных и антропогенных нарушений. В первом случае они тоже укрепляют стабильность сообщества, только в большем масштабе (уровня ландшафтных элементов или сукцессионной системы в целом, а не местного биогеоценоза). Во втором – нарушают устойчивость во всём разнообразии масштабов, «утяжеляя» антропогенный пресс. См. *Смирнова О.В., Торопова Н.А.*, *op.cit.*

⁷⁶ Т.н. экологический ущерб включает разнообразные «минусы» антропогенных воздействий на естественные экосистемы, снижающие их продуктивность, или «производительность работы» при «оказании услуг» вроде фильтрации воды, поглощения пыли, биологической очистки канализационных стоков и других загрязнений, опасных для здоровья людей. См. следующие отсюда методы экономической оценки ущерба природе или биоразнообразию, <http://wsf1917.livejournal.com/212577.html>

2) обилия зелёной массы и семенной продукции разнотравья, служащей кормом мышевидным грызунам;

3) биомассы беспозвоночных древесно-кустарникового яруса и почвы/подстилки, потребляемых певчими птицами и землеройками/хищными насекомыми соответственно;

4) содержания биогенов в водоёмах и водотоках (следствие этого – эвтрофикация и т.д.⁷⁷).

Эффекты 1) – 4) вызваны сочетанным воздействием

а) умеренной фрагментации местообитаний (снаружи – развитием самого города, вместе с инсультацией развитием дорожно-тропиночной сети изнутри),

б) «удобрения» биогенами городских лесов,

в) направленного изменения микрофлоры городских (особенно придорожных) почв. Последнее обеспечивает успех инвазийных видов растений в гемеробном⁷⁸ ландшафте. Вселенцы намного менее чувствительны к местным патогенным бактериям и грибам сравнительно с местными видами⁷⁹.

Поэтому все народы, даже аборигенные (кажущиеся «живущими в гармонии с природой») преобразуют ландшафт «управляемым нарушением» для большей результативности своих промыслов.

Пример. «...новогвинейские племена, которые обошлись без одомашнивания саговых пальм и горного пандана-суса, тем не менее повышают урожайность этих диких растений со съедобными плодами, сводя наступающие на участки их произрастания другие виды деревьев, расчищая каналы в саговых болотах и помогая росту новых побегов за счет подсекивания тех, что закончили плодоносить. Аборигены Австралии, так и не научившиеся культивировать ямс и семенные растения, в то же время превосходили некоторые традиционные элементы земледелия. Они регулировали растительный ландшафт с помощью огня, тем самым способствуя произрастанию растений со съедобными семенами, пускающих ростки после пожаров. Собирая дикий ямс, они срезали основную часть съедобных клубней, но закапывали стебли с верхушкой корневой системы обратно в землю, чтобы клубни могли порости заново.

⁷⁷ Жигарев И.А., 2002. Лесные биологические сообщества в условиях рекреационных нарушений// Антропогенная динамика экосистем (ред. Н.М. Чернова). Научные труды МНЭПУ, серия «Реймерсовские чтения». М.: изд-во МНЭПУ. С. 71–96; Морозова Г.Ю., Злобин А.Ю., Мельник Т.И., 2003. Растения в урбанизированной природной среде: формирование флоры, ценогенез и структура популяций// Журн. общей биологии. Т. 64. № 2. С. 166–181; Жигарев И.А., 2004. Мелкие млекопитающие рекреационных и естественных лесов Подмоскovie (популяционный аспект). М.: изд-во МГИИ «Прометей». 232 с.; Фридман В.С., Ерёмкин Г.С., 2009, op.cit.

⁷⁸ Гемеробность экосистемы или ландшафта – их фрагментированность постройками человека, техносистемами и другими компонентами «искусственной среды», особенно в случае относительно равномерного распределения их между участками, сохраняющими природный облик («пронизанность» природных сообществ элементами городского ландшафта).

⁷⁹ Гиляров А.М., 2003. Дарвинизм как средство ограничения экологического плюрализма// Журн. общей биологии. Т. 64. № 5. С. 439–448; Mitchell C., Power A., 2003. Release of invasive plants from fungal and viral pathogens// Nature. V. 421. P. 625–627.

Такое выкапывание–закапывание к тому же разрыхляло и вентилировало почву, что благоприятно отражалось на перспективе повторного урожая. Чтобы полностью соответствовать определению термина «земледелец», им требовалось только одно: забрать с собой выкопанные стебли с остатками клубней и закопать их обратно поблизости от своей стоянки⁸⁰»

Таким образом, охотники и собиратели практикуют контролируемое нарушение ландшафта не менее земледельцев. Просто их способы управления менее тривиальны и крайне неожиданны для нас, выросших из земледельческой цивилизации, почему много хуже изучены⁸¹.

Иными словами, при разных способах эксплуатации зависимость продуктивности сообществ или воспроизводства популяции ресурсного вида от нарушенности территории описывается колоколообразной кривой. На восходящей дуге графика умеренный промысел или иная эксплуатация стимулируют воспроизводство биоресурса, и интересы природопользователей и природоохранников *совпадают*. Дальнейшая интенсификация делает ресурсопользование истощительным, а интересы *антагонистическими*.

Поэтому на начальных стадиях процесса увеличивать преобразованность природного ландшафта выгодно, и стимулируется социально-экономическими механизмами, награждающими за наиболее прибыльное ведение хозяйства и отсеивающими неприбыльное. Тогда преобразование природного ландшафта распашкой полей, выловом рыбы, сведением лесов, «расползанием» городских территорий обретает существенную инерцию, так что рано или поздно перейдёт за пределы – к нисходящей кривой рис. 4.

Вот здесь бы остановиться и изменить привычную практику эксплуатации! Увы, альтернативные способы хозяйствования отсеяны отбором на предыдущей стадии, инерция антропогенного нарушения набрана. Обычные практические соображения и сегодняшние социально-экономические механизмы не только не сдерживают отдельных лиц, корпорации, государства или всё человечество от выхода за пределы, но, наоборот, подталкивают к нему, ускоряют разрушительные процессы (см. лекцию 2). Поэтому без существенной перестройки социально-экономической системы в сторону экологической устойчивости (которая не произведена и доселе, многим же неизвестна и непонятна) общество «не остановится» на оптимуме эксплуатации, но гарантированно пересечёт его и углубится в кризис.

Отсюда необходимость охраны природы как специальной научно-практической дисциплины, которая бы

⁸⁰ Даймонд Дж., 2010. Ружья, микробы и сталь. Судьбы человеческих обществ. М.: АСТ. С. 162.

⁸¹ См. Дмитрий Целиков. Австралийские аборигены меняли погоду, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/619355/>

- исследовала разрушительные процессы, связанные с природопользованием и хозяйственным освоением территорий, от отдельных локальностей до планеты в целом,
- прогнозировала их динамику и последствия, и затем
- предлагала ограничения (или способы перестройки) хозяйственной деятельности, чтобы минимизировать экологический ущерб, сохранить существующие участки ненарушенных природных сообществ, не выйти за пределы и т.п.

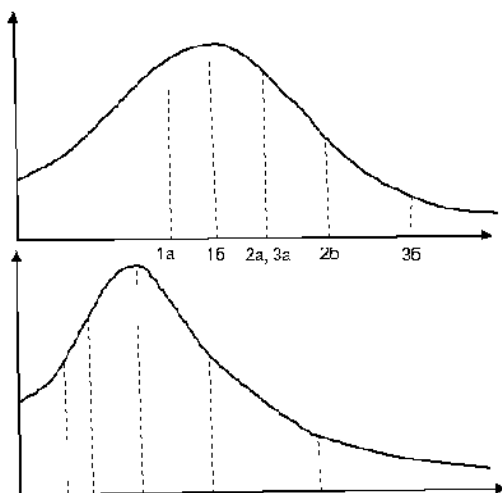


Рис. 4. Зависимость продуктивности территории от степени нарушенности естественных местообитаний (или преобразованности природного ландшафта)

Обозначения. Ось X – Степень нарушенности/интенсивность антропогенной трансформации, ось Y – продуктивность территории, «урожай», снимаемый в данном виде природопользования, в ц или ккал с га. Вертикальные линии – пределы нарушенности экосистем/естественных местообитаний/ландшафта: 1 – на котором следовало бы остановиться, чтобы экологический ущерб был минимальным, 2 – на котором обычно возникает беспокойство за экологическую ситуацию на данной территории, 3 – на котором удаётся остановиться в том случае, если обеспокоенность выльется в систему природоохранных мер, ограничивающих / видоизменяющих первоначальную хозяйственную деятельность, и они будут эффективны, а-б – в лучшем и худшем случае соответственно, верхняя картинка – с учётом лишь непосредственных эффектов промысла и т.д. форм эксплуатации ландшафта, нижняя – с учётом «контуров разрушения» – процессов экосистемной деградации, запущенных эксплуатацией.

Наш лекционный курс даст знания, умения и ряд часть навыков практического решения данной задачи. Тем более что последнее (как и исследования в области биологии охраны природы) суть важный аспект профессиональной деятельности почти любого биолога – и полевика, и работающего в лаборатории, и преподавателя ВУЗа или школы.

Из сказанного понятно, что охрана природы включает в себя следующие направления деятельности

а) охрана дикой природы, в том числе

– *сохранение биоразнообразия*, видового и ценотического,
– *экологическое обустройство* нарушенных и трансформированных экосистем для создания там «техногенных аналогов» природных сообществ⁸²

– *экологическую реставрацию* нарушенных территорий и ландшафтов с целью восстановления первоначальных биомов. Таковы опыты по восстановлению растительности прерий, европейских степей, массивов ненарушенных елово-широколиственных лесов в Европе⁸³.

б) охрана среды обитания человека от загрязнения, перенаселения, изменений климата, нехватки энергетических и других ресурсов и других неблагоприятных воздействий на разных уровнях: глобальном, национальном и местном уровне. Включая негативные стороны процессов а) – в той мере, в какой они ощущаются обществом и беспокоят его. Это в быту и зовут «экологией»; последняя включает в себя

– *социальную экологию*: общественные проблемы, в генезисе или разрешении которых экологический фактор важен или определяющ,

– *мировую динамику* или глобалистику: развитие современного мира, с рассмотрением его социальных, экологических и демографических аспектов во взаимной «увязке», сообразно причинно-следственным связям, управляющим мировым хозяйством⁸⁴,

⁸² Скажем, орнитокомплексы на прудах рыбхозов, прудах-отстойниках, шламо- и хвостохранилищах и других техногенных водоёмах. По экологической полноценности и экосистемной функции эти «искусственно созданные» сообщества аналогичны природным, по видовому / ценотическому разнообразию часто богаче, по способности быть местообитаниями редких видов – лучше природных. См. *Авилова К.В.*, 1998. Сохранение разнообразия орнитофауны в условиях города // *Природа Москвы*. М.: Биоинформсервис. С. 154–169; *Авилова К.В., Ерёмкин Г.С.*, 2000. Природно-техногенный ландшафт как аккумулятор редких видов (на примере очистных сооружений Москвы) // *Редкие виды птиц Нечернозёмного центра России*. М.: изд-во МГПУ. С. 268–270; «Город как заказник-1: экообустройство техногенных водоёмов», <http://wolf-kitses.livejournal.com/199294.html>

Успешней всего техногенные аналоги лесных, луговых и водно-болотных сообществ на нарушенных, опустыненных землях создавались в ходе полезного лесоразведения в рамках Сталинского плана преобразования природы 1948-1953 гг., незаслуженно свёрнутого потом. См. «И засуху победим!», <http://www.socialcompas.com/2013/10/10/i-zasuhu-pobedim-stalinskij-plan-preobrazovaniya-prirody/> и **лекцию 9**.

⁸³ См. рекомендации по восстановлению естественной мозаичности и сохранению биоразнообразия флоры рекреационных лесов, *Очагов Д.М., Коротков В.Н.* (ред.), 2001. Природа Подольского края. С. 121–123.

⁸⁴ Впервые смоделированы Денисом и Донеллой Медоузами, из чего родились концепции «пределов роста» (*limits to the growth*), «экологического кризиса» как опасного выхода за пределы, угрожающего коллапсом и «устойчивого развития» как безопасной траектории. Наше изложение следует подходу и пониманию Медоузов (см. **лекцию 2**), с коррекцией, где необходимо, современными данными.

– *экологическую компенсацию*: меры противодействия негативным эффектам уже идущей или только планируемой хозяйственной деятельности – выбросам загрязнений, разрушению природного ландшафта, фрагментации естественных экосистем и прочим экологическим рискам. Направлены на уменьшение этих эффектов, до полной нейтрализации и обращения минуса в плюс.

Уточнение деталей. Различают *локальную* и *территориальную* формы экологической компенсации. Первая уменьшает последствия уже происходящих воздействий, вроде установки очистных сооружений на фабрике или каталитических дожигателей на авто. Вторая же – часть оценки воздействий планируемых проектов, вроде строительства нового городского микрорайона или водохранилища. По её результатам проект изменяется так, чтобы ликвидировать *ожидаемый* ущерб. Скажем, к нему добавляется система природоохранных мер, экообустройства «затронутых» территорий или экологической реставрации нарушенных сообществ.

Локальная компенсация происходит *post hoc* и минимизирует ущерб, уже нанесённый конкретным воздействием или хозяйствованием, территориальная – *vulneribus tenus* будущих проектов, с целью минимизировать их экологические риски. С 1972 г. в СССР территориальные меры экологической компенсации были обязательны при строительстве городов, новых городских кварталов или перестройке существующих (т.н. территориальный план охраны природы). С 1978 г. для более обширных территорий согласно постановлению ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 1 декабря 1978 г. «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» хозяйствующие субъекты (министерства и ведомства) должны реализовать территориальные комплексные схемы охраны природы⁸⁵.

в) экологическая политика, обеспечивающая первое и второе практически. Включает

- *экологическое образование населения*, направленное на лучшее понимание существующих экологических проблем,
- *природоохранное движение граждан*, воздействующее на власть, бизнес и население с целью их разрешения, и
- *экологическую политику государства*.

Последняя, особенно в развитых странах, проводится многими учреждениями и институтами. Их штатной задачей является мониторинг состояния природной среды, оценка вклада экологических факторов в здоровье людей, контроль средовых показателей, влияющих на это здоровье, наконец, создание и содержание ООПТ и охрана угрожаемых видов, т.е. содержание разделов а)–б). Все они не могут существовать без обратной связи от специалистов-экологов, обеспокоенных граждан, заинтересованных природопользователей из числа тех, кому охрана природы выгодна.

⁸⁵ См. *Белошанко Ю.Н.*, 1986. Территориальные комплексные схемы охраны природы: Организационно-правовые вопросы : Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата юридических наук. М.: Юридический ф-т МГУ. 22 с.

В этой «обратной связи» также участвуют общественные (в том числе природоохранные) движения и политические партии. Вместе они обеспечивают демократический контроль политики государства в области охраны природы, тем более что аспекты а) – б) затрагивают всех: второй заметно и прямо, а первый не очень заметно и косвенно, но столь же сильно⁸⁶. Подробней ресурсы экополитики в разных странах обсуждаются в лекции 4.

Рассмотрим научно-практическое содержание всех трёх задач, начиная с охраны дикой природы. Уже 250 лет как известно, что под давлением мирового хозяйства природные ландшафты деградируют, естественные экосистемы разрушаются, с вымиранием видов и сокращением биоразнообразия. Как минимум в последние 100 лет это разрушение биосферы (частично также гидро-, лито- и атмосферы) Земли идёт *с ускорением*, деградативные процессы, даже начавшись локально, развиваются автокаталитически, и быстро становятся глобальной проблемой⁸⁷. См. *таблицу 4*.

Таблица 4

Последовательная трансформация биоразнообразия и природных ландшафтов по ходу исторического развития хозяйственной деятельности человека

А. Периодизация, даты	Б. Воздействие на различные компоненты биоты
I. Период действий вслепую, до 1860-1880-х гг.	
1. Плейстоценовый перепромысел	Истребление мегафауны – эдификаторных видов для открытых травянистых биомов (1). Было особенно эффективным, ибо «наложилось» на изменения климата.
2. Неолитическая революция, быстрый рост плотности населения земледельцев	а. Обезлесение значительных территорий «плодородного полумесяца», прилегающей территории Балкан и Северной Африки, а также Восточной Азии и Африки⁸⁸ (4, 7) б. «Слом» естественного механизма климатической цикличности, обеспечивавшего переход от тёплых-сухих к прохладным-влажным периодам и обратно, запуск антропогенных изменений климата⁸⁹. Последние сперва развивались медленно: увеличение

⁸⁶ См. *Марфенин Н.Н., Фомин С.А.*, 2003. Ресурсы экополитики в современной России // Россия в окружающем мире – 2003 (аналитический ежегодник). С. 32–62.

⁸⁷ Тогда люди впервые обеспокоились сохранением дикой природы как таковой, а не просто оскудением рыбы, дичи, лесов или иных биоресурсов, поскольку она исчезала и разрушалась буквально на глазах одного поколения. В это время и появились первые массовые природоохранные движения, у государств – элементы экологической политики. См. *лекции 2, 4*.

⁸⁸ См. *Дмитрий Целиков*. Древние люди внесли свой вклад в обезлесение Африки, <http://science.compulenta.ru/660423/>

⁸⁹ См. «Сумма про антропогенные изменения климата-2», <http://wolf-kitses.livejournal.com/263716.html>

	выброса парниковых газов поддерживалось преимущественно сельским хозяйством. Его распространение по планете уничтожало территории дикой природы и «выпускало» в атмосферу CO₂, ранее «запасённый» в углероде почв, торфов, мортмассы. С развитием промышленности процесс ускорился, и стал совсем заметным с середины XIX века. (8)
3. Переход от лесного типа расселения к сельскому. В первом случае участки пашни, расчищенные от леса с деревьев внутри, невелики по размеру и разделены крупными лесными массивами. Это предохраняет от эрозии, обеспечивает благоприятный микроклимат и, главное, устойчивость урожаев в условиях чередования «хороших» и «плохих» лет. Во втором рост населения вместе с интенсификацией земледелия ведёт к сведению разделяющих лесов, несколько деревень с пашней вокруг объединяются в сплошной массив с/х земель существенно большей площади, окружённый лесами лишь по внешнему периметру.	а. Развитие неустойчивости традиционного с/х⁹⁰, когда агрикультурная нагрузка на ландшафт (как пахотный клин, так и окрестные леса и луга) превысит некоторый предел. Развивается эрозия, ведущая к потере плодородного слоя, климатически неблагоприятные годы (засуха, град, вымокание из-за сильных дождей) всё чаще ведут к неурожаям и голоду, при слабом развитии – к снижению урожайности. (7, 9). Это вынуждает крестьян сводить лес на новой территории или переходить к трёхполью, севооборотам, регулярным внесениям удобрений и другим формам интенсификации с/х. Ситуация усугубляется бесконтрольной пастбищной скота в лесу (тогда как нагрузка на пастбища контролируется). (9, 7). б. Разрушение высокоомозаичной структуры доагрикультурных лесов умеренной зоны (широколиственных и бореальных). Истребление их ключевых видов – туров, зубров, бобров; выделение лугов и болот как отдельных типов ландшафта. Постепенное превращение полидоминантных разновозрастных древостоев в монодоминантные одновозрастные по мере того, как с развитием подсеčno-огневого и переложного земледелия всё большая доля лесов прошла через пашню. Аналогичным путём, через интенсификацию воздействия с/х на высокоомозаичный континуум лесных-нелесных местообитаний, формируются такие природные зоны, как степь и тундра (1, 2, 4, 7).
4. «Урбанистическая революция». Развитие сети городов, обменивающихся продуктами развитого ремесла (и дальше – промышленности), посредством дальней торговли в западной и восточной частях Ойкумены, нуждающихся в повышенной продуктивности с/х в зоне влияния города, резко взвинтило агрикультурную	а. Рост всех видов экологического ущерба, связанных с усилением с/х нагрузки на природный ландшафт при сохранении его традиционного характера. В стремлении к увеличению прибыли от производства зерна, с/х производитель экономит на регенерационных вложениях, в т.ч. сокращает площадь лугов, необходимые для прокорма скота, что в конечном итоге бьёт и по зерновому производству. Это ведёт к периодическим недородам и массовым голодовкам, снижающим численность населения, особенно в климатически неблагоприятные годы⁹¹. Возникает

⁹⁰ См. «Про неустойчивость традиционного сельского хозяйства», <http://wolf-kitses.livejournal.com/288345.html>

⁹¹ Это т.н. «мальтузианская ловушка». Она обусловлена с тем, что городская экономика средних веков уже предъявляет повышенные требования к продуктивности с/х,

нагрузку на ландшафт. Особенно в районах, специализирующихся на производстве зерна на мировой рынок. В Европе это область «второго издания крепостничества» восточнее Эльбы, далее – Аргентина, Австралия, Канада, в меньшей степени США.	избыток земельных ресурсов, восстанавливающий продуктивность хозяйства, и всё начинается заново. Однако на каждом «цикле» часть почвенного плодородия и угодий теряются, поэтому в долгосрочной перспективе средний уровень урожайности и пахотный клин падают (7, 9). б. Формирование территорий стойкого загрязнения воды, воздуха и почвы в крупных городских центрах, особенно в районах концентрации ремесла, а затем и промышленности (10).
5. «Великая распашка»: установление сельского типа расселения на значительных территориях, отеснение лесного типа к колонизируемой периферии «цивилизованного мира».	а. Периодически возникающий локальный кризис традиционного с/х (его развитие см. лекцию 3). Повсеместный переход к трёхполью и затем к многопольным севооборотам требует соблюдать оптимальную пропорцию лугов и пашни, без чего крестьянин лишается скота и возможности вносить удобрения. Но кратковременные выгоды от производства зерна и др. продуктов полесоводства (лён, пенька) на рынок толкают землевладельцев сокращать луг, что в подавляющем большинстве случаев ведёт к потере урожаев и на пашне от снижения плодородия и эрозии. В кризисные⁹² годы крупные пахотные массивы ускоренно эродировать, сокращение поголовья скота из-за нехватки кормов сокращает внесение удобрений, ухудшается обработка почвы и пр. Что ведёт к периодическому голоду и вымиранию населения. Выжившие усиливают колонизацию окраин и, соответственно, сведение лесов; затем переход от п. 4 к п. 5 идёт уже там. Выход из этого кризиса везде достигнут урбанизацией, индустриализацией и промышленной революцией: по мере проникновения капитализма в сельское хозяйство оно начинает обслуживать городской рынок, тем более что население городов быстро растёт. «Плоды» развития «городской» науки и техники – машины, химические удобрения, перспективные сорта, передовая агротехника, почвенные карты и пр. – приходят в деревню, существенно повышая урожайность и, главное, делая урожай устойчивыми (7, 9). б. Распашка или урбанизация более 25% территории делает невозможным обитание эдификаторных видов, находящихся «наверху» экологической пирамиды: крупных копытных (их воздействие регулирует парцеллярную мозаику растительности, поддерживает

но ещё не способна вобрать избыточное сельское население. См. *Бессмертный Ю.Л.*, 1990. Жизнь и смерть в средние века, <http://wolf-kitses.livejournal.com/332535.html>

⁹² В первую очередь это климатически неблагоприятные годы. В Нечернозёмной зоне России в этом отношении наиболее опасны холодные и влажные лета, в Чернозёмной зоне – засухи и пыльные бури. См. *А.В. Дулов*, 1983. *op.cit.*

	её естественный паттерн), и крупных хищников-регуляторов для копытных. Достаточно вытеснить их, даже без прямого истребления, и естественное воспроизводство сообщества будет сильно нарушено (3, 8).
II. Период охраны дикой природы, с 1860-1880-х гг. до 1968-1972 гг.	
ба. После промышленной революции в рамках капиталистического развития передовых стран Европы и Северной Америки – быстрая индустриализация и урбанизация, перекидывающаяся на страны «полупериферии» (Россия, Япония, Турция, Австралия, Индия).	а. В зоне влияния соответствующих городских центров – «повторение плейстоценового перепромысла» на новом уровне интенсивности воздействий. Быстрое обезлесение, массовое осушение болот и добыча торфа в зоне бореальных лесов, сокращение промысловых видов зверей и птиц на 2-3 порядка в странах «полупериферии» и до уровня невозможности промысла – в развитых. Тогда же формируются т.н. кольца фон Тюнена⁹³ вокруг крупных городов развитых стран. Регулируя потребительское давление, они впервые в истории превращаются в центры, определяющие уничтожение местообитаний и эксплуатацию биоресурсов на планете (2, 3, 4, 7, 9). б. Падение на порядок численности обычных птиц и др. наземных позвоночных, вследствие развития торговли «дикими» видами и неблагоприятной динамики кружева местообитаний. Помимо сведения лесов, здесь существенен вклад мелиорации, интенсификации с/х использования лугов и других открытых ландшафтов, и урбанизации территории – урбофобные виды оттесняются на периферию региона от «городских ядер». В ту же сторону действует строительство дорог, заводов и др. промышленных объектов на малонарушенных территориях – ландшафт деградирует, а биоразнообразие сокращается пропорционально посещаемости массивов (2, 4, 6, 7, 9).
бб. Колонизация и хозяйственное освоение периферии Ойкумены (Сибири, Дальнего Запада США,	а. Варварское истребление её относительно нетронутой фауны – бизонов и странствующего голубя в Америке, бескрылой гагарки ⁹⁴ и других морских птиц в местах

⁹³ Кольца фон Тюнена – модель размещения сельскохозяйственного производства в зоне влияния города – единственного места сбыта этой продукции, при отсутствии различий в плодородии по всему региону. Предложена немецким экономистом и мекленбургским помещиком Иоганн фон Тюненом в работе «Изолированное государство в его отношении к сельскому хозяйству и национальной экономике» (1826). В этом случае разные отрасли сельского хозяйства располагаются вокруг центра в виде колец, последовательность которых определяется стремлением каждого производителя максимизировать прибыль, технологиями производства и транспортировки, объёмом и номенклатурой спроса на продукцию. См. «Кольца фон Тюнена и влияние города на с/х производство», <http://www.socialcompas.com/2015/02/05/kol-tsa-fon-tyunena-i-vliyanie-goroda-na-s-h-proizvodstvo/>

⁹⁴ Грищенко В.Н., 2004. Пингвин северных морей// Гуманитарный экологический журнал. Т. 6. Вып. 1.

Австралии и Южной Америки, позднее Африки). Там появляются с/х плантации и рудники: их продукция (зерно, скот, сизаль, пряности, чай, кофе, какао, индиго, опиум и пр.) идёт на рынок развитых стран. Последний обслуживают хозяйства не только колонистов из стран Европы (всё увеличивающиеся в числе), но и местных жителей. Частично оно уничтожается при колонизации, а сохранившаяся часть перестраивается под производство «колонияльных товаров».	массового гнездования. Начало избиений китов, котиков и другого морского зверя⁹⁵, переэксплуатация рыбных запасов, в первую очередь для нужд гонки вооружений. Массовое истребление красивых птиц, рептилий и т.п. для женских украшений и других модных прихотей. Распространение самых варварских (поэтому прибыльных) способов истребления рыбы и дичи – поджоги тростников и сухой травы, сбор яиц и птенцов, ловля линных птиц и пр. За 50–70 лет первоначальное изобилие дичи ликвидируется, среди видов экологического ущерба начинает преобладать массовая распашка (с уничтожением естественной растительности открытых травянистых биомов, как в Австралии) и сведение лесов⁹⁶ (1, 2, 5, 7, 8). б. «Для диких животных места нет»: в открытых травянистых биомах «периферии» колонисты истребляют местные виды копытных, чтобы освободить место для домашнего скота (100 лет спустя по обретению независимости то же делают местные жители⁹⁷). Что не превращается в пастбище, то распахируется или там появляются рудники, как это описано для Монтаны в «Коллапсе» Дж. Даймонда. «Дикие» виды теряют доступ к водопоям; одновременно идёт сведение лесов, сопряжённое с фрагментацией оставшихся. При этом теряются их последние убежища, а лес на всю глубину делается доступным охотникам из деревень (2, 3, 4, 5).
7. Рождение общественного движения за охрану природы, в трёх вариантах: американском, центральноевропейском (Германия, Швейцария, Австро-Венгрия) и русско-советском.	а. Быстрое уничтожение лесов, оскудение фауны и флоры, экстремальный уровень загрязнения в городах, несовместимый со здоровым образом жизни даже у достаточно богатых людей, вызвал пессимизм в отношении роли человека на Земле, и «преобразований природы», оставляющих после себя пустыню. Осознание опасности шло разными путями у немецких практиков лесного и охотничьего хозяйства, деятелей

⁹⁵ *Игнатъев С.М.*, 2001. Из истории охраны природных богатств русских морей// Гуманитарный экологический журнал. Т. 3. Вып. 2. С. 28–33.

⁹⁶ В любую эпоху развывание предприимчивости индивидов ведёт к быстрому истреблению самых ценных природных ресурсов, сопряжённому с разрушением соответствующих экосистем: тем быстрее, чем богаче запасы вначале. Особенно негативны последствия этого при слабом государственном регулировании природопользования и/или отсутствии общественного внимания к охране природы. Напротив, государственная борьба с браконьерством и/или последовательное проведение мер по воспроизводству леса и дичи, введение промысла в рамки устойчивого использования быстро приносят эффект даже в эпоху, когда охранять природу ещё не приходит в голову – напротив, она представляется кладовой, из которой можно черпать почти неограниченно. См. «Из истории охраны и разграбления природных богатств в России», <http://www.socialcompas.com/2014/05/16/iz-istorii-ohrany-i-razgrableniya-prirodny-h-bogatstv-v-rossii/> и подробнее - раздел 2.23.

⁹⁷ *Грищенко В.Н.*, 2002. Восточные религии и охрана животного мира// Беркут. Т. 11. Вып. 1. С. 125–138.

	народного образования, у американских философов-трансценденталистов и русских зоологов школы К.Ф. Рулье, почвоведов школы В.В. Докучаева – создателей природоохранного движения в своих странах. Первым были существенны культурно-патриотические, вторым – этико-эстетические аргументы, третьим – соображения научной ценности территорий дикой природы, важности их для общественного прогресса⁹⁸. Начало взятия под охрану территорий дикой природы из патриотических, научных, эстетических и иных соображений. Развитие природоохранного просвещения масс, рост участия в движении учителей, школьников и студентов. Первые успехи в спасении исчезающих видов, ценных участков природных сообществ, привлечении «полезных» животных биотехническими методами, прочный переход к научному ведению лесного, рыбного и охотничьего хозяйства, обеспечившей устойчивость эксплуатации биоресурсов при увеличении запасов промысловых видов и восстановлении лесов (2, 3, 5, 6)
8. Вопросы сохранения среды обитания человека с конца XIX в. ставит социальная гигиена, способствовавшая появлению городских систем водопровода, канализации, хлорированию воды и другим прогрессивным мероприятиям, резко сократившим заболеваемость холерой, дизентерией, брюшным тифом и др. орально-фекальными инфекциями, раньше буквально выкашивавшими горожан. Начало механизации и химизации с/х (экологический ущерб см. 9)	а. Постепенное (к 1920 гг.) понимание необходимости сохранения лесных, луговых и т.п. природных участков, «захваченных» в процессе территориального роста городов, пока из рекреационных и санитарно-гигиенических соображений. В СССР – создание из них экологической инфраструктуры в виде «зелёных клиньев» городских лесов, соединяющихся с рекреационными лесами ближних пригородов, и лесопаркового защитного пояса с радиусом пропорциональным плотности и имеющим статус ООПТ⁹⁹, из соображений «охраны здоровья трудящихся», в 1960-е гг. дополнительных охраной рекреационных ресурсов горожан и идей экологической устойчивости. В 1960-1970-е гг. эта отечественная инновация быстро заимствуется крупными городами соцстран (особенно ГДР и ЧССР) и в наиболее «экологических» из развитых стран (Скандинавия, Канада, ФРГ и пр.). (6, 9, 10, 11) б. В зоне влияния городских центров развитых стран

⁹⁸ Не случайно именно в нашей стране впервые появились концепции заповедника как научной лаборатории на участках, навечно изъятых из хозяйственного использования, для изучения экосистемной динамики при минимуме вмешательства человека, с использованием данных по заповедным экосистемам как контроль планирования природопользования на эксплуатируемых территориях и оценки воздействий на них. Впервые в истории появилось правительство, которое (с декрета СНК 1919 г.) стало воплощать эту теорию в жизнь. См. **Заключение.**

⁹⁹ См. «Эволюционные модели урбанизации, путь СССР – России», <http://wolf-kitses.livejournal.com/95510.html>, «Города: география с экологией», <http://www.socialcompas.com/2014/05/08/goroda-geografiya-s-e-kologii/>

	фрагментация местообитаний развитием а/д сети и дачной (промышленной) застройкой сокращает численность биотопически и территориально консервативных видов зверей, птиц, других позвоночных, приуроченных к крупным массивам коренных сообществ (и поэтому урбофобных). Они исчезают с развитием там «сети» антропогенных нарушений, а тем более при снижении площади и/или фрагментации. Таковы чёрный аист, рысь, медведь, глухарь, филин, мохноногий сыч, трёхпалый и средний пёстрый дятлы и пр. (2, 4, 5, 6).
III. Период попыток перехода к устойчивому развитию, 1972 - ныне	
9. Завершение перехода от экстенсивного с/х к интенсивному. Последнее даже в неблагоприятные годы может произвести нужное количество зерна и мяса для себя и обслуживаемого городского рынка¹⁰⁰. Фактически продуктивность с/х делается независимой от естественной динамики климатических, а затем и почвенных условий. С/х ландшафт становится воистину рукотворным, а поставки зерна, молока, мяса, технических культур на городской рынок – устойчивыми и планируемыми заранее.	а. За рост продуктивности интенсивного с/х повсеместно «расплачиваются» ростом экологического риска: интенсивное с/х делается не меньшим источником загрязнения, чем городская промышленность, увеличение продуктивности «интенсивного гектара» пропорционально увеличивает риск его потери в следующие несколько лет от эрозии, загрязнения, засоления или – самое важное – продажи под застройку близлежащему городу¹⁰¹, рост которого «поглощает» продуктивные земли вокруг¹⁰² (9, 10). б. Превращение <i>обычных</i> видов пернатых хищников в редкие и уязвимые (в ряде случаев – исчезающие) из-за кампаний «борьбы с вредными хищниками» в интересах с/х, широкого применения инсектицидов, химической борьбы с вредными грызунами¹⁰³ (3, 5, 6). в. Массовая гибель насекомых – опылителей и энтомофагов, падение численности насекомоядных птиц и млекопитающих на 2-3 порядка вследствие широкого использования пестицидов (6, 10). г. Массовая гибель пернатой дичи (куриные, пастушки, кулики, дрофы), размножающейся на полях, от уборочной техники (2).

¹⁰⁰ В Западной Европе этот момент наступил в 1890–1900-х г., в США – в 1920-х, в СССР – в 1936 г., когда после коллективизации, создания почвенно-агрономических карт для новосозданных колхозов, прихода в село удобрений и машин, наступившая засуха впервые не привела к голоду, как в предыдущие годы. См. «И засуху победим!», op.cit.

¹⁰¹ См. лекцию 2.12

¹⁰² Мировой кризис пашни как раз и состоит в том, что сначала урбанизация увеличивает продуктивность с/х, обслуживающего соответствующие городские центры, чем ещё больше способствует их росту, развитию промышленности и торговли. Городская земля быстро дорожает, тогда как цена сельскохозяйственной стабильна или даже снижается. Возникает экономический стимул к поглощению городом с/хугодий вокруг, с «отступлением» с/х на менее продуктивные территории. См. подробнее лекцию 2.

¹⁰³ См. Белик В.П., 1997. Некоторые последствия использования пестицидов для степных птиц Восточной Европы// Беркут. Т. 6. Вып. 1–2. С. 70–82; Шилова С.А., 1993. Популяционная экология как основа контроля численности мелких млекопитающих. М.: Наука. С. 9–10, 37–47, 77, 103.

10. Деградация общепланетарных экосистемных регуляторов	а. Трансграничный перенос загрязнений (включая диоксины, полихлорированные бифенилы, и хлорорганические пестициды, накапливающиеся в живых тканях), с концентрацией в «конечных звеньях» цепи питания. В развитых странах – массовое усыхание лесов, гибель гидробионтов от кислотных осадков. Заповедники, национальные парки, вообще малонарушенные природные территории впервые становятся «островами» в «море» урбанизированных и преобразованных человеком ландшафтов, попадают «в перекрестье прицела» промышленных выбросов, с/х и рудничных загрязнений с окружающих территорий (1, 2, 3, 8). б. Деградация водно-болотных угодий, массовое осушение болот для добычи торфа и ведения с/х угрожает миграционным путям разных видов птиц и (что важнее) резко усиливает антропогенные изменения климата¹⁰⁴. Как и добыча углеводородов в зоне тундры и на арктическом шельфе (что стало известно лишь в 1990-е годы). (2, 4, 5, 8, 10). в. Озоновая история – первый успех природоохранников в регулировании глобальной неустойчивости¹⁰⁵ через уменьшение выбросов и структурную реорганизацию отрасли (8, 10, 11). г. Истребление китов с ликвидацией «китового лифта», обеспечивающего биогенами фитопланктон в открытом океане¹⁰⁶» (1, 2, 8). д. Уничтожение тропических лесов для поставок ценной древесины в развитые страны, ведения (примитивного) местного с/х, сейчас также для создания плантаций биотоплива¹⁰⁷ (4, 7, 8),
11. Второй подъём интенсивности с/х в развитых странах Западной Европы и С.Америки (включая увеличение средней дозы удобрений и пестицидов), сопровождающийся перестройкой его структуры и перепланировкой с/х ландшафта («укрупнение полей», исчезновение пустошей, развитие и улучшение сети а/д	а. «Зелёная революция» в луговедении (в разы увеличившая урожаи кормовой травы за счёт удобрения, мелиорации, других форм окультуривания) сильно уменьшила биоразнообразие обычных видов трав в развитых странах. В более богатых условиях почвенного питания и регуляции влажности доминируют 1-2 вида, а остальным грозят редкость, неустойчивость или исчезновение. В результате биоразнообразие лугов и др. форм «традиционного сельхозландшафта» в развитых странах приходится восстанавливать искусственно (4, 6, 9).

¹⁰⁴ См. «Уничтожение природы в развитых странах. Пример Финляндии», <http://wolf-kitses.livejournal.com/268116.html>

¹⁰⁵ См. Борис Жуков, 2007. Протоколы Монреальских мудрецов// Вокруг света. 2007. № 10, <http://www.vokrugsveta.ru/telegraph/theory/450/>

¹⁰⁶ См. Алексей Гиляров. Удобрять поверхностные воды океана, киты поддерживают высокую продукцию фитопланктона, <http://elementy.ru/news/431474>

¹⁰⁷ Алексей Гиляров. От биотоплива пока больше вреда, чем пользы, <http://elementy.ru/news/430691>

дорог в агроландшафтах).	б. Появлении неустойчивости обычных видов птиц, требующей их мониторинга (а не только редких и уязвимых, как в предыдущие годы), с тенденцией неустойчивости к росту¹⁰⁸. Быстрое (неожиданное для натуралистов) сокращение популяций ряда синантропных видов птиц и других животных, ещё вчера бывших благополучными и многочисленными – вроде домового воробья¹⁰⁹, галок, сипух, городских ласточек и пр. (6, 9).
12. Рост благосостояния основной массы населения в «первом мире» и появление «потребительского класса» в «третьем» взвинчивают нагрузку на сохранившиеся естественные местообитания (в сочетании с урбанизацией, увеличивающей тягу горожан к природе).	а. Разрушение местообитаний ближних пригородов сочетанным воздействием рекреации, развития сети а/д, дачного и коттеджного строительства (4, 6, 7, 9, 11). б. Интенсификация массового туризма в «экзотические» страны (в т.ч. дальнего и экологического). Рост рекреационной нагрузки на берега морей и наиболее привлекательных внутренних водоёмов вместе с развитием туристической инфраструктуры ведут к разрушению соответствующих природных ландшафтов. Так уничтожаются уникальные биомы приморских лугов и солёных болот (марши), мангровых лесов и т.д. (4, 5, 6, 8)
13. Быстрое развитие экосистемных последствий антропогенных изменений климата.	а. Учащение засух в зоне, где изменения климата влекут за собой, кроме собственно потепления, также аридизацию. В сочетании с прежней с/х нагрузкой (особенно отгонным животноводством) это ведёт к опустыниванию, деградации пашни и пастбищ, появлению «климатических беженцев». Развитие общественного движения за водо- и почвоохранные лесопосадки в странах третьего мира, появление там же экологически устойчивых способов ведения с/х¹¹⁰ (7, 8, 11). б. Гибель коралловых рифов вследствие потепления климата и закисления воды увеличившейся концентрацией CO₂ (вредно действующим и на других раковинных гидробионтов¹¹¹) (7, 8). в. Увеличение ущерба от тропических циклонов, вызванных ими проливных дождей и наводнений. Их

¹⁰⁸ См. «В дополнение к проблемам пингвинов – по другую сторону медали», <http://wolf-kitses.livejournal.com/284375.html>; «Тренды динамики обычных видов птиц Европы, 1980-2006 гг.», <http://www.ebcc.info/index.php?ID=358>

¹⁰⁹ См. «Домовый воробей – птица бедных кварталов», <http://www.socialcompas.com/2014/10/09/domovy-j-vorobej-ptitsa-bedny-h-kvartalov/>

¹¹⁰ См. подробнее лекцию **1.8** и «Что может сделать один человек?», <http://naturschutz.livejournal.com/16054.html>

¹¹¹ См. *Островский А.Н.* «Коралловые рифы: утраченный рай?», <http://wolf-kitses.livejournal.com/106109.html>; *Елена Наймарк.* «Кораллы гибнут из-за органических загрязнений», <http://www.socialcompas.com/2014/07/02/korally-gibnut-iz-za-organicheskikh-zagrvaznenij/>; *Дмитрий Целиков.* «Кораллы будут истреблены до конца века», <http://science.compulenta.ru/729187/>

	разрушительный эффект резко усиливается сведением лесов в поймах рек и уничтожения водно-болотных угодий, в нетронутом виде поглощающих большую часть паводка ¹¹² (7, 8).

Обозначения. **А** – период, его примерные границы во времени, **Б** – Преобразования дикой природы в их последовательности, в скобках – затрагиваемые компоненты биоты: 1 – ключевые виды, биоценотической активностью которых воспроизводится специфический паттерн мозаичной структуры местообитания. 2 – промысловые виды, биоресурсы (лес, рыба, дичь и т.д.). 3 – виды верхней части экологической пирамиды, популяционные группировки которых требуют значительной территории (крупные хищные птицы и млекопитающие, крупные копытные), 4 – упрощение, фрагментация и полное уничтожение местообитаний «диких» видов. 5 – редкие и уязвимые виды. 6 – обычные виды. 7 – разрушение и трансформация природных ландшафтов (в т.ч. антропогенно изменённых и эксплуатируемых, например, с/х). 8 – «слом» экосистемных регуляторов, 9 – снижение экологической ёмкости местообитаний в с/х и других антропогенно изменённых ландшафтах. 10 – загрязнение и 11 – другие факторы экологического риска, влияющие на здоровье и ожидаемую продолжительность жизни людей.

Это значит, что лимитирующий ресурс охраны дикой природы сегодня – не знания, как эти проблемы решать, не научные разработки и технологии, а *время на принятие решений*. Анализ истории природоохраны показывает, что громадное большинство экологических проблем «беспокоит» общество (и их первый раз пробуют решать) только тогда, когда может быть уже поздно. Особенно с учётом естественного сопротивления тех, кому необходимые меры невыгодны и/или непонятны.

2. Глобальный экологический кризис: признаки и формы проявления

Уже довольно давно деградация живой оболочки Земли «перевешивает» естественное восстановление, самоочищение и пр. (табл. 4). С 1950-1960-х гг. «перевес» постоянно растёт, что диагностирует состояние **экологического кризиса**. Его симптомы см.пп. 1-6 выше, здесь – несколько уточняющих замечаний.

I. Сокращение площадей основных биомов и вымирание видов в целом идут с ускорением, несмотря на отдельные достижения – успешное сохранение биоразнообразия в ряде резерватов, переход к устойчивому лесопользованию в ряде стран, верные политические решения в ответ на биологические инвазии. В 2002 году на конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге с большой помпой была подписана Конвенция

¹¹² См. «Про климатогенную роль растительности», <http://wolf-kitses.livejournal.com/292543.html>

о биологическом разнообразии, предполагающая сильно снизить риск вымирания видов и темп деградации биомов планеты к 2010 году. Продвижение к цели характеризовали 31 индикатором, оценивающими виды и популяции в динамике: их жизнеспособность, разрушение и трансформацию местообитаний, изменения площадей ареалов и экологической полнотенности сообществ, куда они входят.

Увы, они зафиксировали сокращение территорий дикой природы и деградацию биоразнообразия¹¹³. Показатели же антропогенного давления (глобальное потребление ресурсов, «глобальное перемешивание» видов, биологические инвазии, перепромысел, загрязнение нитратами с эвтрофикацией, влияние климатических изменений) сильно выросли. Темпы этих процессов в первое десятилетие XXI века были не ниже, чем в XX.

Видовое и ценотическое разнообразие теряется пугающе быстро. Несмотря на природоохранные усилия, в последние 50 лет угрожаемыми оказываются всё новые и новые виды, ранее благополучные¹¹⁴. Так, неблагоприятное состояние южноазиатских зимовок буквально в последние 20 лет вызвало катастрофическое падение численности (вплоть до угрозы вымирания) многих птиц Сибири и Дальнего Востока – кулика-лопатня, большой горлицы *Streptopelia orientalis*, чирка-клоктуна *Anas formosa*, овсянки-дубровника *Emberiza aureola* и пр.¹¹⁵.

Пример. Показано резкое ускорение вымирания птиц при переходе к современности¹¹⁶. За период с 1500 г. до н.э. вымерло примерно 1,3% из около 10000 описанных видов птиц (≈26 вымираний на миллион видов в год). Это значительно выше, чем базовый уровень вымираний до появления человека (≈ 1/1000000 видов в год), но и оно сильно недооценено.

Скажем, экспансия полинезийцев по архипелагам Тихого океана ликвидировала многие виды задолго до европейцев, причём крупнейшие. По самым скромным оценкам, темпы их истребления аборигенами были выше, чем в следующие 200–300 лет после колонизации европейцами¹¹⁷. Правда, этот блицкриг возможен только на островах; их фауна уязвимей всего в силу закономерностей «островной биогеографии».

¹¹³ Butchart S.H.M., Matt W., Collen B. et al., 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines// Science. Published Online April 29. DOI: 10.1126/science.1187512

¹¹⁴ Что, среди прочего, связано с политическим выбором современных природоохранников. См. лекцию 2.24 и «Критика экологической этики с природоохранных позиций», <http://www.seminarium.narod.ru/moip/lib/sociobiology/ecoetika.html>

¹¹⁵ Рябцев В.В. Мигрирующие птицы Восточной Сибири – жертвы неблагоприятия южно-азиатских зимовок, <http://natschutz.livejournal.com/69277.html>; Сыроечковский-мл. Е.Е., Кулик-лопатень на грани вымирания: современные оценки численности и работ по сохранению вида, http://www.waders.ru/pres25rgk/spoon_syroechkovsky.pdf

¹¹⁶ Pimm S. L., Raven P., Peterson A., Ehrlich C. H., Ehrlich P. R., 2006. Human impacts on the rates of recent, present, and future bird extinctions// PNAS. V. 103. P. 10941–10946.

¹¹⁷ См. Алексей Гиляров. Причины вымирания птиц в Новой Зеландии менялись со временем, <http://wolf-kitses.livejournal.com/338584.html>

Есть и другие доводы в пользу недооценки интенсивности вымираний. Число установленных вымираний в период до 1800 г. постоянно растёт¹¹⁸: по скелетам из «кухонных отходов» древних людей, мумифицированным остаткам и субфоссилиям описываются всё новые виды. Так, на Гавайях после первых контактов с человеком вымерло от 70 до 90 видов птиц из исходного объёма наземной авифауны в 125–145 видов. То же соотношение исчезнувших и оставшихся присуще большинству крупных островов Тихого океана, кроме Новой Зеландии.

Другой пример касается распределения пастушковых птиц (*Rallidae*): по археологическим данным почти каждый остров, имеющий площадь больше некоторой, мог поддерживать ≥ 1 вида этих птиц. На островах без наземных хищников они быстро теряли способность к полёту, делаясь уязвимыми для охотников. Для реконструкции реального темпа вымираний взяли выборку достаточно крупных и географически изолированных островов, на которых вероятно формирование эндемичных видов пастушковых. Далее проверяли, достаточно ли остров велик, чтобы не лишиться фауны при периодических тайфунах и цунами; действительно ли он относится к той области Пацифики, где пастушки многочисленны. Затем смотрели собственно вымирание; тот же метод был применён к попугаям, голубям и другим таксонам. В целом для данного региона при примерно 200 видах наземной авифауны, сохранившихся до прихода европейцев и описанных ими (часть их потом тоже вымерла) около 1000 видов птиц было истреблено полинезийцами.

Однако сколько-нибудь точные оценки скорости вымирания известны только за период 1850 – ныне, поскольку большая часть видов птиц описана после 1850 г.

Далее, многие виды к настоящему времени с высокой вероятностью также вымерли (последние данные о численности показывают нежизнеспособность популяций), однако специалисты бегут преждевременных утверждений. Они правы; до сих пор методы учёта даже крупных и заметных видов настолько несовершенны, что новые данные могут радикально изменить картину. Скажем, авиаучёты в якутской тундре 1970-80-х гг. в рамках советско-американского проекта по спасению белого журавля-стерха *Grus leucogeranus* показали не более 250–300 гнездящихся пар. Однако наблюдения на зимовках в Китае 1990-х гг. говорят о как минимум 2000–3000 птиц.

Возьмём другой исчезающий вид – красноногого ибиса *Nipponia nippon*: последние 6-7 птиц жили на п-ове Садо в Японии, но не могли размножаться из-за экстремального загрязнения рисовых полей тяжёлыми металлами и металлорганическими пестицидами. Их отловили, чтобы разводить в неволе, кормя чистой пищей, но поздно... На счастье орнитологов, в пров. Хубэй северо-западного Китая найдена жизнеспособная колония этих птиц.

С учётом этих поправок Стюарт Пимм и соавт. оценили скорость вымирания птиц за историческое время в ≈ 100 вымираний на миллион видов в год (см. связь между датами описания и датами вымирания разных видов, табл. 5). В XX веке вымирания резко участились, в том числе потому, что многие виды существуют как бы «в подвешенном состоянии»: зависят от

¹¹⁸ Т.е. до начала систематического изучения мировой авифауны «вживую» и массового сбора музейных коллекций.

мер по охране, от заповедания местообитаний до искусственного разведения, и вымрут при их прекращении.

Таблица 5

Даты описания (столбцы) и вымирания (строки) видов птиц

Дата вымирания вида	Дата описания вида					
	До 1600 г.	1600- 1700 гг.	1700- 1800 гг.	1800- 1900 гг.	После 1900	Сумма
До 1600 г.	0	0	0	0	6	6
1600-1700 гг.	0	0	2	4	4	10
1700-1800 гг.	0	0	4	10	13	27
1800-1900 гг.	0	0	10	37	1	48
После 1900	0	0	12	39	12	63
Сумма	0	0	28	90	36	154
CD	0	0	5	16	4	25
Практически исчезнувшие, см. табл. 6	0	0	13	91	53	157
Все	0	0	1689	7079	1207	9975

Обозначения. CD – виды, поддерживаемые исключительно природоохранными усилиями, и число видов в критическом состоянии.

Источник: Pimm et al., 2006.

Темп вымираний в последние десятилетия оценен в $\approx 50/1000000$ видов в год, однако за счёт «подвешенных» подскакивает до 150. Также растёт число вымирающих видов на континентах; раньше таких было больше на островах. Что самое неприятное, число видов, чьё существование зависит от природоохранных усилий (и требует работы многих специалистов, изощрённой техники, значительных материальных затрат), в XX веке росло *быстрее*, чем число вымерших.

Поскольку доселе разрушение местообитаний видов идёт в геометрической прогрессии, его не удаётся «затормозить» хотя бы до линейного роста. Поэтому в XXI веке темп вымираний будет намного выше – до 1000 / 1000000 видов в год; если не снизится скорость истребления лесов, к концу века будет и 1500. Сейчас под угрозой вымирания находятся около 12% видов мировой фауны птиц (и 20% млекопитающих); ещё 12% занимают исключительно малые (точечные) ареалы и существуют ровно до тех пор, пока человек не нарушит их биотопа.

В обсуждении автор показывает, что в отношении риска вымирания птицы – нетипичная группа. Они лучше изучены, привлекают больше внимания любителей и специалистов, сильнее концентрируют усилия

природоохранников и пр. У птиц этот риск был примерно втрое ниже, чем ожидаемый при отсутствии природоохранных мероприятий; именно вторая оценка распространяема на другие группы (кроме, может быть, млекопитающих). Так или иначе, современное вымирание носит всеобщий характер и фиксируется у всех многоклеточных (табл. 6).

Действительно, берём ли мы фауну мира или отдельных регионов, под угрозой исчезновения находится значимо больший процент видов млекопитающих, рептилий, сосудистых растений, рыб и амфибий (что видно из анализа Красных Книг). Скажем, таковы 16% видов цветковых растений из 300000 описанных.

Учащение вымираний в XX веке вызвано ускорением трансформации природных ландшафтов, неотделимой от экономического развития. Чем выше их преобразованность (или, что то же самое, степень хозяйственного освоения территории, «раскладывающаяся» на эффекты урбанизации и интенсивного с/х вокруг городов), тем больше не только редких, но и обычных видов теряют устойчивость существования, сокращают численность/ареал и, в конце концов, начинают вымирать. Это верно для самых разных групп: птицы, дневные бабочки, млекопитающие, амфибии и рептилии, сосудистые растения, насекомые и грибы, связанные с мёртвой древесиной. Сравнение их биоразнообразия в Западной Европе и в б. СССР¹¹⁹ показывает, что при существенной общности флоры и фауны многие виды, обычные во втором регионе, в первом редки и уязвимы – или как минимум, их популяции неустойчивы, с сильной тенденцией к сокращению.

Уточнение деталей. Согласно Джареду Даймонду, виды вымирают, а биоразнообразие сокращается под действием «злой четвёрки» факторов:

- 1) утрата местообитаний;
- 2) их фрагментация, ведущая к «островному эффекту» и отложенному вымиранию;
- 3) цепи вымирания, связанные с биоценоотическими отношениями разных видов;
- 4) «перемешивание биоты», когда местные виды страдают, а сообщества разрушаются вследствие появления агрессивных интродуцентов.

Сейчас нас интересуют лишь оценки скорости вымирания видов и/или отдельных видовых популяций, полученные для разных территорий, биомов или таксономических групп. Они суммированы в «Ускользящем мире» Илкки Хански (М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 340 с.):

«Вопрос о скорости вымирания популяций принципиально важен. Более или менее точный ответ на него можно дать лишь для тех видов, по которым имеется особенно обильная информация, – например, для бабочек, сосудистых растений и птиц в хорошо изученных районах умеренного пояса. Вероятно, наиболее обширная область на всём земном шаре – это Британские острова, где обстоятельные исследования вышеупомянутых и других групп проводились на протяжении многих десятилетий.

¹¹⁹ Интенсивность ведения с/х в первых в среднем на порядок выше, чем во вторых, в значительной степени это относится и к б.соцстранам Восточной Европы. См. *Петриков А.В.*, 2007. Сельское хозяйство и аграрная политика в России: 1975– 2005// Россия в окружающем мире – 2007. М.: изд-во МНЭПУ. С. 16–52.

К. Томас и др. < провели анализ ареалов видов, основанный на том, какая часть из 2861 квадратов сетки с шагом 10 км оказалась занятой. Авторы пришли к выводу, что за последние 40 лет уменьшились ареалы 28% местных видов растений. В то же время за прошедшие 20 лет сократились ареалы 54% местных видов птиц и 74% местных видов бабочек, что поразительно много. Но даже эти цифры, вероятно, недооценивают истинные потери, так как пространственное разрешение атласов Великобритании слишком грубо (обычно квадраты со стороной 10 км), и поэтому уменьшение числа занятых квадратов сетки может давать заниженные оценки истинной скорости утраты популяций <.

Например, Дж. Леон-Кортес с соавторами < использовали данные, собранные на трансекте для оценки изменений встречаемости обычной бабочки голубянки-икар (*Polyommatus icarus*) на участке площадью 35 км² в Уэльсе.

Никакого снижения встречаемости нельзя было обнаружить на сетке с разрешением 1 км, и даже на сетке с разрешением 500 м снижение составило всего 7%. Но если анализировать численность этого вида по встречам взрослых особей, используя значительно более подробный масштаб с учётом распределения по местообитаниям, то истинное сокращение площади ареала достигало 75%. Этот пример наглядно иллюстрирует, что нынешние оценки утраты популяций даже на крупномасштабных картах, вероятно, сильно недооценивают реальную скорость утраты локальных популяций. Однако аналогичные тенденции были выявлены при анализе утраты популяций млекопитающих и в глобальном масштабе <. И это, скорей всего, свойственно практически всем живым существам, распределение которых наносится на карту с помощью стандартных методов.

Скорость вымирания локальных популяций должна хорошо коррелировать со скоростью снижения общей численности популяций, что мы и наблюдаем в Великобритании и других развитых странах Европы с предельно изменённым ландшафтом¹²⁰. На рис. 5 представлены 4 обширных набора данных, количественно описывающих временные изменения сотен популяций птиц, земноводных и других позвоночных за несколько десятилетий. Эти результаты показывают, что популяции наиболее хорошо изученных позвоночных утрачиваются со скоростью около 1,5% в год; в этот диапазон почти наверняка попадает истинная скорость вымирания для тех видов и ландшафтов, к которым относятся данные рис. 5.

...Начиная с 1970-х гг., Международный союз охраны природы (*International Union for Conservation of Nature, IUCN*) вместе с другими организациями и с помощью многочисленных групп специалистов составляет всемирные Красные книги животных и растений. Списки видов, занесённых в эти книги, ныне основаны на критериях, принятых в 1994 г. По сравнению с применявшимися ранее методами оценки статуса видов, находящихся под угрозой исчезновения, новые правила основаны на количественных критериях, характеризующих текущую численность и ареалы популяций, а также их изменения в прошлом. Эти новые критерии были введены для того, чтобы оценить вероятность вымирания за определённый период времени, например, за следующие 20 лет. Виды классифицируются по трём категориям: практически исчезнувшие (*critically endangered – CR*), исчезающие (*endangered – EN*) и уязвимые (*vulnerable – VU*).

Например, вид классифицируется как исчезающий, если он соответствует хотя бы одному из следующих критериев: размер популяции уменьшился, по крайней мере, на 50% за последние 10 лет или за три поколения (выбирается тот период, который продолжительнее); площадь ареала меньше 5000 км², и популяция сильно фрагментирована, или же прогнозируется уменьшение численности популяции и сокращение ареала; популяция насчитывает менее 2500 особей и уменьшилась, по меньшей мере, на 20% в течение последних 5 лет или двух поколений, или же прогнозируется уменьшение числа размножающихся особей; численность популяции менее 250 особей, или ареал менее 50 км²; количественный анализ жизнеспособности популяции предсказывает, что вероятности вымирания больше или равна 20% в течение 20 следующих лет или пяти поколений

¹²⁰ См. «В дополнение к проблемам пингвинов...»

(выбирается более продолжительный период). Как видно из данного перечня, критерии эти вполне исчерпывающие и могут дать ясное представление об уровне угрозы вымирания в последующие десятилетия, если, конечно, имеется необходимая информация для надлежащего применения этих критериев.

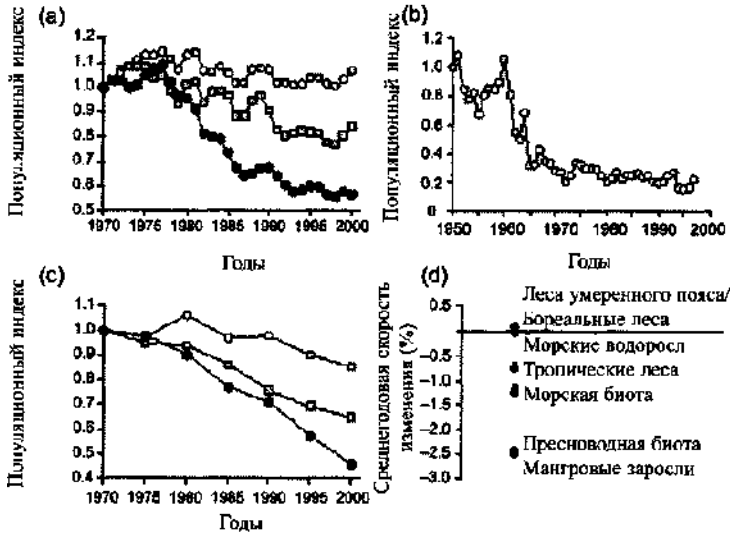


Рис. 5. Уменьшение количества популяций разных групп позвоночных на протяжении нескольких десятилетий

а. Птицы, размножающиеся в Великобритании. Кривые сверху вниз соответственно: все виды (105 популяций), лесные виды (33) и виды, размножающиеся на аграрных территориях (19). **б.** Изменение количества популяций земноводных на всех континентах (936 популяций). **с.** Изменение количества популяций позвоночных в лесном (282 популяции), пресноводном (195) и морском (217) биоме. **д.** Среднегодовая скорость изменения площадей ареалов или обилия позвоночных в шести биоме (из работы Balmford et al., 2003).

Источник: Хански, 2010. рис. 4.7.

В табл. 6 подытожена информация о числе видов позвоночных и растений, вымерших с 1600 г., а также о числе видов, которым грозит вымирание. Информация о беспозвоночных столь скудна и неадекватна, что цифры по ним не стоит даже приводить. Напротив, млекопитающие и птицы столь хорошо изучены, что почти все известные науке виды были оценены по их природоохранному статусу.

Цифры, которые стоит запомнить: от 1 до 2% видов вымерло за последние 400 лет, а ещё от 10 до 20% видов ныне относят к группе, которой грозит глобальное вымирание, но млекопитающих в последней группе вдвое больше, чем птиц. Среди позвоночных животных (без млекопитающих и птиц) и растений лишь около 5% видов достаточно хорошо изучены для того, чтобы можно было классифицировать степень угрожающей им опасности.

Среди классифицированных видов доля вымерших составляет от 1 до 5%, но доля видов, которым угрожает исчезновение, крайне высока, от 40% до 70%. Эти последние цифры могут быть выше, чем неизвестные цифры для всех видов, включая те, что не были классифицированы, поскольку виды, встречающиеся на островах в океане, изучались более

детально, чем материковые виды, островные виды часто бывают уязвимыми из-за их малых ареалов и численностей популяций. За отсутствием лучшей информации мы можем полагать, что доля исчезающих видов среди млекопитающих и птиц применима к позвоночным в целом.

Я уже отмечал, что наши знания о беспозвоночных, хотя они и составляют большинство видов, настолько малы, что никаких оценок глобальной скорости вымирания получить невозможно. Дж. Томас и др. < проанализировали сокращение ареалов птиц, сосудистых растений и бабочек в Великобритании. Они обнаружили, что скорость сокращения ареалов за последние 20 лет была выше среди бабочек (71% видов сократили свои ареалы), чем среди птиц (54%) и растений (28% за 40 лет). Если считать, что причины этого упадка в Великобритании те же самые, что и во всём мире, то результат Томаса и соавторов означает, что бабочки и другие насекомые могут сокращать свои ареалы, по крайней мере, так же быстро, как птицы и растения. Следовательно, можно ожидать, что скорость вымирания насекомых примерно та же, что и у птиц.

Современную скорость вымирания видов можно приблизительно подсчитать, исходя из цифр, приведённых в табл. 6, следующим образом. Среди наиболее изученных групп животных, например, млекопитающих и птиц, около 200 видов вымерло за последние 400 лет, а всего на нашей планете их обитает 15000 видов. Таким образом, среднюю вероятность вымирания вида за 400 лет можно оценить величиной 0,013. Эта цифра соответствует 33 вымираниям на один вид за 1 млн. лет. Время жизни вида млекопитающих, согласно палеонтологической летописи, составляет около 2 млн. лет (М. Fortelius, личное сообщение), поэтому следует ожидать 0,5 вымирания на вид за 1 млн. лет. Эти расчёты показывают, что скорость вымирания за последние 400 лет была в 66 раз выше, чем естественная скорость вымирания. Эта скорость невелика, но она скорее всего занижена, поскольку интенсивность вымирания в настоящее время увеличивается. За последние 100 лет вымирание видов птиц происходило почти вдвое чаще, чем в период с 1600 по 1900 гг...

Таблица 6

Процент вымерших и находящихся под угрозой исчезновения видов позвоночных животных и растений

Группы видов	Число известных видов	Процент видов, для которых был оценен природоохранный статус	Процент вымерших видов*	Процент видов, находящихся под угрозой исчезновения*
Млекопитающие	4842	99	2	24
Птицы	9932	100	1	12
Рептилии	8134	6	5	62
Земноводные	5578	7	2	39
Рыбы	28100	5	6	49
Растения	287655	3	1	69

*Эти проценты посчитаны исходя из количества видов, для которых оценен природоохранный статус (см. третий столбец).

Источники: МСОП; см. www.redlist.org.

Примечание. См. данные о доле угрожаемых видов в основных таксонах, Marsh B. Are we in the Midst of 6th Mass Extinction?// New York Times. 1 Yune 2012. <http://www.nytimes.com/interactive/2012/06/01/opinion/sunday/are-we-in-the-midst-of-a-sixth-mass-extinction.html?ref=sunday> Международной союз охраны природы подсчитал 52 205 видов живых существ и определил для них уровень угрозы вымирания. Каждый значок

означает 100 учтенных видов (учтены не все известные науке виды), черные значки – неугрожаемые виды, красные – угрожаемые.

Важно отметить, что если скорость утраты тропических лесов останется на современном уровне (около 1% в год), то, учитывая, что большинство видов на Земле специализированы к обитанию именно в тропических лесах и не могут выжить где-либо ещё, читатель может быстро подсчитать, что предсказанная скорость вымирания должна быть намного выше, чем указывают исторические записи по птицам и млекопитающим. Скорость глобального вымирания, выраженная в процентах видов, вымирающих за десятилетие, была оценена от 1% до 5% на основе ожидаемой утраты тропических лесов <>. Совершенно ясно, что если уничтожение тропических лесов в ближайшее время не прекратится, то значительная часть видов на Земле будет утрачена уже к концу XXI столетия.

Существенную часть среди вымерших видов составляют такие, о которых нам ничего не известно, даже то, что они существовали. Е. Уилсон (E. Wilson) назвал вымирание таких неописанных видов **центинеланским**. Название происходит от горного хребта Центинела в Эквадоре у подножия Анд, где тропические леса были сведены после освоения этого района людьми¹²¹. Подобные инциденты должны постоянно происходить в тропических лесах, где значительная часть видов, особенно насекомых и других беспозвоночных, до сих пор не описана учёными. Но центинеланские вымирания происходят также и в лесах умеренного пояса, особенно в Северной Америке, где фауна остаётся значительно менее изученной, чем в Европе. Н. Винчестер и Р. Ринг <> описали массивную выборку более 600000 членистоногих, собранных на острове Ванкувер в Британской Колумбии (Канада). На идентификацию всех собранных экземпляров уйдут многие годы, но авторы уже смогли сообщить о 30 видах панцирных клещей и 8 видах жуков-стафилинид, ранее неизвестных науке. Любопытно, что половина новых клещей была найдена в высокоствольном старом лесу, где они населяли наземный покров, состоящий из трёх видов мхов. Но никаких новых видов не было найдено за пределами старого леса» (Хански, 2010: 114–115, 243–246).

В староосвоенных и сильно урбанизированных районах планеты в 1950–1980 гг. вымирание видов шло с той же скоростью, что и в 1990–2000 гг.¹²²; это верно и для предшествующего ему перехода видов в статус угрожаемых. Меньший антропогенный пресс и успешность природоохранных усилий «вчера» с лихвой компенсируется (и даже перекрывается) большим потребительским давлением «сегодня» – а значит, ускоренным развитием экономики в направлении, «перемалывающем» местообитания видов и активизирующем «злую четвёрку». В этом важное отличие современного этапа антропогенной трансформации биосферы: «перемалывание» распространилось на районы планеты, где малонарушенные биомы преобладали буквально вчера; ныне они «острова» в море вторичных и изменённых местообитаний. С другой

¹²¹ Dirzo & Raven полагают, что ещё около 100 000 видов цветковых растений остаются пока неописанными. Большинство из них редкие, малочисленные и принадлежащие к биомам, интенсивно разрушающимся человеком, так что они имеют высокий шанс вымереть до описания.

¹²² См. темп вымирания сосудистых растений в разных странах Европы, Горчаковский П.Л., 1991. Антропогенные воздействия на растительный покров: экологические последствия и мониторинг // Развитие идей академика С.С.Шварца в современной экологии. С. 114–116, <http://naturschutz.livejournal.com/104328.html>

стороны, сохранившиеся «острова» природных ландшафтов на староосвоенных территориях «мирового города»¹²³ находятся под столь интенсивным воздействием с «обступивших» их городских и с/х территорий, что почти сравнялись с внутригородскими ООПТ.

II. Быстрое истощение запасов биоресурсов, особенно рыбы, леса и дичи, – несмотря на развитую науку, способную прогнозировать запас и определять максимально допустимое изъятие; на множество международных соглашений по охране биоресурсов, меры по недопущению чрезмерного (браконьерского вылова) и пр. Так, мировой промысел рыбы и морепродуктов достиг максимума в 1980–1990 гг. (его продолжение с той же интенсивностью вызвало бы крах популяций соответствующих видов) и с тех пор только падает.

III. Рост площадей деградировавших, бесплодных или загрязнённых земель, требующих рекультивации (бэдлендов);

IV. Интенсивное «перемешивание» биоты, учащение инвазий чужеродных видов растений, животных и микроорганизмов, в том числе успешных. Поселяясь преимущественно в «пятнах нарушений» коренных сообществ, коадаптированный комплекс видов которых приспособлен именно к местным условиям, они дестабилизируют ценотические связи, что дальше усиливает деградацию под антропогенным прессом¹²⁴. Разрастание нарушений, фрагментация коренных сообществ ведут к ещё большему распространению инвазивного вида; круг замыкается.

Эти положительные обратные связи («контуры разрушения») включаются, когда трансформированность экосистемы перейдёт некий предел, свой у каждой из них (табл. 7). Они автокаталитически усиливают нарушенность даже при постоянстве воздействий: запускаются разные виды эрозии, оползни и т.д., быстро превращающие всю территорию в бэдленд, рекультивация которого требует немалых средств и усилий

V. В последние 30 лет появляются и мультиплицируются признаки неспособности экосистем кондиционировать нашу общую среду обитания – очищать загрязнения воды, воздуха и почвы, усваивать избыточный CO₂, выбрасываемый промышленностью и транспортом, образующийся при рубках, пожарах, гниении остатков сельхозпродукции и т.п. Так, буферные системы Океана неспособны препятствовать закислению воды вследствие растворения в ней «избыточного» углекислого газа. Оно увеличивается на наших глазах (по данным прогноза, на 150% к 2050 году) и влечёт за собой множество негативных последствий для биоты,

¹²³ Куда входят Европа, восточное и западное побережья США, Японии, мегаполисы южной и восточной Азии и пр.

¹²⁴ См. например «Ясени гибнут. Кто виноват и что делать?», <http://www.socialcompas.com/2014/11/03/yaseni-gibnut-kto-vinovat-i-chto-delat/>; «За ясениями - самшиты», <http://www.socialcompas.com/2015/02/26/za-yaseniyami-samshity/>

сравнимых с массовым вымиранием в пермотриасе¹²⁵, при сходном уровне закисления¹²⁶.

Пример. Даже сегодня продолжают истребляться леса, хотя необходимость их глобальной охраны вполне очевидна. Мэтью Хансен с соавт.¹²⁷, опираясь на дистанционные методы оценки динамики площадей, занятых ими на всех континентах, выявили их сокращение на 3,2% в 2005 г. в сравнении с 2000 г. (когда она составляла 32 688 000 км²).

Максимальные темпы исчезновения – у таёжных лесов (особенно в Канаде, и преимущественно от пожаров) и влажных тропических (особенно в Бразилии; сводятся под сельскохозяйственные угодья и для разведения скота). За ними идут сухие тропические леса и леса умеренной зоны. Если сравнить по континентам, сильнее всего сократились леса в Северной Америке, если по странам, то лидеры Бразилия (утрачено 165 000 км² лесов) и Канада (160 000 км²).

«...исходные данные были получены с помощью спектрорадиометра **MODIS** (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) – прибора, установленного на борту американских спутников серии **EOS**, а также приборов на спутнике **LandSat**. Хотя данные с них находятся в открытом доступе, проблема состояла в том, как выбрать необходимые участки, поскольку невозможно получить с достаточно большим разрешением снимки, которые бы сплошь покрывали всю территорию суши, занятую лесами.

Авторы... действовали методом выборок, проанализировав сведения из 514 случайно взятых «проб» (площадок размером 18,5 * 18,5 км²). «Лес» определяли как участок суши, на котором не менее 25% поверхности земли покрыты кронами, а средняя высота стволов ≥ 5 м. Использование единой методики позволило авторам сопоставить данные за 2000-й и 2005 год. Выяснилось что общая площадь лесов в 2000 году оценивалась в 32 688 000 км². Однако к 2005 году она сократилась на 1 011 000 км², то есть на 3,1%. Таким образом, в среднем, утрата лесов за год оценивалась как 0,6% (рис. 6)¹²⁸».

Аналогично рис. 7 показывает

¹²⁵ См. «Изменение климата, 2014 г. Воздействия, адаптация и уязвимость. Резюме для политиков», https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_ru.pdf; Дмитрий Целиков, К 2100 году изменение климата подорвёт системы мирового океана, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10009541/>; Пост кислотности океана усугубит глобальное потепление, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10008703/>; Подкисление мирового океана приведёт к резким изменениям цикла азота, <http://science.compulenta.ru/584223/>; Животные уже растворяются в кислоте Южного океана, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10002555/>; Александр Березин. Когда в морях наступит новый меловой период? <http://science.compulenta.ru/715537/>; Пятая часть всех коралловых рифов планеты исчезла вследствие повышенной кислотности морской воды, <http://novostinauki.ru/news/5698/>

¹²⁶ См. «Повышенная кислотность океана вызовет массовое вымирание», <http://novostinauki.ru/news/12612/>; Кирилл Стасевич, 2015. Кислотные дожди могли вызвать самое массовое вымирание// Наука и жизнь. №8, <http://www.nkj.ru/news/25677/>; Дмитрий Целиков, 2011. Кислый океан помог массовому исчезновению, <http://science.compulenta.ru/632665/>

¹²⁷ Matthew C. Hansen, Stephen V. Stehman, Peter V. Potapov, 2010. Quantification of global gross forest cover loss // PNAS. V. 107. № 19. P. 8650–8655.

¹²⁸ Алексей Гуляров. Темпы исчезновения лесов на планете, <http://elementy.ru/news/431315> См. также карту приобретений и потерь в лесистости для разных территорий земного шара в период 2000–2013 гг., где соответствующий процесс дан в крупном масштабе и в режиме реального времени, <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

а) степень антропогенной нарушенности основных биомов планеты;
 б) ускорение нарушений в последние 50 лет вопреки всем природоохранным усилиям и мощным «зелёным» движениям в ряде стран. Данные рис. 7 удобно сравнить с предельными нормами антропогенной трансформации разных типов природных ландшафтов (столбец А табл. 7). Видно, что для многих биомов предел уже достигнут или превзойден.

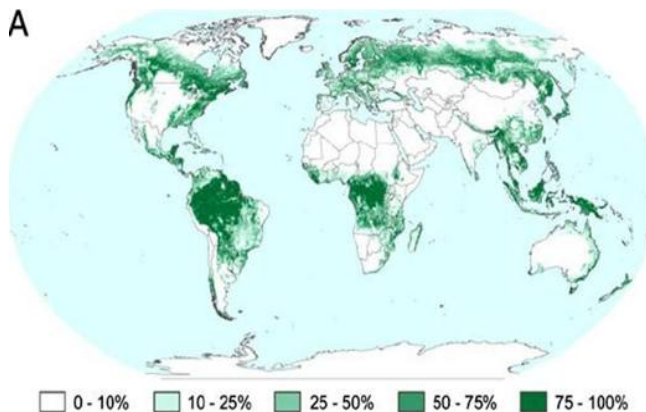
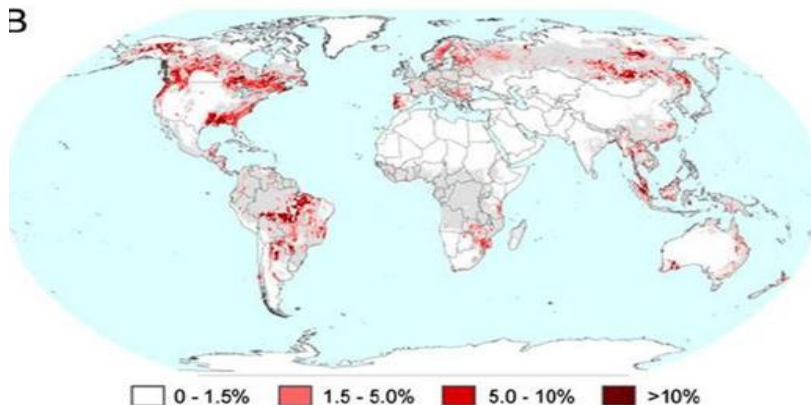


Рис. 6. А. Процент покрытия поверхности Земли лесами; большая интенсивность серого соответствует большей площади покрытия лесов.



В. Оценка сокращения покрытия лесами поверхности Земли в период с 2000-го по 2005 год; большая интенсивность серого соответствует более значительному сокращению площади лесов.

Рис. 6. Темпы исчезновения лесов по данным спутниковой съёмки

Обозначения. По данным спутниковых обследований, суммированных в обсуждаемой статье.

Источник: Matthew C. Hansen, Stephen V. Stehman, Peter V. Potapov, *ibid.*

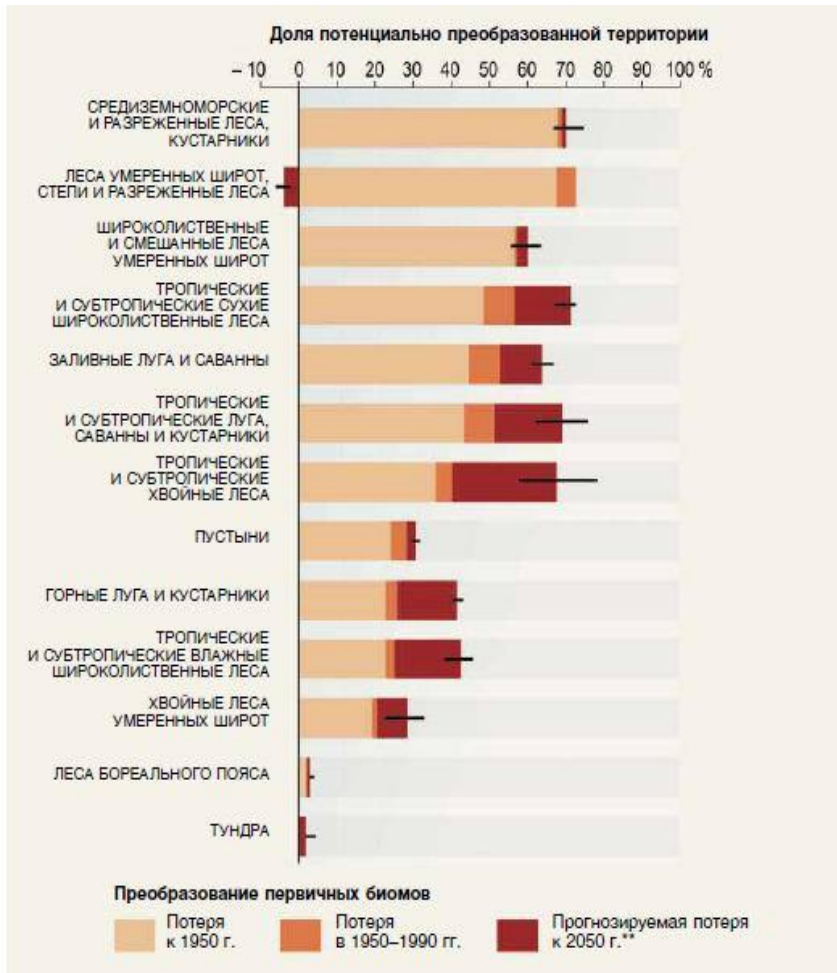


Рис. 7. Доля антропогенно преобразованной территории в различных биомов планеты, и прогнозируемые темпы роста трансформации экосистем в будущем

Источник. Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report, рисунок 3.

Таблица 7

Предельно допустимый уровень антропогенных нарушений ландшафтов (с упором на биомы Дальнего Востока России)

Зональный тип ландшафтов. Подзональные и высокопоясные комплексы	Теплообеспеченность, сумма эффективных температур, °С	Продуктивность фитомассы п/га (для равнин)	Типы и подтипы среды			
			<i>А.</i>			<i>Б.</i>
			Равнины		Горы	
			Без мерзлоты	На мерзлоте		
1. Холодная гольцовая пустыня. Гольцы	Холод, <600	7		I 98	I 100	Неустойчивые комплексы
2. Тундра. Субарктические и горные тундры	Холодный, 600-800	25		III 90	IV 100	А
3. Лесотундра. Предтундровые и подгольцевые редколесья	Холодный. 800	35		V 80	VI 100	
4. Тайга северная. Северотаёжные леса и горно-таёжные леса редуцированного развития	Умеренно холодный 1800–1000 2100–1200	60–70	I 60	II 75	III 75	Слабоустойчивые комплексы
5. Тайга средняя. Средне-таёжные леса и горно-таёжные леса ограниченного развития	Умеренно тёплый 1200–1400 1400–1600	70–80	I 55	II	III 60	Среднеустойчивые комплексы В

Зональный тип ландшафтов. Подзональные и высокопоясные комплексы	Теплообеспеченность, сумма эффективных температур, °С	Продуктивность фитомассы п/га (для равнин)	Типы и подтипы среды			
6. Тайга южная. Южно-таёжные и горно-таёжные леса оптимального развития	Тёплый 1600-1800	80-90	I 50	II	III 35	Устойчивые комплексы Г
7. Подтайга. Подтаёжные и горно-таёжные леса оптимального развития	Тёплый 1800-2000	100	IV	V	VI 55	Устойчивые комплексы Г
8. Широколиственно-лесной	Очень тёплый	120	40 I		II 45	Высокоустойчивые комплексы Д
9. Пойменные леса. Интразональные леса	2000-2200	200	III 35		IV 40	Высокоустойчивые комплексы Д

Источник: Рянский Ф.Н., *op.cit.*

Обозначения. **А.** Процент естественных экосистем в ландшафте, достаточный для самовосстановления его до зонального типа (подтипы сред). **Б.** Сравнительная оценка устойчивости природной среды.

Факты деградации основных биомов планеты суммированы в «Сводном докладе об оценке экосистем на пороге тысячелетия», вышедшем в 2005 году¹²⁹. Он подготовлен в рамках одноимённой международной программы 1360 специалистами из 95 стран при участии Института мировых ресурсов¹³⁰

Иными словами, катастрофическое сокращение биоресурсов, воспроизводимых дикой природой, вошло в клинч с ростом глобального потребления. В стремлении его обеспечить на фоне оскудения старых источников общество переходит к эксплуатации всё более бедных месторождений и легко деградирующих ландшафтов, к более мощной технике, потребляющей больше энергии, оставляющей бóльшие отвалы и пр.

В структуре потребления доминируют природно-возобновимые ресурсы (табл. 8); из них важнее всего биомасса, «урожай» экосистем (естественных и агро-). Их истощительная эксплуатация – максимальная угроза развитию человечества и важнейший стимул к эффективной охране природы одновременно, чтобы «урожай» был устойчивым, эксплуатируемые ресурсы не истощались, а природные ландшафты не деградировали при эксплуатации. В известной степени это верно и для минеральных ресурсов.

Таблица 8

Общий ассортимент ресурсов, потребляемых человечеством

Ресурсы	Млн. т.	%	Ресурсы	Млн. т.	%
Природно-возобновимые	3 655 131	99,7	Антропогенно-возобновимые	3140	0,1
Вода	3 240 000		Металлы:		
Воздух	400 000		Железо	1547	
			цветные и другие	93	

¹²⁹ См. <http://www.millenniumassessment.org/en/synthesis.asp>

¹³⁰ Институт мировых ресурсов (*The World Resources Institute, WRI*) – независимый «мозговой центр» (*think tank*) исследователей в области охраны природы и устойчивого развития. Создан в 1982 г. Джеймсом Густавом Шпетом (*Gus Speth*) на средства фонда Джона Д. и Кэтрин Т. МакАртуров, базируется в г.Вашингтон, США. На институт работают более 100 специалистов-экологов, экономистов, политических экспертов, бизнес-аналитиков, специалистов в области статистики, картографирования и связей с общественностью. Основные направления работы: *People & Ecosystems* (Остановить/обратить вспять быструю деградацию основных биомов планеты, восстановить их способность воспроизводить необходимые людям ресурсы), *Climate, Energy & Transport* (защита климата от изменений, вызванных выбросом парниковых газов, содействии с перестройке энергетики и транспорта в сторону большей безопасности с точки зрения последствий для климата), *Governance & Access* (обеспечение открытого доступа к информации об экологической ситуации в разных частях планеты, о состоянии ресурсов, демократичности принятия решений), *Markets & Enterprise* (использование рыночных механизмов и частной инициативы для охраны окружающей среды).

Ресурсы	Млн. т.	%	Ресурсы	Млн. т.	%
<i>Растительная биомасса:</i>			<i>Строительные материалы:</i>	<u>1100</u>	
пищевая			Прочие	400	
сельскохозяйственная	<u>13 231</u>		Невозобновимые (энергетические)	6593,1	0,2
непищевая	36		Углеводородные ископаемые:		
сельскохозяйственная	<u>1100</u>		Нефть	<u>3000</u>	
древесина	5		Газ	<u>1368</u>	
прочее			Уголь	<u>2200</u>	
<i>Животная биомасса:</i>	<u>745</u>		Прочие	25	
пищевая					
сельскохозяйственная	3				
непищевая					
сельскохозяйственная					
рыба и морепродукты	111				
			<i>Радиоактивные материалы:</i>	0,1	
			Уран		
			<i>Итого всех ресурсов</i>	<i>3 664 864</i>	<i>100</i>

Примечание. Показано среднегодовое использование различных типов ресурсов в общем объёме ресурсопользования, в целом по миру, 1987–1993 гг. Для воздуха и воды приводятся оценочные данные, без учёта их использования для разбавления загрязнений

Источник: Люри Д.И., 1999а. Взаимодействие природы и общества – путь к кризису. Кризисы в системе «природа–общество» // Анатомия кризисов. Главы 8–9. Ред. А.Д. Арманд, Д.И. Люри. М.: Наука. С. 116–163.

Существенно, что потребление ресурсов табл. 8 «увеличивается быстрее, чем население Земли (в среднем, без учета региональных различий). ... 40 лет, с 1950 по 1990 г., численность людей выросла в **2,1** раза, то потребление 20 основных видов сырья *повысилось* в среднем в **4,4** раза. Более всего, в 6–7 раз, увеличилось использование энергетического и минерального сырья, несколько меньше, в 2,5–3 раза, пищевых и других природно-возобновимых ресурсов. Параллельно этому темпы прироста населения *упали* с 1,84 до 1,74 %/год» (Д.И.Люри, *ibid.*).

За вторую половину XX века ВВП в расчёте на одного жителя планеты вырос в **2,7** раз. Годовой ВВП вырос более чем в **6** раз и достиг \$40,5 трлн. Мировое производство зерна увеличилось более чем в 3, соевых бобов в 9, мяса и рыбы в 5 раз. В 4,6 раза выросло потребление ископаемого топлива, в 5 – производство автомобилей, их совокупный парк – в 10, велосипедов – почти в 9. Только в период между началом 1960-х гг. и 1995 г. производство используемых человеком материалов выросло в 2,4 раза, приблизившись к 10 млрд.т./год. Производство металла увеличилось в 2,1 раза, лесоматериалов в 2,3, минералов в 2,5,

синтетических материалов в 5,6 раз и т.д. (*Worldwatch Database Dusk*¹³¹, June 2000).

Эта тенденция наблюдалась ранее, в 1850-1950 гг., и сохраняется ныне, в 2000-х: в условиях рынка потребности людей *размножаются быстрее, чем сами люди* (табл. 9–10).

Таблица 9

Рост потребления ряда товаров в разных регионах мира

	Машины, шт/1000 человек		Бензин, кг/душу населения		Бумага для письма и печати, кг/душу населения		Электроэнергия, кВт/ч на душу населения	
	1975	1993	1970	1995	1970	1995	1980	2000
Африка южнее Сахары	-	11	22	27	2,2	1,6	463	457
Арабские страны	16	42	32	113	2,1	2,9	518	1406
Южная Азия	2	5	5	10	1,2	1,9	132	376
Восточная Азия	1	6	5	29	1,6	7,5	253	918
Юго-Восточ- ная Азия и Тихоокеанский регион	7	18	19	39	1,6	6,8		
Латинская Америка, страны Карибского бассейна	40	61	99	152	7,2	10,7	845	1528
Все развиваю- щиеся страны	8	16	21	43	2,2	5,2	318	810

¹³¹ *Worldwatch Institute* – независимая исследовательская организация в области экологически устойчивого развития и охраны окружающей среды, фокусирующаяся на проблемах мировой динамики. Занимает верхнюю строчку в Топ-10 мировых экспертов в области устойчивого развития. Институт проводит исследования по наиболее острым экологическим проблемам современности глобального уровня, распространяет информацию о современном состоянии мира, предлагает стратегии ответа на глобальные вызовы, с которыми человечество сталкивается в XXI веке – изменения климата, деградация биосферы, бедность, истощение ресурсов сырья, рост населения и т.п. Наиболее известные публикации Института – ежегодник «State of the World. A Wordwatch Institute report toward a progress to sustainable society», «Vital signs» и т.п. Приоритетные программы Института – *Building a Low-Carbon Energy System* (создание энергетики, менее зависимой от углеводородного топлива), *Creating a Healthy Future for Agriculture* (экологически безопасное с/х, и при этом достаточно продуктивное для решение проблемы голода и бедности), *Developing a Sustainable Global Economy* (действия в пользу экологической устойчивости мировой экономики). Основан в 1974 году Лестером Р. Брауном, находится в г.Вашингтон, США.

	Машины, шт/1000 человек		Бензин, кг/душу населения		Бумага для письма и печати, кг/душу населения		Электроэнергия, кВт/ч на душу населения	
Развитые страны «первого мира»	289	405	554	500	45,7	78,2	4916	7336

Источник: Смирнова Е.В., 2006. Потребление и окружающая среда // Информационный бюллетень НИАЦ «Экология и рациональное природопользование». Вып. 3. С. 6.

Таблица 10

Сравнение темпов роста населения и производства разных видов товаров, полуфабрикатов и сырья, в 1950–1990 гг.

	1950 г.	1990 г.	Увеличение, раз
Население, млрд.	2,52	5,29	2,1
Нефть, млн. т в год	520,00	2 910,00	5,6
Уголь, млрд. т в год	1,50	5,20	3,5
Газ, млрд. м ³ в год	193,80	1 960,00	10,1
Сталь, млн. т в год	189,30	772,00	4,1
Алюминий, млн. т в год	1,65	17,90	10,9
Медь, млн. т в год	2,30	8,80	3,8
Удобрения, млн. т в год	15,90	138,00	8,7
Цемент, млн. т в год	133,70	940,00	7
Зерновые, млрд. т в год	0,68	1,95	2,9
Картофель, млн. т в год	144,00	267,00	1,9
Бобовые, млн. т в год	21,50	57,80	2,7
Сахар, млн. т в год	31,10	11,40	3,6
Молоко, млн. т в год	263,50	544,10	2,1
Яйца, млн. т в год	10,10	35,50	3,5
Рыба, млн. т в год	20,00	97,50	4,9
Вода, км ³ в год	910,00	3 240,00	3,6
Древесина, млн. м ³ в год	1,45	3,47	2,4
Хлопок, млн. т в год	6,20	18,40	3
Шерсть, млн. т в год	1,80	3,10	1,72

	1950 г.	1990 г.	Увеличение, раз
Каучук, млн. т в год	1,90	5,00	2,6
В среднем			4,4

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология. Из лекций по курсу «Основы биологии» для первого курса факультета биологической и медицинской физики МФТИ, <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/lection22.html>

«Состояние потребления сегодня» анализируется в одноимённой работе Гэри Гарднера, Эрика Ассадурия и Раджики Сарин¹³². В 2003 году в США было больше частных автомобилей, чем зарегистрированных водителей, высоким спросом пользовались спортивные модели, неумеренно потребляющие бензин. Площадь новых зданий, построенных в 2002 году, на 38% больше, чем в 1975, хотя снизилось среднее количество проживающих в каждом доме. Сами американцы *тоже стали крупнее*; возникла целая индустрия с многомиллиардным оборотом, направленная на удовлетворение запросов «больших» американцев, обеспечивающая их негабаритной одеждой, особо прочной мебелью и даже безразмерными гробами.

Львиная доля потребительского давления, и его ускорение обеспечиваются мировым «потребительским классом», описанным в работе Мэтью Бентли – консультанта ООН по окружающей среде:

«Эти люди имеют доход, эквивалентный более \$7000 с учетом паритета покупательной способности (т.е. доход измеряется относительно покупательной способности местной валюты), что примерно соответствует официальному уровню черты бедности в Западной Европе. Глобальный потребительский класс весьма неоднороден по уровню достатка, однако большинство его членов пользуются телевидением, телефоном и Интернетом и, соответственно, вбирают в себя ту культуру и те идеи, которые они распространяют. В целом глобальный потребительский класс составляет приблизительно 1,7 млрд. человек, т. е. более четверти всего населения мира. Почти половина глобального класса потребителей живет в развивающихся странах: на Китай и Индию, вместе взятые, приходится более 20% его общей численности.

Фактически потребительский класс этих двух стран, насчитывающий 362 млн. человек, больше, чем во всей Западной Европе (хотя средний китаец или индус, конечно, потребляет существенно меньше среднего европейца). При этом многие развивающиеся страны вообще не

¹³² Гарднер Г., Сарин Р., Ассадурия Э., 2004. Состояние потребления сегодня// Россия в окружающем мире–2004. М.: изд-во МНЭПУ. С. 180–204.

представлены в этой новой потребительской волне: меньше всего численность потребительского класса в центральной и южной Африке, где он насчитывает всего 34 млн. человек¹³³».

Иными словами, этот класс пусть неравномерно, но распределён по всему миру, его образ жизни мы видим в кино и на ТВ, причём в первую очередь быт и потребление, а не труд и творчество, что стимулирует бедных во всём мире стремиться к тому же самому. Его члены живут не в своей локальности, а в «мировой деревне» (глобальные связи им важнее), они распространяют культуру и идеи «общества потребления» как стандарты «нормальной жизни». Так, в двадцатимиллионном Сан-Паулу, где около 45% населения ютится в кварталах нищеты, холодильник есть примерно в 40% домохозяйств, водопровод и канализация – в 48%, телевизор – в 85%. То же верно для других мега- и мегалополисов: влияние потребительских идей шире собственно потребительского класса и охватывает большинство желающих вырваться из бедности.

Интенсификация потребления вздувает расточение сырья; в 1990-2000 гг. это свело на нет все успехи в снижении ресурсоёмкости, экономии и пр. С 1960 по 1995 год объём используемых в мире полезных ископаемых вырос в 2,5 раза, использование металлов – в 2,1, древесины – в 2,3, а синтетических материалов, в том числе пластмасс – в 5,6 раз. Рост потребления сырья всегда опережал рост численности населения и продолжался даже после того, когда в глобальной экономике заняли важное место такие нематериалоёмкие отрасли сферы обслуживания, как телекоммуникация и финансы. Так, потребление металлов удвоилось притом, что металлы стали играть много меньшую роль в создании материальных ценностей: в 2000 г. для производства продукции на \$1 мировая экономика использована на 45% меньше металла, чем в 1970 г.

Сейчас на долю вторичной меди приходится только 13% используемого металла (против 20% в 1980 г.), вторичного свинца ≈50% (в 1980 г. – 62%), треть алюминия, стали и золота, 19% цинка (в 1980 г. – 39%, 48%, 53% и 27%). Развитые страны могут себе позволить содержать инфраструктуру комплексной переработки мусора, но не делают этого, городские отходы проще вывезти или захоронить. В 24 странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), предоставивших соответствующие данные, в среднем перерабатывается лишь 16% городских отходов, половина стран перерабатывает <10% отходов.

¹³³ Гарднер и др., *ibid.*, табл. 7-2, 7-3. Важно, что в советском кино и ТВ (как и в прочих соцстранах), где труд, творчество и борьба преобладали над бытом, частной жизнью, демонстрацией потребления и пр., последнее много экологичней. Особенно в отношении расхода материалов на тару/упаковку (одноразовые пакеты, бутылки и пр. зло вовсе отсутствовали), и затрат на рекламу, в развитых странах давно чудовищных.

Изготовление бумаги из вторсырья выросло незначительно, с 20% в 1921 г. до 38% сейчас. Сравнительно с ростом потребления, именно сегодня количество переработанной бумаги больше, чем когда-либо. Если эта тенденция сохранится, на планете не останется лесов. Человеку же в современном мире для получения образования и нормального общения нужно потреблять в среднем 30–40 кг бумаги в год (в Индии потребляется 4 кг, в США – 570 кг).

Параллельно растёт производство отходов. Средний житель любой из стран ОЭСР в 2002 году производил их 560 кг в год (в 1,8 раза больше чем в 1995 г.); эта тенденция сохранилась и по сейчас. В 2002 году средний норвежец (эта страна – один из лидеров во вторичной переработке мусора) производил 354 кг отходов, что на 7% больше, чем в 2001 г. Правда, переработка отходов выросла на те же 7%. Средний американец производит на 51% больше отходов, чем житель любой из стран ОЭСР, а доля переработанных отходов не растёт с 1995 г.

Иными словами, в развитых странах образование отходов *опережает* рост производства. Хуже того, отходы накапливаются быстрее, чем очищаются, и этот разрыв увеличивается. Авторы известной модели мировой динамики World3 Деннис и Донелла Медоузы показывают, что это а) вообще присуще «стандартному сценарию» модели, где служит причиной *коллапса* урбанистической и промышленной структуры человечества¹³⁴ и б) неустранимо без последовательного ограничения рынка планированием на общесоциальном уровне, и вытеснения конкуренции солидарностью, неравенства – равенством. См. подробнее лекцию 2.

Уточнение деталей. Рост обособленности людей, индивидуализм, также интенсифицируют потребление, а необходимость заработать на него дополнительные деньги ещё больше разобщает людей, отталкивает друг от друга. В этом колесе и вращаются жители развитых стран, что вместе с демографическими изменениями снижает среднее число людей,

¹³⁴ Термин введён Донеллой Медоуз, Деннисом Медоузом, Йоргеном Рендерсом и Вильямом III Беренсом в эпохальной работе «Пределы роста. Доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества»» (2-е изд. М.: изд-во МГУ, 1991. 208 с.), и описывает шокирующий результат имитационного моделирования мировой динамики по сценарию «бизнес как всегда».

Он вполне оправдался: во второй книге «За пределами роста» (1994) Д.Медоуз с соавт. показывают, что, несмотря на все частные успехи природоохранных мер 1970-х и мощный экологический алармизм, экономическое развитие так и не удалось ограничить возможностями биосферы. С 1980-х гг. наблюдается выход за пределы и развитие в сторону максимальной неустойчивости. Поэтому главная задача охраны окружающей среды сегодня – не «торможение перед пределами» (эта возможность бездарно упущена), а возвращение к ним. Последнее также должно было стать программой экологически устойчивого развития на глобальном, национальном и местном уровне. Однако из-за победы капитализма над «коммунистической» альтернативой (СССР и его союзники) эта возможность также упущена. См. лекции 2–3.

составляющих домохозяйство, что увеличивает душевое потребление ресурсов и выброс отходов.

«[Во всём мире уменьшается численность] домохозяйств – число людей, живущих под одной крышей и имеющих общий быт (и производство, если это крестьяне или ремесленники). В 1970–2000 гг. в развивающихся странах оно упало в среднем с 5,1 до 4,1, в промышленно развитых – с 5,5 до 3,2, притом, что общее число домашних хозяйств выросло. В странах ЕС оно же уменьшилось с 2,8 в 1980 г. до 2,4 в 2005 г; также стали всё чаще встречаться домохозяйства из одного человека или с одним из родителей и ребёнком (детьми).

Однако уменьшение численности домохозяйств увеличивает расточительность их быта. Для возведения каждого нового дома необходимы земля и стройматериалы. Кроме того, экономия за счёт коллективного использования воды, энергии, уборки мусора, бытовой техники, хозяйственных принадлежностей выражена тем хуже, чем меньше людей живёт в доме. Чем меньше людей составляет домохозяйство, тем больше они потребляют воды и энергии в расчёте на 1 человека, производят больше отходов и требуют больше места для жизни. Так, каждый американец, живущий один, использует на 17% больше энергии на человека, чем совместно живущая пара, та же – на 23% больше, чем семья из трёх человек и т.п.».

При этом в последние 30 лет рост потребления в развитых странах (включая «экологичные» страны ЕС) точно соответствовал процентам экономического роста, что прогнозируется и на будущее (для ЕС до 2030 г. – 2,4% экономического роста и такой же рост потребления). Это значит, что даже они не готовы использовать прирастающее богатство на дополнительное сохранение дикой природы, безопасную утилизацию бытовых отходов, отказ от частного а/т в пользу общественного и другие проблемы социального целого – только на личные нужды.

Рост потребления ведёт к деградации биосферы. «Экономические усилия» людей по добыче ресурсов, их транспортировке и переработке в товары создают и поддерживают «пятна» нарушений «живого покрова» планеты; каждый произведённый товар суть отложенный отход, его «размещение» в природных сообществах даст аналогичное «пятно нарушений». Как видно из рис. 7, природные биомы под натиском человека сжимаются и фрагментируются, уступая место жилой застройке, фермерским хозяйствам, торговым площадям, заводам и фабрикам и, главное, свалкам и бэдлендам. Сейчас слой морских водорослей сокращается на 0,01–0,02% в год, тропические леса – на 0,8%, улов морской рыбы – на 1,5%, площадь водно-болотных угодий суши – на 2,4%, мангровых лесов – на 2,5%. Положительная тенденция отмечена только в зоне умеренных и бореальных лесов, ежегодно возрастающих на 0,1% за счёт лесопосадок в развитых странах.

Гарднер с соавт. (2004) также приводят данные о больших ежегодных потерях площади коралловых рифов, естественных пастбищ и пахотных земель, которые трудно установить количественно. Земля располагает 1,9 га биологически продуктивных земель на человека, способных снабжать нас необходимыми ресурсами и поглощать отходы. Однако запросы мировой экономики сегодня настолько велики, что средний человек использует не менее 2,3 га продуктивных земель. Из этого видно,

что уровень потребления превысил экологическую емкость планеты уже в конце 1970-х или начале 1980-х гг.

Как писал Николай Олейников о среднестатистическом обывателе-потребителе

*«Когда ему выдали сахар и мыло,
Он стал домогаться селёдки с крупой
Типичная пошлость царила
В его голове небольшой»*

Поэтому главный фактор роста антропогенной нагрузки на биосферу – активность «потребительского класса», от деловой до отдыха и перемещений, отнюдь не рост населения. Увы, в современном мире рынок не просто потакает «домогательствам» потребителей, но усиливает их и рождает новые, на чём делает хорошие деньги – ценой разрушения природы. «Вещизм» повсеместно вытесняет «детизм», рост потребления «обменивается» на снижение рождаемости, но первое идёт много быстрее второго. К тому же в «бедных $\frac{3}{4}$ планеты», где качество жизни практически не растёт, рождаемость тоже снижается¹³⁵.

«Несмотря на то, что американское население увеличивается примерно на 3 млн. в год, а рост населения Индии равен почти 16 млн. в год, рост американского населения сильнее воздействует на окружающую среду. В том числе, они дополнительно выбрасывают в атмосферу 15,7 млн.т углерода по сравнению с 4,9 млн.т в Индии» (Гарднер и др., 2009, op.cit.). Поэтому потребительское давление на биосферу растёт с ускорением, демографическое же тормозится (лекция 2).

Сравнение скоростей разных процессов роста за последние 150 лет показывает, что население растёт *медленнее всего*. Приняв его за 1, видим, что роста производства зерна $\approx 1,2$ ¹³⁶, мяса – 1,7, добычи нефти, угля и других энергоносителей – 2,5, станков, тракторов и пр. продукции машиностроения – 3,5–6. Финансовый капитал прирастает быстрее производственного: проценты по вкладам и кредитам ≈ 10 –12% и более. Ежедневный оборот конвертируемой валюты вырос с \$15 млрд. в 1973 г. до \$1,2 трлн. в 1995 г. Понятно, что в рыночной экономике деньги вкладываются в самые прибыльные проекты, при совершенствовании оценки их с точки зрения прибыльности. А вот совершенствование оценок

¹³⁵ В связи с массовой урбанизацией. См. «Демографический переход: шаг первый, шаг последний», <http://www.socialcompas.com/2014/09/05/6303/>

¹³⁶ Тем не менее, пик производства зерна, поступающего на мировой рынок, пройден в 1980-х гг. и, видимо, больше не повторится (Медоуз и др., 2008, *ibid.*). Это связано не с уменьшением производства зерна «на корню»; всё большая часть пахотных земель в странах «третьего мира», и выращенного там зерна или других культур (кормового рапса) используется для производства мяса в странах развитых. На фоне небыстрого, но устойчивого снижения производства зерна производство мяса в 1990–2000-е годы неизменно росло, показывая, куда идёт первое. См. **лекцию 3**.

воздействия проектов на окружающую среду (ОВОС) идёт медленнее, сюда направляются меньшие силы и средства.

Каждый проект, добившийся финансирования, означает добычу сырья, затраты воды и энергии, производство товаров и образование отходов. Поэтому их воздействие на окружающую среду связано степенной зависимостью с величиной инвестиций и с развитием средств связи, требуемых для принятия решений¹³⁷ – телефона, Интернета и пр. Они растут примерно «со скоростью» финансовых потоков, уменьшая, часто до нуля, задержку между появлением прибыльного проекта, решением о его реализации, и реакцией на него конкурентов, партнёров и т.д. участников рынка. Если отсюда следует экологический ущерб, сокращение задержки между решением и исполнением делает его неотвратимым.

Уточнение деталей. В период с 1990 до 1998 года число телефонных соединений выросло на 62% (с 520 до 844 млн.), владельцев мобильных телефонов – на 2800% (с 11 до 319 млн.). По данным ISC Domain Internet Survey, число серверных компьютеров, которое свидетельствует о расширении сети Интернет, выросло на 19100% в 1999 г. по сравнению с 1990 г. (с 376000 до 72398 тыс.) и на 84480% в 2005 г. по сравнению с 1990 г.

Столь же быстро растут и доходы, получаемые от использования сети Интернет – с \$0,008 млрд. в 1994 г. до \$1234 млрд. в 2002 г., в том числе от рекламы в Сети – с \$0.1 млрд. \$7.7 млрд. в 2002 г. (в 2003 г. уже \$15 млрд.). За каждым элементом рекламы стоят товары или услуги, которые вам предлагают купить; они уже произведены, уже оказали воздействие на биосферу и в нынешнем «готовом виде» представляют собой отложенный отход¹³⁸.

Отсюда понятно, что «любой богатый человек создаёт экологическую нагрузку намного больше, чем любой бедный человек. Один немец создаёт экологическую нагрузку в 10 раз больше, чем один житель Мозамбика; на одного жителя России (или Турции, или Индонезии – *Авт.*) приходится столько же добытых природных ресурсов, сколько и на одного немца, но уровень жизни в России (или Турции, или Индонезии) на порядок ниже, чем в Германии». Поэтому выход из экологического кризиса невозможен без одоления глобального неравенства, когда мировые ресурсы добываются преимущественно в бедных странах, оставляя там экологический риск и «социальные язвы», а используются в богатых, поддерживая их высокий уровень жизни. Это же происходит с глобальным распределением работы и зарабатывания денег: трудящиеся бедных стран работают много и тяжело, но деньги на этом делает бизнес развитых стран, и увеличивается благосостояние их «средних классов» за счёт стран развивающихся (рис. 8).

¹³⁷ Медоуз Д. и др., 1994., ibid.

¹³⁸ Смирнова Е.В., 2006, op.cit. С. 5-23.



Рис. 8. а) Индийские рабочие делают крышки канализационных люков для Нью-Йорка

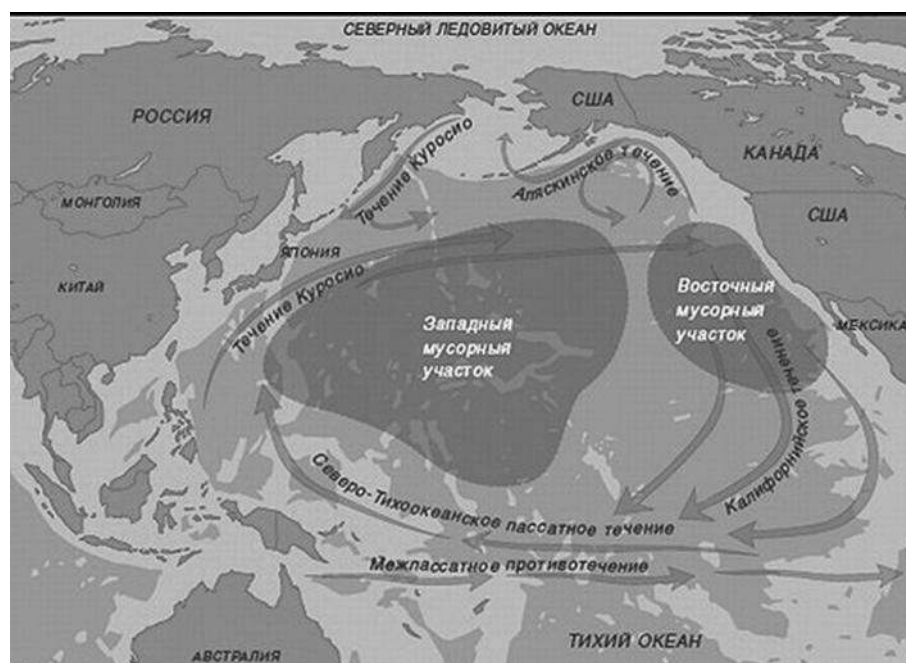


Рис. 8. б) Мусорный остров в Тихом Океане



Рис. 8. в) Шахтёры Афганистана

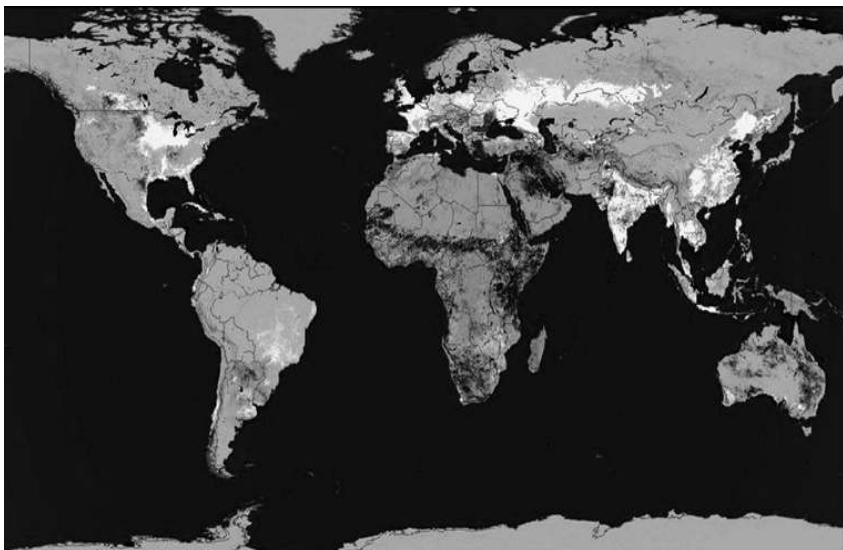


Рис. 8. г) Пашни земли

Обозначения. Светлые пятна - долгосрочные пашни, темные — территории, испытывавшие засуху в период наблюдений.



д) Граница богатого и бедного кварталов в Мехико

Рис. 8¹³⁹. Глобальное неравенство и его экологические последствия. Несколько иллюстраций

Источники. а) <http://caliban-upon.livejournal.com/88682.html>, б) <http://ivanov-petrov.livejournal.com/1659171.html>, в) <http://caliban-upon.livejournal.com/91602.html>, г) <http://naturschutz.livejournal.com/78578.html>, д) <http://naturschutz.livejournal.com/107732.html>

¹³⁹ См. также «Боснийские шахтёры-нелегалы», <http://naturschutz.livejournal.com/43908.html>, «Китайские дети на свалке в Гуанчжу», <http://tolk.ru/?p=6278>, «Китайский Гуачжу: Е-свалка и самый грязный город Земли», <http://tolk.ru/?p=424>, Жизнь на свалке в Мапуту (Мозамбик), <http://tolk.ru/?p=6209>, Читтагонг: жизнь на свалке ржавых кораблей (Бангладеш), <http://tolk.ru/?p=1087>, «Жизнь на электросвалке в Гане», <http://tolk.ru/?p=1886>, «Детский труд на угольных шахтах Индии», <http://tolk.ru/?p=5134>, «Джинсы-убийцы», <http://tolk.ru/?p=10503>, «Кабинеты чиновников в странах третьего мира», <http://tolk.ru/?p=2849> («Марлен Абигахит Чоке, детектив в городке Потоси, в Боливии. Ее специализация – расследование убийств. Единственная служебная машина в участке была продана, чтобы заплатить зарплату служащим. Теперь по делам Чоке ездит на автобусе»); «Жизнь китайцев в клетках в Гонконге», <http://tolk.ru/?p=9126>, «Поместья российских нуворишей на Туманном Альбионе», <http://tolk.ru/?p=5952>, «Трушобы "третьего мира" и Японии на снимках из космоса», <http://tolk.ru/?p=9850> («Трушоба в Осаке (Япония), в ней живут 30-40 тыс. человек»); «Дома элиты на Рублёвке», <http://tolk.ru/?p=7460> («Дом в Раздорах. Площадь 1800 кв. м на участке 1 га. Стоимость \$31 млн.»); «Аэрозольное загрязнение земли», <http://tolk.ru/?p=8572>, «Заброшенные торговые центры в США», <http://www.adme.ru/tvorchestvo-fotografy/zabroshennye-torgovye-centry-672555/>

3. Пределы роста и выход за пределы

Для полуколичественной оценки потребительского давления людей на биомы планеты Матисом Вакернагелем¹⁴⁰ предложен т.н. **экологический след**. Он определяется «площадью территорий, нужных для того, чтобы обеспечить всем необходимым человечество при современном стиле его жизни» и рассчитывается в га.

Территория, которую учитывает «след», обеспечивает людей нужным набором эксплуатируемых (значит, частично разрушенных и трансформированных) природных ландшафтов. Это посевные площади, пастбища для скота, леса, рыболовные зоны и пространства под застройку, карьеры для добычи стройматериалов или минерального сырья, – всё, что поддерживает уровень жизни индивида. Лесные площади рассчитываются также по способности поглощать диоксид углерода и захоранивать органику на заболоченных участках, а не только давать древесину, дичь, ягоды, грибы, живицу и т.п. «дары леса».

Затем при определении «следа» все типы земель пересчитываются в подобие условного топлива – «эквивалентный гектар» территории со средней биологической продуктивностью. Коэффициент пересчёта пропорционален способности земли воспроизводить «урожай» потреблённой биомассы. См. оценки экологического следа для разных стран, и всего человечества на биосферу в период с 1961 по 1999 гг.¹⁴¹.

Главный минус концепции «следа»: неучёт «обратной стороны» природопользования – размещения отходов в экосистемах (дополняющего преобразование ландшафтов и также требующего площадей). Всякое производство полезных вещей сопровождается производством отходов; всякий товар, в той мере, в какой он выбрасывается, не используясь как вторсырьё, суть отложенный отход. Складирование отходов в природных сообществах губительно для них не менее эксплуатации, тем более что самые продуктивные земли находятся вокруг городов – естественных центров загрязнений¹⁴². Поэтому данные два вида использования «природы» всегда конкурируют друг с другом, что должно учитываться при определении «следа».

¹⁴⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Mathis_Wackernagel

¹⁴¹ Wackernagel M., Onisto L., Bello P., Linares A.C., Falfan J.S.L., Garcia L.M.G., Guerrero A.I.S., Guerrero Ma. G.S., 1999. National natural capital accounting with the ecological footprint concept// Ecological Economics. V. 29. P. 375–390; Wackernagel M., Schulz N.B., Deumling D., Linares A.C., Jenkins M., Kapos V., Monfreda Ch., Loh J., Myers N., Norgaard R., Randers J., 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy// PNAS. V. 99. № 14. P. 9266–9271.

¹⁴² Их размещение закономерное, концентрическое и образует т.н. кольца фон Тюнена. См. подробней лекцию 7.

Поэтому не прекращаются попытки дополнить его цифрами, отражающими природный «рециклинг с рекультивацией»¹⁴³. Главная трудность здесь: почвенное плодородие или поглощение CO₂ ещё можно представить как единообразные функции разных сообществ, варьирующие по земному шару только количественно. Очистка же загрязнений всегда локальна, разные виды их различаются качественно и часто накапливаются на одной территории, так что в единый гектар не сведёшь¹⁴⁴.

Иными словами, необходим учёт способности экосистем очищать *разные* загрязнения (или обратной величины – риска переполнения стоков). Поэтому пробуют изменить методы оценки «следа», чтобы учесть территории, необходимые для размещения других загрязнений, кроме CO₂, и круговороты пресной воды, но сделать это в виде вразумительных расчётов пока не удалось.

Для биологов важно, что с увеличением «следа» не остаётся места для дикой природы. Коренные сообщества фрагментируются и деградируют, теряя биоразнообразие вследствие «островного эффекта». Их виды пробуют как-то «выжить поодиночке», освоив «острова» изменённых местообитания в чужеродных ландшафтах (включая урбо-). Процесс бывает успешен: в частности, такова урбанизация «диких» видов птиц, млекопитающих и большинства иных групп¹⁴⁵. Но многие представители исходного разнообразия вымрут раньше, чем успеют освоить «островной ландшафт» или урбанизироваться, либо значительно сократят ареал.

На индивидуальном уровне экологический след равен площади, обслуживающей лично Вас с Вашим уровнем потребления: необходимой для производства растительной и животной пищи технологиями, используемыми в данной стране, для добычи стройматериалов, металлов, топлива для местных типов жилья и путей сообщения. Он рассчитывается на сайте www.myfootprint.org. Ответив на вопросы об уровне потребления, получаем ответ, сколько га природных сообществ «обслуживает» Вас, или сколько биосфер потребовалось бы человечеству, если «средний человек» имеет Ваш уровень потребления. Последнее особенно показательно.

Уточнение деталей. Преподавая охрану природы на биологическом факультете МГУ в 1998-2009 гг. и экологию города на экологическом факультете МНЭПУ в 2002-2005 гг. мы предлагали студентам (и, если возможно, их родителям) протестироваться для определения «следа».

¹⁴³ Дмитрий Целиков, 2013. Концепция экологического следа нуждается в пересмотре, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10009969/>

¹⁴⁴ То же верно для других деградативных процессов – разрушения пастбищ, снижения уровня грунтовых вод, расширения городов.

¹⁴⁵ См. Фридман В.С., Ерёмкии Г.С., 2009, op.cit.

У студентов МГУ он был в среднем 2–3 биосферы в 1990-х и 3–4 в 2000-х гг. (<2 был лишь у двух девушек, которые жили в ГЗ МГУ, и на занятия ходили пешком, а не ездили через весь город). У студентов МНЭПУ – негосударственного платного ВУЗа – 3–5, их родителей – 7–10 биосфер (рис. 9). Ещё интереснее, что величина экологического следа у активистов природоохранных НПО (оцененная во время их сборов на конференции и игровые семинары) составляет 5–6 биосфер (личное сообщение Е.С.Пушай, Ботанический сад ТверГУ). Действительно, это мобильные представители среднего класса, доходы в «третьем секторе» значительно выше, чем в науке, и уровень потребления, соответствующий их социальному статусу, оплачивается дополнительными природными ресурсами.

Рис. 9 показывает, что нынешний уровень потребления несовместен с сохранением биосферы, её полная трансформация с разрушением главных биомов – лишь вопрос времени. И экологические активисты в той мере, в какой они действуют в парадигме рыночного общества и живут жизнью «потребительского класса» – точно такие же агенты разрушения, независимо от успеха в природоохранной деятельности¹⁴⁶. Поэтому современное потребление должно быть кардинально реструктурировано и снижено, в первую очередь в развитых странах, чтобы стать совместимым с воспроизводством биоресурсов на нарушенных территориях и восстановлением нарушений на охраняемых.

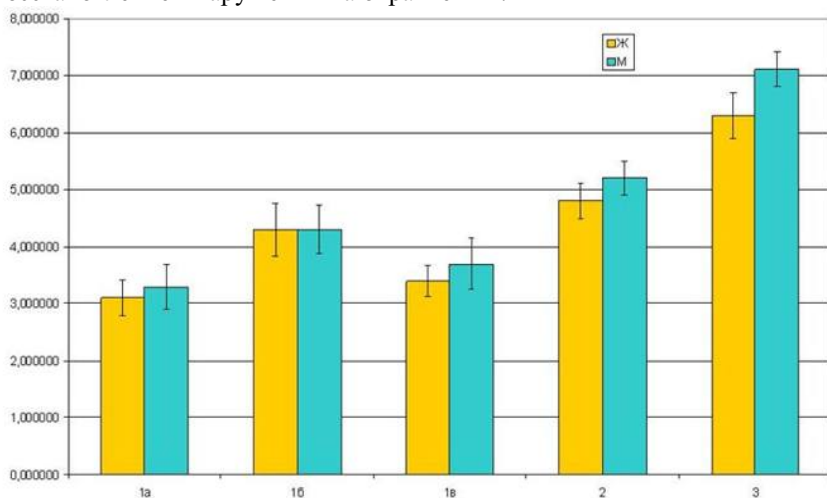


Рис. 9. «Экологический след» учащихся разных ВУЗов (сколько биосфер потребуется, если бы все жители планеты имели такой уровень потребления)

Обозначения. 1 – Биологический факультет МГУ, а – данные за 1998–2002 гг., б – 2002–2008 гг., в – 2009–2010 гг.), 2 – Экологический факультет МНЭПУ, 3 – Родители последних. I – юноши, II – девушки, n=124/45, 190/62, 86/33, 69/21, 10/7.

Примечание: выборка девушек везде где-то втрое больше, чем юношей, почему даёт менее смещённые данные.

¹⁴⁶ См. также «Критика экологической этики...»

Как это сделать практически на мировом, национальном, региональном и местном уровне – проблема устойчивого развития. Увы, не скажешь, что она близка к разрешению, хотя отдельные впечатляющие успехи имеются¹⁴⁷.

Выход за пределы экологической ёмкости биосферы виден на примере производства мяса в КНР: «По мере роста доходов в Китае растёт и потребление. Китайцы уже догнали американцев по потреблению свинины на душу населения и теперь сосредоточили усилия на производстве говядины. Чтобы догнать США по этому показателю, Китаю надо производить в год на 49 млн.т. говядины больше. Если это делать по-американски (содержать крупный рогатый скот в загонах¹⁴⁸), на корм ему дополнительно требуется 343 млн.т. зерна в год – весь урожай зерновых США.

В Японии для получения нужного количества животного белка обратились к морю. В 2000 г. потребление морепродуктов в Японии составило 10 млн.т. Если бы Китай с его населением пошёл тем же путём, ему потребовалось бы 100 млн.т. морепродуктов, – весь мировой улов рыбы.

В 1994 г. китайское правительство решило, что транспортная система страны должна опираться главным образом на автомобили, а автомобильная промышленность – стать двигателем будущего экономического роста. Однако если бы в гараже у каждого китайца стояло бы по 1–2 автомобиля, которые потребляли бы бензин на уровне американских, то Китаю потребовалось бы 80 млн. баррелей нефти в день. Во всём мире добывается только 74 млн. баррелей.

Если китайский уровень потребления бумаги – 35 кг/человека в год – вырастет до американского (342 кг), то Китаю понадобится бумаги больше, чем на сегодняшний день её производит весь мир»¹⁴⁹.

С ростом уровня жизни питание людей закономерно меняется. При первом повышении благосостояния они едят больше мяса, в противоположность преимущественно растительной пище при бедности (рис. 10). «Мясной» сдвиг фиксируется везде, даже в странах, в культуре которых нет позитивного отношения к мясоедению (Япония).

¹⁴⁷ См. пример психотехники экологического поведения из Аронсон Э., 1998, op.cit., <http://naturschutz.livejournal.com/33595.html>

¹⁴⁸ См. Марголина А., 2009. Высокая цена дешевого мяса // Экология и жизнь». № 5, <http://elementy.ru/lib/430848>

¹⁴⁹ Смирнова Е.В., 2006. С. 6.

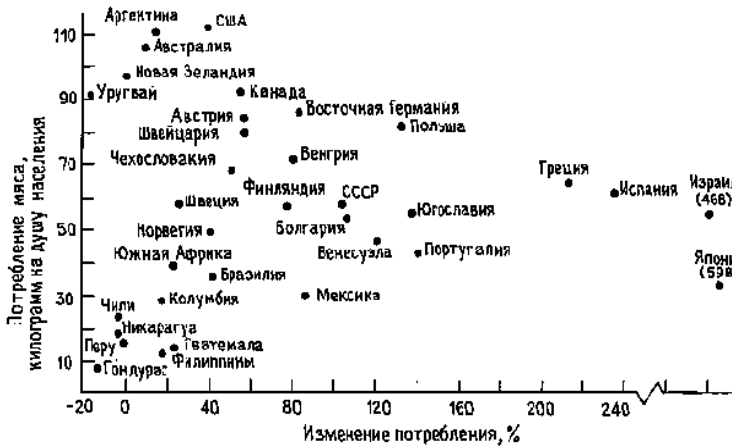


Рис. 10. Изменение душевого потребления мяса в ряде стран между 1961 и 1981 гг.

Источник: Ревелль Ч., Ревелль П., 1994. Среда нашего обитания. Т. 1. Народонаселение и пищевые ресурсы. М.: Мир. 523 с.

Когда благосостояние ещё больше повысится, люди увеличивают потребление шоколада и фруктов; последнее из сезонного делается круглогодичным. Но до сих пор восточноазиатские страны потребляют в разы меньше шоколада и шоколадных изделий, чем Западная Европа и США. Если их потребление дойдёт до «европейского уровня», то придётся свести все тропические леса под плантации какао-бобов. А вне тропиков они не растут.

Существующие запасы рыбы и дичи, мировые посевы с/х культур со стадами скота, птицефабриками, рыбхозами и марикультурой уже давно не могут одновременно и удовлетворить растущим потребностям, и воспроизводиться устойчиво. Все они переэксплуатируются и истощены.

Пример. «... На протяжении нескольких веков рыболовство было основным видом использования биологических ресурсов моря. Второе место занимал промысел морских млекопитающих, а также сбор водорослей. В отличие от экосистем суши, где в поддержание продуктивности сельскохозяйственных угодий веками вкладывались труд и энергия, морские экосистемы поддерживали себя сами. Океан представлялся безбрежным, ресурсы его бесконечными, объёмы промысла ограничивались лишь техническими возможностями орудий лова.

Однако уже в первой половине нынешнего столетия с увеличением тоннажа рыболовных судов и развитием техники донного траления промысловики смогли полностью контролировать ресурсы добываемых видов. Технические возможности судов и орудий лова теоретически позволяют теперь уничтожить промысловый запас любого вида за считанные годы.

Хороший пример – история рыболовства в Баренцевом море. На протяжении нескольких столетий поморы, живущие по берегам Белого моря, каждую весну выходили на мурманский берег для промысла рыбы. Ловили преимущественно треску, основным орудием был ярус – длинный фал, на котором висело множество крючков с наживкой.

До начала XX века уловы определялись исключительно природными факторами: подходом рыбы к берегам, погодой и т.п. В архивном деле Архангельского губернского правления о промысле на Мурмане во второй половине XVIII столетия читаем: «Успех промысла [поморы] ставят в зависимость от Всемогущего Бога, который ежели дарует маленькой рыбки мойвы, то есть наживки, – и в то время трески лучший ход...», то бывает увеличение лова; а ежели мойвы в улове не бывает, а бывает наживка пикшуями и червями и сделается трески в море мало, от того уменьшение бывает...».

Ситуация изменилась, когда в конце XIX века в Европе был изобретен донный трал, а в первые годы XX столетия первые английские паровые траулеры вышли на промысел в открытую часть Баренцева моря. Основным объектом для них была камбала. За десять лет тралений запасы камбалы оказались сильно подорваны, уловы снизились (рис. 11), но прекращение промысла на время первой мировой войны позволило им восстановиться, и промысел камбалы продолжался до середины 1920-х гг., пока запас не был исчерпан полностью.

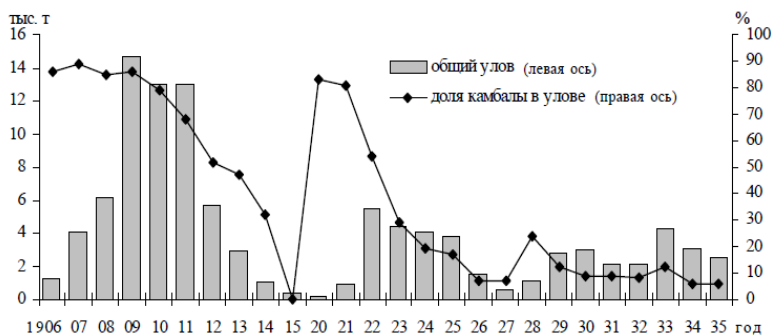


Рис. 11. Вылов и перелов камбалы английскими судами в Баренцевом море

Обозначения. Столбцы – общий улов (левая ось), линия с точками – доля камбалы в улове (правая ось).

Источник: Суворов Е.К. Промысловые водоёмы СССР. Л.: изд-во ЛГУ, 1948. 238 с. Цит. по: Мокиевский В.О., Спиридонов В.А. «Что означают для России её морские биологические ресурсы?»// Россия в окружающем мире – 1999. М.: изд-во МНЭПУ, 1999. С. 2–16.

Это был, очевидно, первый пример перелова рыбы в Баренцевом море. Английские суда переместились в другие районы, а в Баренцевом море началось создание русского, затем – советского тралового флота. К концу 1920-х гг. эффективность тралового лова намного превысила уловы в прибрежной зоне, зарплата моряка на траулере оказалась в десятки раз больше, чем у рыбака с ярусом. Начался отток населения из прибрежных поселков в крупные города-базы тралового флота. Сначала это был Архангельск, потом Мурманск.

Ярусный лов умер, хотя уже в середине 1930-х годов ихтиологи писали о риске перелова, связанного с развитием тралового флота, и о том, что при небольших затратах на поддержание прибрежного промысла он способен давать устойчивые уловы, никак не пересекаясь по сырьевой базе с ресурсами для траулеров. Однако более эффективный траловый промысел полностью вытеснил прибрежное рыболовство. Симптомы перелова появлялись всё чаще, промысел развивался экстенсивно, за счет переключения с одного района на другой и включения новых, прежде непромысловых видов. Подрыв сырьевой базы стал очевиден, появились первые ограничения на промысел.

Параллельно шло освоение новых районов лова. Качественное изменение в использовании морских ресурсов было по-настоящему осознано только в последние 30 лет, когда начала складываться новая система мирового регулирования рыболовства. Угроза истощения рыбных запасов заставила прибрежные государства установить к 1979 г. 200-мильные экономические зоны у своих побережий, лов рыбы в которых контролировался национальными правительствами». Это, естественным образом, стимулировало все развитые страны, обладающие мощным рыболовецким флотом, к поиску новых скоплений рыбы в открытой части Мирового океана¹⁵⁰».

Пример. Аналогично рухнул промысел атлантической трески *Gadus morpha* на Ньюфаундленде (рис. 12 е), расположенный в одном из наиболее рыбопродуктивных участков океана. Исходно здесь жили и ловили треску индейцы племени беотуки. Первыми европейцами были отец и сын Каботы – Джон и Себастьян, служившие английским королям Генриху VII и Эдуарду VI. Открытый остров они назвали Баккалье от португальского *Baccalaos* (царство трески), позднее утвердилось название Ньюфаундленд – «вновь открытая или новонайденная Земля».

Каботы писали в 1497 году про Ньюфаундлендскую тресковую банку: «Она так кишит рыбой, [что] ее можно ловить не только сетями, но и корзинами, опускаемыми в воду [с утяжеленными] грузилами из камней». А вот специалисты-экологи позже: «Воды континентального шельфа от полуострова Кэйп-Код до острова Ньюфаундленд образуют бесподобное по размерам и плодородию морское пастбище – трехмерную водную толщу, достаточную, чтобы покрыть весь Североамериканский континент слоем воды почти метровой высоты. В 1500 году эти воды по объему биомассы морских организмов не имели себе равных в мире. Здесь было царство королевы трески». До недавнего времени Большая Ньюфаундлендская банка была одним из самых богатых по биопродуктивности районом Мирового океана, сравниться с ней могли лишь промысловые районы в прибрежьях Перу и Камчатки.

Для рыбаков всей Европы Ньюфаундленд был землей обетованной. В XVI веке здесь ловили около 300 французских, португальских и английских судов ежегодно. К концу века их число увеличилось вдвое и к 1620 году их насчитывалось более тысячи. Тогда, в лучшие времена средний вес канадской трески достигал 9 кг (ныне не более 3 кг), часто попадалась треска весом до 90 кг и 2 м длиной.

¹⁵⁰ Мокиевский В.О., Спиридонов В.А., *ibid.*

К концу XVIII века североамериканские колонисты опустошили «свои» более южные рыболовные банки (в районе Новой Англии), и вместе с канадцами перешли на промысел ньюфаундлендской трески, потихоньку вытесняя европейцев.

Между 1899 и 1904 годами ежегодный улов трески и пикши (засчитываемой при поселе за треску) приблизился к 1 млн.т. Ежегодно только Ньюфаундленд экспортировал около 1200000 ц вяленой трески, что соответствовало 400000 т свежей рыбы. В годы пика трескового промысла (1845-1880 гг.), число только местных рыболовных судов увеличилось с 200 до 1200, рыбаков и рыбопереработчиков достигло 30 тысяч.

Но тогда же, в начале XX века, начался необратимый и на первый взгляд незаметный подрыв рыбных запасов. Сначала треску стало ловить значительно труднее, чем раньше, когда использовали только дешевую крючковую снасть (яруса). В ответ рыболовецкие компании *расширили район промысла* и, действительно, обнаружили значительные запасы трески на севере, у п-ова Лабрадор. Однако при столь значительном вылове их не хватило надолго. И «...к середине XX века знаменитый лабдорский рыбный промысел потерпел полный крах».

Однако это не остановило промысел, а лишь подстегнуло его, стимулировав использование более изощрённых средств поиска рыбных скоплений и лова, тем более что спрос и цены на треску на мировом рынке скакнули вверх. Они позволили делать больше рейсов и ловить больше, чтобы оправдать затраты. На Большую Ньюфаундлендскую банку ринулся рыбодобывающий и рыбоперерабатывающий флот из десятков европейских и азиатских стран (в том числе и СССР).

До конца 1950-х гг. рыбные запасы в этом районе эксплуатировались сезонными мигрирующими флотами и небольшими местными предприятиями. Далее лов рыбы донными тралами сместился в глубоководную часть рыбного стада. Это привело к большому увеличению объемов вылова и как следствие, подрыву биомассы рыбной популяции.

«В результате в период между 1962 и 1967 годами добыча трески резко возросла и к 1968 году превысила два миллиона тонн. Вскоре после этого тресковый промысел во всей северо-западной Атлантике прекратил свое существование за неимением рыбы».

Согласованные на международном уровне в начале 1970-х гг. квоты вылова рыбы и провозглашение Канадой «зоны ограниченного рыболовства» в 1977 г., создание национальной системы квотирования не остановили сокращения стада атлантической трески, и тем более не обратили вспять¹⁵¹. В конце 1980 – начале 1990-х гг. запасы упали до катастрофически низкого уровня. В июне 1992 г. был объявлен мораторий на коммерческую рыбную ловлю. Незначительное коммерческое прибрежное рыболовство было вновь начато в 1998 г., но уловы снова упали, рыболовство прекратили на неопределенное время в 2003 г.

Коллапс трескового промысла в районе Ньюфаундленда уничтожил десятки тысяч рабочих мест, а компенсационные выплаты безработным с затратами на переподготовку составили ≈\$2 млрд. Промысел исчез после сотен лет существования¹⁵².

¹⁵¹ Одна из причин – естественный отбор, неизбежно производимый в процессе лова. В случае хищных рыб (и большинства других объектов промысла) он ведёт к измельчанию, более мелкая треска «сваливается» с «верха» экологической пирамиды на нижние уровни, где ей по разным причинам трудней существовать, больше конкурентов и пр. Соответственно, даже при эффективной охране она не станет такой многочисленной, как ранее. См. *Алтухов Ю.П.*, 2004. Динамика генофондов при антропогенных воздействиях // *Вестник ВОГиС*. Т. 8. № 2. С. 40–60; *Поли Д., Уотсон Р.*, 2003. Рыба наперечёт// В мире науки. № 10.

¹⁵² *Бахрин С., Герасимук Т.*, 2006. Рыбная промышленность Канады: прошлое, настоящее, будущее.
http://www.npacific.ru/np/gazeta/2006/?n=11&id=21162&nb=21162_10&d=9&t=k

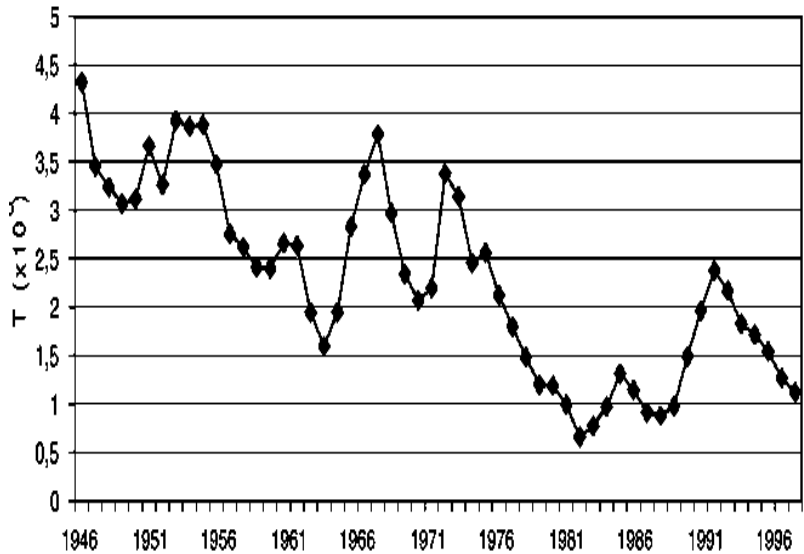


Рис. 12. а) Общий промысловый запас трески в 1946-1999 гг.

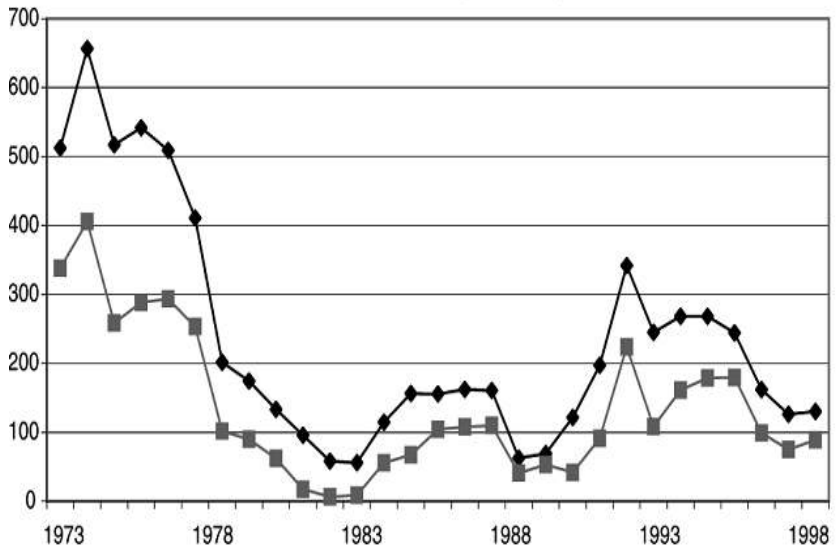


Рис. 12. б) Динамика вылова трески в Баренцевом море в 1973-2001 гг. (ромбы) и доля СССР – России (квадраты)

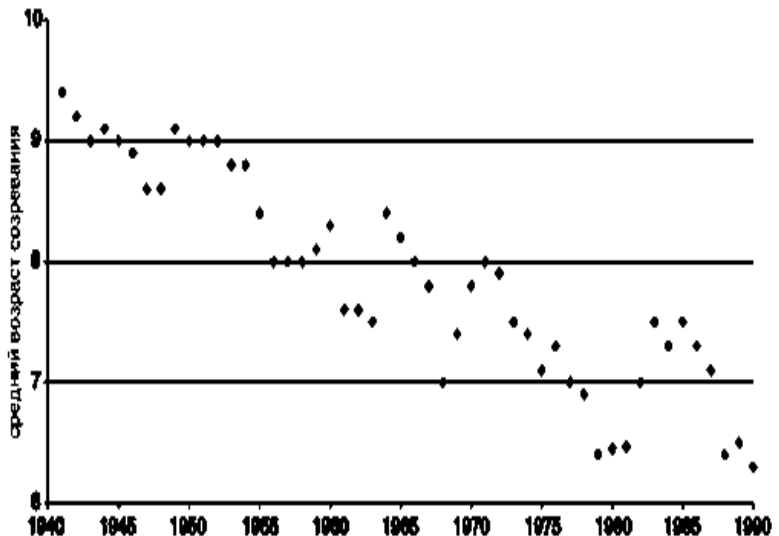


Рис. 12. в) Изменение среднего возраста созревания трески в Баренцевом море

Примечание. Видно, что промысел воздействует на популяцию в сторону измельчания и скороспелости. Это увеличивает уязвимость вида и затрудняет восстановление после прекращения промысла, ибо треска много менее конкурентоспособна в этом размерном классе, чем в исходном (крупного хищника).



Рис. 12. г) Изменения вылова (верхняя линия), численности взрослых рыб (нижняя) и допустимый уровень вылова североморской трески (пунктир)

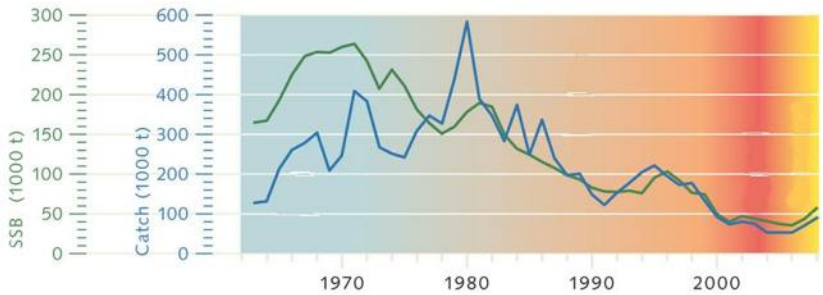


Рис. 12. д) Динамика биомассы размножающейся части популяции (верхняя линия слева, левая шкала) и вылов (нижняя линия, шкала правее) североморской трески

Обозначения. Рост насыщенности фона – движение от допустимого вылова к переэксплуатации (с последующим восстановлением).

Примечание. Наблюдается коллапс промысла в ситуации, когда перелов сокращает количество зрелых рыб, способных производить потомство в числе, достаточном для поддержания популяции.

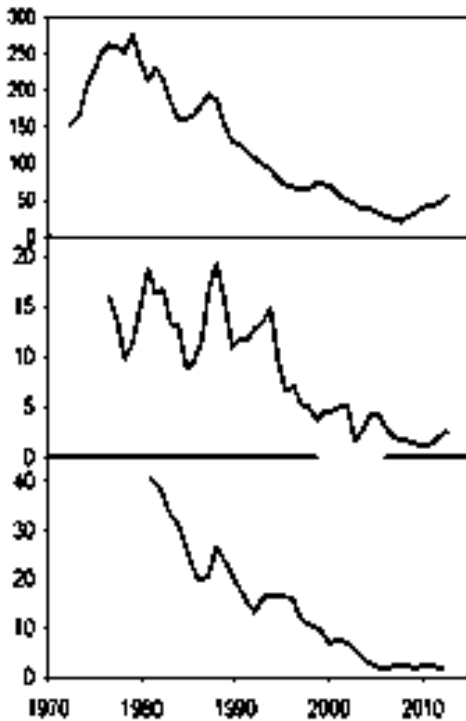
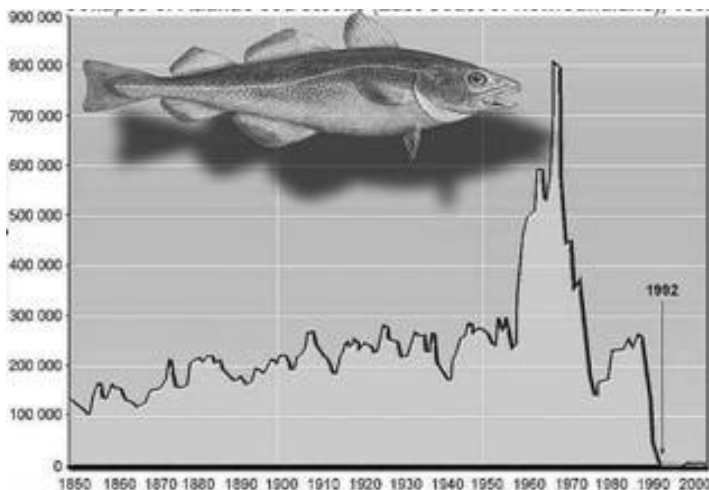


Рис. 12. е) Динамика биомассы размножающейся части популяции в (сверху вниз) Северном море, Ирландском море и морях западнее Шотландии



ж) Коллапс промысла атлантической трески на Ньюфаундленде
«Коллапс северо-западного района промысла наступил в 1992 году, его предвестники впервые проявились в 1970 г., перелом наблюдается с 1950-х гг.»

Рис. 12. Коллапсы промыслов трески *G.morpha* в разных районах мира
Обозначения. Ось X – годы, ось Y – вылов или запасы, тыс. т. (а, б, г, д)), т. (е) или возраст созревания (в).

Источники: а–в. Спиридонов В.А., Мокиевский В.О., 2004. Просто треска». М.: WWF, 2004. 36 с.

г. <http://www.zeeinzicht.nl/vleet/index.php?id=3892&template=template-vleeteng&language=2&item=Cod>;

д. The Conversation. 6 May 2014. <http://theconversation.com/hold-that-cod-the-north-sea-fish-controversy-isnt-over-yet-26206>;

е. <http://worldoceanreview.com/en/wor-1/fisheries/state-of-affairs/>;

ж. https://en.wikipedia.org/wiki/Collapse_of_the_Atlantic_northwest_cod_fishery

Вообще, локальный выход за пределы с колебаниями происходил многожды с разными видами возобновимых ресурсов. «...прибрежное рыболовство в Норвегии прошло, как минимум через один цикл истощения рыбных ресурсов; правительство выкупало рыболовецкие суда и пускало их металлолом, пока популяция рыбы не восстанавливалась настолько, чтобы можно было снова начать ловлю... В Новой Англии, например, отмечены несколько случаев строительства новых лесопильных фабрик, поскольку устойчивое лесопользование в регионе позволяло загрузить их мощности. Когда фабрики начинали работу, запасы строевого леса быстро истощались и лесопилки приходилось закрывать. Лесная промышленность выжидала несколько десятилетий, пока лес вырастал снова, и тогда снова начиналось строительство новых лесопильных фабрик¹⁵³».

¹⁵³ Медоуз Д. и др., 2008, ibid. С. 187.

Как и глобальный кризис, местные возникают из-за локальной интенсификации способов добычи ресурсов и эксплуатации ландшафтов. Они также заканчиваются коллапсом или возвратом к устойчивости; механизм их описывается моделью Д.И.Люри, частным случаем модели «пределов роста» (лекция 3).

Уточнение деталей. Биоресурсы в Океане распределены так, что квадратная миля открытого моря содержит $\approx 1\%$ их общих запасов, прибрежная зона и зона апвеллингов – оставшиеся 99%. «Удивительно, что при огромной разнице в площади обе эти зоны дают примерно равные объёмы продукции. Понятно, что рентабельный промысел возможен только в таких зонах концентрирования продукции.

Пространственное распределение океанических пищевых ресурсов связано с особенностями распределения первичной продукции и структуры сообществ. Уловы выше всего в тех районах, где питательные вещества быстро пополняются, а трофические цепи короткие. Этот вывод хорошо подтверждается результатами промысла перуанского анчоуса: в обычные годы (имеется в виде середина XX в. – *Авт.*) Перу занимает первое место в мире по размеру годового улова, составляющего 10 млн.т., что равно 1/6 мирового улова и в 6 раз больше уловов в прибрежных водах США¹⁵⁴».

Таких районов на земном шаре немного (из 88 рыбопромышленных районов по классификации FAO только 32), все сильно истощены, многие коллапсировали (рис. 2, 12). Скажем, у берегов Перу расположена область интенсивного апвеллинга. С конца 1950-х гг. интенсивно эксплуатировали запасы анчоуса, и район вышел на первое место в мире по уловам. Важная местная особенность: здесь рыбаки «конкурируют» с рыбоядными птицами – олушами, бурями пеликанами, бакланами и т.п. Их гигантские колонии на островах создают многометровые запасы гуано – помёта, разрабатываемого как ценное удобрение.

В 1960-х гг. вылов устойчиво рос, в 1970 г. достиг максимума в 13 млн.т. Одновременно *стала падать численность рыбоядных колониальных птиц* – они не выдерживали конкуренции с человеком. Чтобы запасы не истощились, эксперты рекомендовали снизить вылов до 9,5 млн.т. Но бизнесмены, положительно стимулируемые прибылью и отрицательно – конкуренцией, выполнили рекомендации только частично. В 1966-1971 гг. вылов был *больше* рекомендованного (рис. 2), а в 1972-1973 гг. произошёл крах.

Уловы анчоуса катастрофически упали; последствия этого ощущались по всему миру, далеко за пределами Перу. Из-за нехватки рыбной муки животноводы США и других развитых стран были вынуждены покупать гораздо более дорогие корма, что существенно подняло цены на продовольствие. Другое объяснение краха связано с негативным действием Эль-Ниньо¹⁵⁵ на популяцию, уже подорванную перепромыслом. Что довольно сомнительно – ведь раньше Эль-Ниньо так не влияло.

Всякий промысел биоресурсов (как и добыча минерального сырья, стройматериалов и пр.) не проходит бесследно для природных сообществ

¹⁵⁴ Дрейк Ч., Имбри Дж., Кнаус Дж., Турекиан К., 1982. *ibid.*

¹⁵⁵ Периодические (раз в несколько лет) подавления апвеллингов, происходящие вследствие «переворота» в распределении зон высокого и низкого атмосферного давления над южной частью Тихого океана, между Портом-Дарвин (Австралия), и Кальею (Перу), также как тёплых и холодных течений в океане. Природная катастрофа с множественными последствиями для морских экосистем, климата и хозяйства на континенте. См. Семёнов Е.К., 1999. Грандиозные последствия далёкого Эль-Ниньо// Россия в окружающем мире – 1999. М.: изд-во МНЭПУ. С. 197–212.

вокруг; так или иначе они нарушаются. Например, в Северном море и других морях, окружённых «цивилизованными странами», нет такого участка дна, по которому не прошли бы драга или трал, часто несколько раз. Это сильно влияет на донные сообщества.

Самый яркий пример этой «мозаики нарушений» – потери почв, шедшие всю историю с/х. Сегодня оно, как и прежде, «оставляет за собой» пятна эродировавших, опустыненных, заброшенных, застроенных или засоленных земель, некогда бывших вполне и плодородными. Также города производят вокруг себя «шлейф» загрязнений воздуха, «шрамы» от карьеров по добыче стройматериалов вокруг, кольца стихийных свалок и пр. (вносящих в атмосферу $\approx 1/4$ мировой антропогенной продукции самого действенного парникового газа – метана¹⁵⁶).

В своей истории общество раз за разом повторяло одно и то же: наиболее плодородные земли использовались первыми и так варварски, что быстро деградировали. Ещё худшее расточение земельного фонда вызвано рынком: цены даже лучших с/х земель довольно стабильны, у городских они быстро растут, толкая фермеров продавать пригородные участки под застройку. Самые прибыльные земли вокруг городов застраивают в первую очередь, и рост городов идёт за их счёт, что стало тяжёлой проблемой в США и других развитых странах¹⁵⁷. В развивающихся странах под воздействием той же разницы в прибыльности застройщик просто сгонит крестьянина. Конечный эффект тот же самый – прогрессирующая потеря пашни и рост городов.

«Нам не удалось найти глобальные данные по отводу сельскохозяйственных земель на дороги и зоны застройки, но потери за счет этого должны быть значительными. Город Джакарта постепенно захватывает окрестные земли со скоростью 20 000 га в год. Во Вьетнаме теряется по 20 000 га в год рисовых полей – они идут под городскую застройку. В период с 1989 г. по 1994 г. в Таиланде 34000 га сельскохозяйственных земель превращены в поля для гольфа. В Китае с 1987 г. по 1992 г. под строительство ушло 6,5 млн. га пахотных земель, и одновременно 3,8 млн. га лесов и пастбищ пришлось расчищать под пашню. В США под полотно автомобильных дорог ежегодно отводятся более 170 тыс. га сельскохозяйственных угодий...¹⁵⁸».

¹⁵⁶ См., например: Карпачевский М.Л., Ярошенко А.Ю., Зенкевич Ю.Э. и др., 2009. Природа Подмосквья: утраты последних двух десятилетий. http://www.biodiversity.ru/publications/books/forest/MO_brochure_92-08.pdf

¹⁵⁷ См. «Экологический кризис: варианты и возможности выхода», раздел о кукурузном поясе США, <http://www.socialcompas.com/2015/02/13/ekologicheskij-krizis-varianty-i-vozmozhnosti-vyhoda/>

¹⁵⁸ Медоуз Д. и др., 2008, op.cit. С. 87–88.

Вышеописанные мозаики нарушений генерируются и в «месте приложения» антропогенных воздействий, и (часто) на смежных или удалённых областях. Так, облака пыли (соли), возникшие на деградированных землях, далеко переносятся ветрами, снижая урожайность с/х культур; общеизвестен дальний перенос промышленных и городских загрязнений, включая знаменитые «кислотные дожди» и пр.

«Сеть» участков разрушенных/деградирующих экосистем, наложенная на природный ландшафт, создаёт неустойчивость двоякого рода. Во-первых, идёт разбазаривание природных ресурсов, в данном случае гумуса и, шире, почвенного плодородия¹⁵⁹. Во-вторых, если самые ценные участки пашни, леса, рыболовецких банок и т.д. истощительно эксплуатируют, чтобы потом просто забросить, то суммарная площадь используемых территорий почти постоянна. Поэтому общий запас пахотных земель (или иных эксплуатируемых ландшафтов) *сокращается*¹⁶⁰, а площади пустошей и непродуктивных угодий *быстро растут*.

Пример значимой и часто незамечаемой мозаики нарушений. Рекреационные леса вокруг крупных городов осенью прочёсываются грибниками, переворачивающими подстилку и заглядывающими буквально под каждый листик. Особенно после 1991 г., когда сбор грибов на продажу стал важным подспорьем для бедняков и пенсионеров в провинции.

Помимо общеизвестных «следов воздействия» рекреации¹⁶¹, грибники нарушают или ликвидируют сеть запаховых меток лисиц, лесных куниц и других хищных зверей средних размеров. Тем приходится ориентироваться на местности, избегать опасностей и вступать в социальные взаимодействия без поддержки «навигационной сети» следов, запахов, мочевых и каловых меток, поддерживающей все формы поведения ранее. Нарушается их сигнальное поле, ориентирующее особей «на длинной дистанции», при переселении между группировками, помогающее противостоять стрессу, вызванному постоянной опасностью от людей, собак и кошек.

Как реагируют на это животные? У лесных куниц на Южном Урале Дж.П. Мозговым описаны изменения¹⁶², однотипные с таковыми лисиц в доместикационном эксперименте

¹⁵⁹ См. *Керженцев А.С., Кузьменчук Ю.А.*, 2009. Другой Земли у нас нет // Вестник РАН. № 4. С. 312–319.

¹⁶⁰ В роли потенциальных пахотных земель обычно выступают леса (целины практически не осталось), потенциальных угодий для лесозаготовки или рыбной ловли – леса (рыболовецкие угодья) менее нарушенные или ещё не освоенные, то есть их освоение влечёт за собой значительный экологический ущерб. См. **лекцию 2.12.**

¹⁶¹ См. **лекцию 7** и *Жигарев И.А.*, 2002, 2004, op.cit.

¹⁶² *Мозговой Д.П.*, 1976. Этологическая дифференциация популяций южноуральской куницы // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне. Вып. 1. Куйбышев, 1976. С. 32–42; *Мозговой Д.П.*, 1978. Полиморфизм в поведении куниц // Физиологическая и популяционная экология животных. Вып. 5 (7). Саратов, 1978. С. 77–81; *Мозговой Д.П., Окунев В.В.*, 1983. Сигнальные биологические поля куниц в условиях с разной степенью антропогенного воздействия // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне. Куйбышев. С. 117–122; *Владимирова Э.Д., Мозговой Д.П.*, 2007. Ориентировочное поведение лисицы обыкновенной и куницы лесной в окрестностях г. Самара // Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. № 8 (58). С. 304–321.

Д.К.Беляева¹⁶³. Подвижные, агрессивные и осторожные особи, с сильно выраженными оборонительными реакциями сменяются малоподвижными, эмоционально тупыми, толерантными к людям и технике. Продолжение этой работы в зелёной зоне Самары с 1993 г. показало, что дальнейшего усиления антропогенного воздействия не выдерживают даже самые эмоционально тупые звери (в первую очередь самцы). У них развивается сильная оборонительная реакция, начинающая резко преобладать над исследовательской. Поэтому они уходят из пригородных местообитаний и там возникает избыток самок (природным присущ избыток самцов).

Эти различия хорошо заметны по следовой активности. Реакции зверей первого психотипа «резкие, расточительные»: их адаптивность связана с развитым сигнальным полем популяции, предоставляющим значимую информацию и ориентирующим их по цели. Без этой поддержки они проигрывают и вытесняются вторым психотипом. У кунцов зелёных зон г.Самары это заняло около двух десятилетий. Смена была резкой: доля первого варианта в общем населении вида падала, второго росла, промежуточных не отмечено.

Сходные процессы, по-видимому, идут у других видов млекопитающих в рекреационных лесах, и существенны для понимания «пространства возможностей» выживания вида при трансформации местообитаний. Воздействие, незначительное на первый взгляд, на деле критическое (в сравнении с фрагментацией местообитаний, на первый взгляд много более важной), поскольку касается «узких мест» биологии вида.

Поэтому, когда нарушения превысят предел устойчивости ландшафта (табл. 7), «запускается» положительная обратная связь между его разрушением и деградацией опромышляемых популяций. Первое подстёгивает второе и наоборот, вызвав в том числе резкое падение численности водоплавающей и боровой дичи во всех природных зонах России со второй половины XIX века до конца XX (табл. 11).

На первой стадии хозяйственного освоения территории *ликвидируется «материк»* ненарушенных природных ландшафтов. Он фрагментируется, ранее сплошные массивы лесов, болот, степей и пр. превращаются в «острова», разделённые полосами «традиционного с/х ландшафта», дробящиеся и сокращающиеся в размере. Ход этого уничтожения виден лучше всего в Финляндии и других северных странах: там он был сжат во времени и в отличие, скажем, от Великобритании с ФРГ ему не противостояло сильное и антикапиталистически настроенное «зелёное» движение¹⁶⁴.

После превращения «материка» в «архипелаг» прежняя флора и фауна делаются уязвимыми к островному эффекту, часть видов исчезает, даже если «острова» далее не меняются¹⁶⁵. Если они эволюционируют так,

¹⁶³ См. Трут Л.Н., 2007. Доместикация животных в историческом процессе и в эксперименте// Вестник ВОГиС. Т. 11. № 2. С. 273–289; Трут Л.Н., 2008. Эволюционные идеи Д.К.Беляева как концептуальный мост между биологией, социологией и медициной// Вестник ВОГиС. Т. 12. № 1–2. С. 7–12.

¹⁶⁴ См. Уничтожение дикой природы в развитых странах. Пример Финляндии, <http://wolf-kitses.livejournal.com/268116.html>; Гинцберг Л.И., 1988. Массовые демократические движения в ФРГ и партия «зелёных». М.: Наука, 1988. 256 с.

¹⁶⁵ Тем большая часть, чем сильнее раздробленность «архипелага», меньше по площади «острова», выше их изолированность друг от друга и от ближайшего «материка», и

как описано выше (что наблюдается в подавляющем большинстве случаев), обеднение фаунистических и флористических комплексов ещё значительней.

Таблица 11

Изменения запасов водоплавающих птиц (пластинчатоклоновые, лысуха) на территории СССР, млн. особей

Ландшафтные зоны	Середина XIX в.	Конец 1940-х годов	Середина 1960-х	Первая половина 1980-х гг.
Пустыни, полупустыни, степь, лесостепь	50	35	12	10
Лесная зона	250	150	70	60
Лесотундра, тундра	50	35	18	15
Всего	350	220	100	85

Источник: Кривенко В.Г., 1991. Водоплавающие птицы и их охрана. М.: Агропромиздат. С. 226.

В это же время сильно снижается численность основных охотничьих видов, также как контролирующих их хищных птиц и зверей (табл. 4, 11). Она может восстановиться по мере замены охоты на боровую дичь птицеводством¹⁶⁶, в сочетании с дичеразведением и пр. биотехнией¹⁶⁷, но промысловая охота утрачивает значение навсегда, заменяясь спортивной.

Однако сокращают численность отнюдь не только они. Исследуя урбанизацию «диких» видов позвоночных, мы обратили внимание, что 120–150 лет назад самые обычные певчие птицы были на 2–3 порядка многочисленней, чем сегодня. В 1870–1880 гг. в Московской губернии *щеглы* встречались тысячными стаями, с приходом снега тысячными же стаями появлялись *снегири* (отсюда и название). Их ловили сотнями, если не тысячами, и отправляли в Германию, к западному Рождеству, где это были «рождественские птицы» (часть из них потом выпускали весной на Благовещение¹⁶⁸).

стохастичней взаимное расположение островов. См. «Островная биогеография, метапопуляции и охрана природы-1», <http://wolf-kitses.livejournal.com/314235.html>; «Большой минус, маленький плюс...», *op.cit.*

¹⁶⁶ См. «Ешь ананасы, рябчиков жуй...», <http://www.socialcompas.com/2014/10/19/esh-ananasy-ryabchikov-zhuj/>

¹⁶⁷ См. Дёжкин В.В., 2005. Охота и рыболовство в России и США: материал для размышлений // Россия в окружающем мире – 2005. Аналитический ежегодник. М.: изд-во МНЭПУ. С. 151–179.

¹⁶⁸ См. Птушенко Е.С., Иноземцев А.А., 1968. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий. М.: изд-во МГУ. 461 с.

Обычай выпуска птиц «на свободу» им смертельно опасен, большинство выпущенных гибнет, <http://karasev.livejournal.com/2266538.html> Увы, с ростом религиозности он возрождается; при капитализме природоохранники ничего не могут сделать с торговцами

Другой пример быстрого падения численности обычного вида при хозяйственном освоении территории – соколог кобчик *Falco vespertinus*. Ещё в 1930-е годы его численность в лесостепной зоне была на порядок выше уровня, при котором его считают «многочисленным» сегодня. О кобчике в Приалатырье (Восточная Мордовия) Б.М. Житков и С.А. Бутурлин писали в 1906 г.: «Чаще всего нам приходилось наблюдать сравнительно немногочисленные пролётные стаи, численностью в 30–60 особей (!!!), но изредка осенью приходится видеть и поистине громадные стада, причём небо ... бывает усеяно пролётными кобчиками, как звёздами в морозную ночь».

О миграции кобчика в долине Тисы (Подкарпатская Русь, ныне Закарпатская область) А.А.Грабар (1931) писал: *«В 1925 г. в августе до сентября в таком множестве появлялись ... что я судил, что их число в понад миллионы»*. То же верно для всех видов хищных птиц, у которых значительную долю рациона составляют крупные насекомые (особенно в лесостепи и степи, с её вспышками саранчовых¹⁶⁹). Сходным образом в лесостепи Украины хохлатый жаворонок из субдоминанта стал очень редким¹⁷⁰; таких примеров множество.

Описанные тенденции обвального падения численности на первой стадии хозяйственного освоения территории присущи всем *обычным* видам птиц, млекопитающих и других позвоночных, по которым есть надёжные данные за последние век–полтора. Их сокращение в связи с преобразованием (фрагментацией) природных ландшафтов оказывается не меньшим, а *сравнимым или большим*, чем боровой, водоплавающей и пр. дичи. Так, по данным Григория Полякова в начале XX века филин и крупные неясыти в Центральной России давали 2–3 выводка в год и/или размножались до сентября–октября, сейчас уже нет – недостаточна плотность жертв, и пр.

На следующей стадии освоения региона интенсификация сельского хозяйства вместе с урбанизацией, ростом рекреационной нагрузки, сопряжённой с развитием автодорожной сети, ликвидируют и «традиционный с/х ландшафт». Это видим в Западной Европе

птицами и крайне медленно устанавливается взаимопонимание со священниками, потенциально способными выступить против. См. сообщество «Благовещение без убийств», <http://vk.com/initium.redemptionis>

¹⁶⁹ Одним из факторов резкого сокращения численности кобчика и других хищных птиц-энтомофагов, также как крупных видов птиц степной зоны (дрофы, стрепета, журавля-красавки), было массированное и часто неграмотное использование ядохимикатов для борьбы с саранчой в 1930-1950-е гг. Успех был достигнут (в зоне степей и полупустынь саранча перестала быть проблемой для сельского хозяйства), но ценой дестабилизации экосистем, лишившихся многих видов с «верхушки» экологической пирамиды. См.

Белик В.П., *op.cit.*

¹⁷⁰ См. Луговой А.Е., 1994. К вопросу об особо охраняемых видах птиц// Беркут. Т. 3. Вип. 2. С. 143–144.

(Великобритания, ФРГ, Голландия). Экономические выгоды ведут к укрупнению полей, ликвидирующего важную для «диких» видов «мелкую мозаичность ландшафта», окультуривание лугов (подкормка с мелиорацией) увеличивают их продуктивность, но падает биоразнообразие флоры и т.д.

Пример. «Среди находящихся под угрозой исчезновения ландшафтов Западной Европы особое место занимают сырые луга. Эти системы отличаются высоким видовым разнообразием. Даже непосвященный наблюдатель не может не отметить красоту цветущей луговины с разноцветными, сменяющими друг друга коврами полевых цветов. Удивительно, но факт: своим существованием столь богатое сочетание красок и форм обязано контролированному вмешательству человека. Если бы человек никогда не появился на свете, 90% площади Европы покрывали бы сейчас густые леса, луговые растения ютились бы в местах, в силу естественных процессов оказавшихся свободными от леса – поймах рек, болотах, дюнах.

Луга в их нынешней форме появились лишь в бронзовом веке с началом сельскохозяйственной активности первых поселений людей. Со временем наиболее плодородные и доступные для возделывания участки были превращены в пашню, а там, где почва была слишком бедной и сырой, оставили пастбища для скота и сенокосы. Луговые растения хорошо приспособились к поеданию животными и регулярному укосу, большинство из них привыкло также «довольствоваться малым» по отношению к важнейшим питательным веществам в почве – азоту и фосфору.

Почему же луга, украшавшие ландшафт на протяжении нескольких тысячелетий, вдруг оказались на грани исчезновения, а растения, их составляющие, и до недавнего времени прекрасно уживавшиеся рядом с людскими поселениями, – на грани вымирания? Причина кроется в изменениях, происшедших в сельском хозяйстве в последние десятилетия.

С появлением сельскохозяйственных машин и минеральных удобрений умеренная нагрузка на природные сообщества, способствовавшая развитию большого количества видов растений, сменилась интенсивной, нацеленной на получение максимального урожая с единицы площади. Фермерам уже невыгодно оказалось выгонять коров на луг, а вместо низкокалорийного сена скоту начали скармливать более питательный силос, полученный с гораздо меньшей площади, на которой после вноса удобрений вместо лугового разнотравья осталось лишь 2–3 вида злаков и клевер.

С другой стороны, те участки лугов, где высокий уровень грунтовых вод и мягкая почва исключали использование сельхозмашин, а затраты на осушение не окупали бы выручки с урожая, были попросту заброшены. Вопреки расхожему мнению о том, что природа, освободившись от вмешательства со стороны людей, сама восстановит нарушенное равновесие, прекращение традиционного хозяйства на сырых лугах имело весьма пагубные последствия для их видового разнообразия.

Без постоянного вмешательства (контролируемого беспокойства) те немногие виды, что умеют оптимально использовать имеющиеся ресурсы, получают преимущество над остальными, и место цветочного ковра очень быстро занимают непролазные заросли таволги, чертополоха, крапивы или канареечника. Недостаток питательных веществ, ранее сдерживавший развитие таких растений в большинстве болотных и луговых экосистем теперь практически не играет роли из-за большого количества нитратов и фосфатов, смываемых с полей в грунтовые воды и выпадающих с дождем из атмосферы. В результате природоохранникам приходится восстанавливать исходное биоразнообразие флоры сырых лугов искусственно, как вселяя соответствующие виды растений, так и поддерживая

необходимый уровень контролируемого беспокойства, то есть производить экологическую реставрацию деградировавших участков¹⁷¹».

Эти преобразования «традиционного с/х ландшафта» делают неустойчивыми и так сократившиеся популяции *обычных видов* птиц, млекопитающих, амфибий и рептилий. Раньше они были вполне стабильными, но сегодня их состояние меняется быстро, чаще всего – неожиданно для натуралистов и, как правило, в сторону ухудшения. Лишь иногда, наоборот, вид вдруг расширяет ареал и быстро осваивает кардинально новые местообитания, в том числе городские.

Так в Великобритании падает численность то одного обычного вида, то другого (кукушки *Cuculus canorus*, вяхиря *Columba palumbus*, полевого жаворонка *Alauda arvensis* – всего 19). Наибольшее сокращение зафиксировано как раз у птиц с/х угодий¹⁷². Другой пример: беспокоящее орнитологов обвальное сокращение численности турухтанов *Philomachus ripnax*, бывших недавно самыми массовыми из куликов¹⁷³. Данный феномен заметней всего у птиц и млекопитающих, но также присутствует у сосудистых растений, беспозвоночных и пр. групп.

Только недавно выяснили причину обвала численности домового воробья *Passer domesticus* в Англии и Северо-Восточной Европе в целом, остававшиеся загадкой >40 лет. С ростом доходов населения бедные кварталы и промзоны городов застраиваются жильём для «средних классов». Но там, грубо говоря, «меньше зелени и больше машин», выше процент запечатанной почвы¹⁷⁴, что бьёт по виду в критический период выкармливания, когда птенцы малы и требуют гусениц и других мягких насекомых¹⁷⁵.

¹⁷¹ См. Леонид Разран, 2006. Восстановление видового разнообразия растений на сырых пойменных лугах в долине реки Айдер (Северная Германия)// Мастер-класс для Пантоподы. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 195–198. Обратите внимание на рис. 6-8.

¹⁷² См. Эльвира Кошкина. В Великобритании становится всё меньше пернатых, <http://science.compulenta.ru/540643/>; ...вымирают кукушки, <http://science.compulenta.ru/548387/>; ... стало меньше садовых птиц, <http://science.compulenta.ru/518734/>; ...холодная зима убила половину желтоголовых королюков, <http://science.compulenta.ru/540643/>; ... и крапивников, <http://science.compulenta.ru/527787/>; ... с 2006 года сокращается популяция зеленушек, они заражаются трихомонозом через садовые кормушки, <http://science.compulenta.ru/556273/>; но неожиданно стала расти популяция тупиков, щеглов, певчих дроздов, деряб, славков - черноголовок и пр., <http://science.compulenta.ru/545936/>

¹⁷³ http://en.wikipedia.org/wiki/Ruff#Conservation_status

¹⁷⁴ Запечатанные почвы (грунты) – покрытые асфальтом, плиткой, брусчаткой и иными покрытиями. Этим они выключены из водного баланса города (не участвуют во впитывании и просачивании влаги), тем более не могут поддерживать растительность, т.е. «экосистемно мертвы».

¹⁷⁵ См. «Домовый воробей...», op.cit. По той же причине численность вида падала в США, со стабилизацией на низком уровне в 2000-х гг., <http://dendroica.blogspot.ru/2006/04/decline-of-house-sparrow.html>

Следовательно, при наибольшей трансформированности ландшафта часть ранее обычных (и стабильных) видов, связанных с зональными местообитаниями, вдруг обретают несвойственный им динамизм¹⁷⁶. А не успевшие или не сумевшие обрести – ускоренно вымирают или отступают туда, где ландшафт не настолько преобразован. Оба процесса наиболее выражены в городских популяциях: как специализированных, созданных видами – успешными урбанистами, так и неустойчивых, вытесняющихся из урбанизированного «ядра» региона на периферию¹⁷⁷.

Таким образом, в Западной Европе, в ряде районов Северной Америки, Японии, Восточного Китая и Южной Кореи (где по нашим меркам немислимо высоки гемеробность ландшафта и фрагментированность местообитаний, плотность застройки и дорожной сети, другие показатели изменённости) идёт своего рода «бег наперегонки» между эволюцией ландшафта и приспособлением к нему «диких» видов.

Виды, не сумевшие приспособиться к преобразованию ландшафта в связи с урбанизацией¹⁷⁸ (идущему на данной территории с некой постоянной скоростью, сложившейся в начале этого процесса), снижают численность и отступают на периферию. Там темпы преобразования ниже или оно вообще не началась. Здесь соблюдается своего рода принцип Ле Шателье: для каждого вида наблюдаемая скорость антропогенной трансформации местообитаний и ландшафта в целом

- или стимулирует его к перестройке популяционной системы (прежде всего пространственно-этологической структуры популяций) в сторону, позволяющую группировкам устойчиво существовать в мозаике более фрагментированных, менее стабильных и меньших по площади «островов» местообитаний, чем были присущи ему ранее,

- или снижает численность вида в районе соответствующих изменений, с отступлением ареала туда, где местообитания стабильней во времени и конфигурацией ближе к «материку».

Иными словами, в ответ на трансформацию ландшафта, представляющую собой средовой стресс для данного вида, он меняется

¹⁷⁶ Термин орнитолога С.С.Москвитина (2001). Под динамизмом понимается способность (большая у одних, меньшая у других видов птиц) «дистанционно оценивать ландшафтную картину больших пространств, в совершенстве ориентироваться, своевременно и направленно реагировать на конкретную климатическую, экологическую и антропогенную ситуацию и высокоэффективно пользоваться ими для себя». Динамизм – одна из составляющих лабильной стратегии особей, видов и популяций, преадаптирующей их к эффективному освоению урбандиафракта или иных «островных ландшафтов», созданных человеческой деятельностью. См. Фридман В.С., Ерёмкин Г.С., *ibid*.

¹⁷⁷ См. «Модели урбанизации «диких» видов птиц», <http://www.socialcompas.com/2015/03/24/modeli-urbanizatsii-dikih-vidov-ptits/>

¹⁷⁸ Освоить техногенные аналоги природных местообитаний в городах и за их пределами, см. сноску 82.

так, что делается нечувствителен к нему или уходит из зоны действия стрессора. В обоих случаях проблема снимается¹⁷⁹.

С одной стороны, человек трансформирует коренные сообщества региона до невозможности самым обычным видам поддерживать устойчивость популяций. С другой, он создаёт разного рода **техногенные аналоги** (ликвидируемых) природных местообитаний, которые они пробуют осваивать. При минимальном экообустройстве «аналоги» превращаются в рефугиумы фауны и делаются «накопителями» редких видов¹⁸⁰.

Поэтому важное направление охраны природы на староосвоенных территориях – «помощь» естественно идущим процессам урбанизации «диких» видов, их привлечение в «аналоги» природных биотопов (от старых парков и разнотравных газонов до разного рода техногенных водоёмов), через экообустройство последних для повторного заселения птицами, амфибиями и т.п. Страны с наибольшей уязвимостью обычных видов – Великобритания, ГДР, ФРГ – в 1970–1980-х гг. лидировали в развитии биотехнических средств этой «помощи». В 2000-е годы британские орнитологи так «вытащили» более половины видов птиц, находившихся на грани вымирания¹⁸¹.

Сегодня необходим мониторинг обычных видов, пусть даже пока что благополучных. Ввиду неустойчивости популяций они равным образом вдруг могут начать экспансию в новые области или, наоборот, сокращать численность и ареал. В странах ЕС он проводится с 1980-х гг.¹⁸²

¹⁷⁹ Успешная урбанизация «диких» видов птиц и млекопитающих – частный случай такого приспособления. См. «Модели урбанизации...», «Большой минус, маленький плюс...», *op.cit.*; Фридман В.С., Ерёмкин Г.С., Захарова-Кубарева Н.Ю., 2007. Адаптация редких видов птиц к «островному ландшафту» как шанс на их сохранение в Европе// Природно-заповедный фонд – бесценное наследие Рязанщины. Мат-лы межд. конф. Рязань. С. 107–111; Фридман В.С., 2012. Урбанизация «диких» видов птиц и модели островной биогеографии// Биогеография: методология, региональный и методологический аспекты. Мат-лы конф. к 80-летию со дня рождения В.Н.Тихомирова. М.: Т-во научн. изданий КМК. С. 236–240.

¹⁸⁰ См. Авилова К.В., 1997. Техногенные водоёмы, промышленность и дикая природа: опыт Великобритании // Птицы техногенных водоёмов Центральной России. М.: Издание кафедры зоологии позвоночных и общей экологии. С. 152–171; Авилова К.В., 1998. Сохранение разнообразия орнитофауны в условиях города// Природа Москвы. М., Биоинформсервис, 1998. С. 154–169; Авилова К.В., Ерёмкин Г.В., 2003. Изменения фауны птиц лесной опытной дачи МСХА за период 1915–2000 гг.// Животные в городе. Мат-лы II научно-практ. конф. М.: изд-во РСХА. С. 41–43; «Город как заказник-1...», *op.cit.*

¹⁸¹ См. «Город как заказник...», *ibid.*; «В дополнение к проблемам пингвинов...», <http://wolf-kitses.livejournal.com/284375.html>; Дмитрий Целиков. Британские орнитологи спасли более половины видов птиц, находившихся на грани вымирания, <http://science.compulenta.ru/472021/>

¹⁸² См. тренды динамики численности обычных видов..., *op.cit.*

Возможность вымирания видов, не имеющих хозяйственной ценности и ранее процветавших при умеренном нарушении, показывает, что антропогенная трансформация природных ландшафтов *подходит к критическому рубежу*. Далее неизбежна потеря большей части прежнего биоразнообразия, и с нами останется лишь «серая биота». В Западной Европе прилагают отчаянные усилия, чтобы от него отойти, сохранив ключевые виды-регуляторы местных экосистем (прежде всего крупных хищников), и оставшиеся «острова» природных местообитаний¹⁸³.

Табл. 4 показывает, как в последние 150 лет по мере углубления трансформации ландшафтов угрожаемыми оказывались всё новые категории видов (почему требовали мониторинга, охраны и пр.). Сперва – промысловые: крупные хищники, пушные звери, копытные или дичь: боровая, болотная, водоплавающая. Потом – хозяйственно безразличные виды, исчезающие под действием «злой четвёрки» Д.Даймонда (рис. 5); тогда появились и стали нормой Красные книги. В конце же XX века природные сообщества в развитых странах трансформировались настолько, что возникла необходимость мониторинга и охраны *обычных видов* птиц, цветковых растений, амфибий и рептилий, млекопитающих.

У западных политиков есть понятие «*collateral damage*» (побочный ущерб), обозначающий количество мирных жителей, гибель которых ожидается при данном способе ведения войны (вариант поговорки «Лес рубят – щепки летят»¹⁸⁴). Это же происходит при преобразовании природы человеком: масса видов, не обладающих хозяйственной ценностью и, в общем, известных лишь специалистам, оказываются на грани исчезновения только из-за ускоренного преобразования природного ландшафта в урбанистический, сельскохозяйственный и т.п. Чем больше видов исчезло с территории сообщества, тем ниже его устойчивость, и легче подрыв нарушением и/или чужеродными видами, особенно если процесс затрагивает средообразователей и т.д. Круг замыкается.

¹⁸³ См. «Уроки волков», <http://www.socialcompas.com/2014/08/18/urokei-volkov/>; Елена Наймарк. Численность хищных животных в Европе постепенно восстанавливается, <http://elementy.ru/news/432379> Другое дело, что «восстановленные» не выживут вне последних «островов» дикой природы (а их в Европе очень немного), и без поддержки со стороны человека, его постоянного контроля и значительных затрат. См. классификацию местообитания для природоохранных целей в ЕС, <http://naturschutz.livejournal.com/40723.html> (по: Илка Хански, *op.cit.* С. 28–30).

¹⁸⁴ Так выведен «индекс грязной войны», показывающий, насколько она опасней для гражданского населения, чем для солдат противника. В том числе оказалось, что действия армии США в Ираке «грязней» их противников-исламистов, <http://compulenta.computerra.ru/archive/socdem/594271/>

4. Что мы теряем в экологическом кризисе? «Экосистемные услуги»

Экологический кризис опасен не столько ухудшением ресурсной функции трансформируемых экосистем и ландшафтов, сколько необратимым нарушением их кондиционирующих функций. «Природа» (совокупность биомов планеты) доселе необходима не только как источник ресурсов, но как «бесплатный» механизм переработки отходов человеческого хозяйства. И как местообитания; если они не нарушены, то сами восстанавливают отходы в ресурсы (см. лекцию 3).

«Работа» природы по «кондиционированию» среды обитания человека обозначается как **«экосистемные услуги»**, если речь идёт о хозяйственной пользе, или **«экологические функции»**, если о роли соответствующих процессов в биосфере.

В их числе выделяются¹⁸⁵:

- очищение воды и воздуха;
- способность лесов охранять воду и почву (а также очищать воздух от загрязнений),
- способность коралловых рифов и других экосистем Океана сохранять и воспроизводить рыбные запасы,
- поглощение и накопление воды, смягчение засух и наводнений;
- разложение, нейтрализация и связывание отходов;
- восстановление содержания питательных веществ в почве, гумусообразование, увеличение почвенного слоя;
- опыление;
- сдерживание и контроль вспышек размножения вредителей сельского (и лесного) хозяйства;
- рассеивание семян и распределение питательных веществ;
- ослабление ветров и смягчение температурных перепадов;
- обеспечение широкого разнообразия аграрной, медицинской и промышленной продукции;
- эволюция и поддержание биологического генетического фонда и биоразнообразия, которые выполняют перечисленные задачи;
- уроки выживания, устойчивости к внешним воздействиям, эволюции и достижения разнообразия, которые обеспечили существование экосистем на протяжении трёх с лишним миллиардов лет;
- огромное эстетическое, духовное и интеллектуальное значение;
- способность естественных экосистем, лесных, луговых и болотных, быть прекрасным рекреационным ресурсом для горожан, восстанавливая их силы.

¹⁸⁵ Д.Медоуз и др., 2008, *ibid.* С. 109–110.

«Экосистемные услуги» «производятся» вне экономики, почему хронически недооценены рынками. Сегодня пробуют пользоваться экономическими оценками для определения экологического ущерба или установления ценности природных территорий, могущих пострадать от конкретных проектов (неполными и «по нижней планке»¹⁸⁶). Важнейшая проблема состоит в том, что

– сокращение количества и качества «экосистемных услуг» нелинейно зависит от трансформированности биогеоценоза. Что крайне существенно при превращении леса относительно ненарушенного в коммерческий¹⁸⁷ или рекреационный. Где проходит грань, за которой нарушения превращают самоподдерживающееся сообщество деревьев, кустарников, трав и т.д. в парк, о котором нам уже надо заботиться?

– «работу» по очистке среды обитания человека и других биологических видов (а также воспроизводству ресурсов) сообщества и экосистемы «выполняют бесплатно» и без нашего участия. Что важнее всего, она специализирована и специфична настолько, что не «перепоручить» ни промышленности, ни технике. Во всяком случае, пока все попытки движения в данном направлении были слишком точечны¹⁸⁸ или безуспешны. Прорывов здесь пока что не намечается.

Искусственную пищу и искусственную почву мы производить не умеем и вряд ли научимся до 2040–2050 гг., на которые модель Медоузов прогнозирует начало коллапса (см. лекцию 2). В 1960–1970-е гг. много было энтузиазма по этому поводу, проблема казалась легко решаемой ... а воз и ныне там. То же относится к регенерации воздуха и вообще поддержанию должных параметров сред обитания (воды, почвы, и пр.) техническими средствами в современном городе, на промышленном объекте и других сложных системах. Что получается в микрокосмах, неприменимо к сколько-нибудь реальным человеческим поселениям. Города под стеклянным колпаком, где воздух регенерируется, как в подложке, а отходы утилизируются, превращаясь в ресурсы, в обозримом будущем (а, скорее всего, всегда) будут утопией.

¹⁸⁶ См. «Сколько стоят экологические услуги?», <http://naturschutz.livejournal.com/59120.html>; «Книга «Экономика экосистем», <http://wolf-kitses.livejournal.com/294832.html>

¹⁸⁷ См. «Чем ненарушенный лес отличается от коммерческого?» (на примере таёжных лесов Финноскандии), <http://naturschutz.livejournal.com/56470.html>

¹⁸⁸ Создание микрокосмов вроде «Биосферы – 2», функционировавших в целом плохо, с непонятными сбоями и неожиданными трагедиями. См. <http://imbg.livejournal.com/80667.html>; Дмитрий Целиков. «Научный комплекс «Биосфера-2» обретает новую жизнь», <http://science.compulenta.ru/607364/> К слову, «создатели Биосферы-2 на стадии проектирования своей системы плотно общались с разработчиками БИОСа: советского проекта-предшественника в Институте биофизики СО АН РАН (тут, как всегда, СССР опередил США)».

Поэтому даже ведение с/х¹⁸⁹ требует сохранения не только плодородия полей, но также лесов, лугов и болот вокруг. Без их «экосистемных услуг» невозможны ни высокие (и, главное, устойчивые) урожаи¹⁹⁰, ни полноценное восстановление сил горожан рекреацией, ни очистка загрязнений самого города, с подачей туда воды, кислорода и других жизнеобеспечивающих ресурсов. Отсюда неразрушение «разделяющих» природных территорий ещё важнее для городов с их транспортом и промышленностью.

Сохранение основных биомов планеты в рамках исторически сложившейся адаптивной нормы¹⁹¹ поддерживает приемлемый нам и не-гибельный для природы уровень стихийных бедствий, вроде пожаров, наводнений, засух, тропических штормов, вспышек массового размножения насекомых-вредителей и т.п. И наоборот: прогрессирующее преобразование ландшафтов через урбанизацию, добычу сырья, строительство и т.п. значительно увеличивает частоту этих событий. Показана связь современного учащения климатологических и гидрологических стихийных бедствий (рис. 13) с трансформацией природных сообществ, нарушающей климатообразующие функции растительности¹⁹².

Пример. Связь учащения стихийных бедствий с антропогенной трансформацией ландшафтов прослеживается и в прошлом. В период от античности и «тёмных веков» до промышленной революции по мере с/х освоения Западной и Восточной Европы устойчиво растёт частота катастрофических природных событий – засух, неурожаев, наводнений и пр., ведущих к голоду¹⁹³.

Сегодня урожай больше зависит от удобрений, агротехники и сортов, нежели от почвенно-климатических условий. Но именно они задают «верхнюю планку» урожайности

¹⁸⁹ Особенно интенсивного, прокормляющего не только крестьян и их семьи, но и преобладающую массу горожан, дающего сырьё для промышленности.

¹⁹⁰ Что особенно важно для интенсивного земледелия, где риск потери эксплуатируемых угодий пропорционален снимаемым урожаям, и снижается лишь сохранением природных ландшафтов вокруг, с поддержанием их высокой мозаичности. Это максимизирует кондиционирующий эффект естественных экосистем на «пятна» с/х ландшафтов. См. лекцию 2.12; «И засуху победим!»

¹⁹¹ Её основные черты лишь вырисовываются в данных последних лет, вместе с пониманием того, как глубоко трансформированы биомы, 100 лет назад казавшиеся натуралистам «девственными», в сравнении с доагрикультурным покровом (табл. 4). Причём повсеместно – от бореальных и широколиственных лесов до тропических. См. Смирнова О.В., Торопова Н.А., *ibid.*; Дмитрий Целиков. «Когда начался антропоцен?», <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10006611/>; «Антропоцену почти 2 миллиона лет», <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10011796/>; «Следы в лесу, или ещё раз об Амазонии», <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10009451/>

¹⁹² Это одно из доказательств антропогенной природы глобального потепления. См. «Сумма про антропогенные изменения климата-2», <http://naturschutz.livejournal.com/60667.html>

¹⁹³ См. Бараш С.И., 1989. История неурожаев и погоды в Европе. Л.: Гидрометеониздат. 237 с., «Про неустойчивость традиционного с/х», <http://naturschutz.livejournal.com/16672.html>

с/х культур; прогресс с/х производства в разных странах определяется разной скоростью достижения этого «потолка»¹⁹⁴.

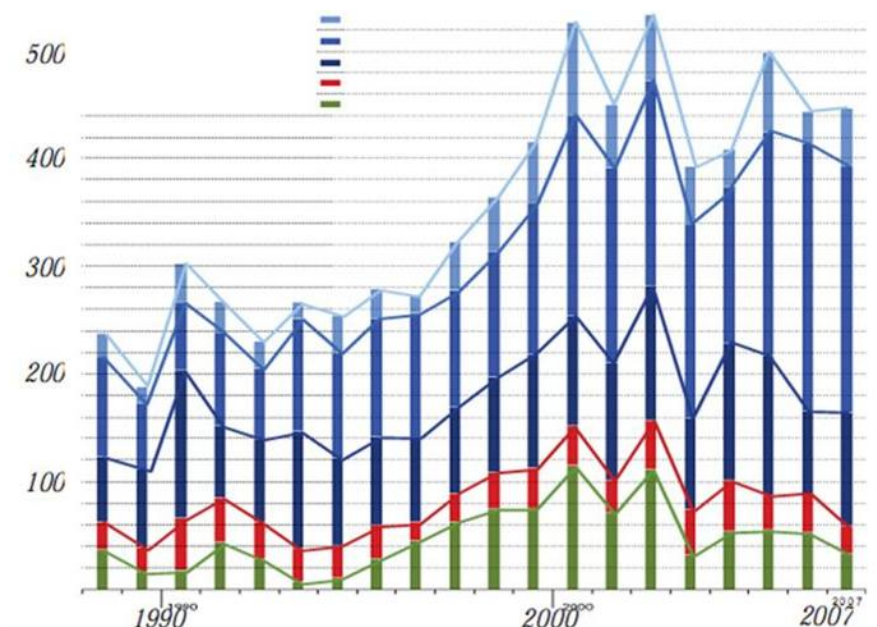


Рис. 13. Динамика частоты стихийных бедствий в последние 30 лет, данные UN ОСНА
Обозначения: Столбики между линиями – частота стихийных бедствий разных типов: гидрологических, климатологических, метеорологических, геофизических, биологических (последовательно сверху вниз).

Источник: Букварёва Е.Н., 2010. Роль наземных экосистем в регуляции климата и место России в посткиотском процессе. М.: Т-во научн. изданий КМК. С. 20, http://optimum-biodiversity.narod.ru/olderfiles/1/Bukvareva_Klimat.pdf

Ныне $\approx 60\%$ «экосистемных услуг» либо уже деградируют, либо чреваты деградацией в ближайшем будущем (Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report, С. 39–49). Вкупе с потерей способности экосистем к самовосстановлению это опасней для выживания нашего вида, чем индивидуальные проблемы здоровья, качества жизни и долголетия¹⁹⁵. Первые, если их не сдержат, ликвидируют самоё

¹⁹⁴ См. «Сравнение с/х СССР–США: метод почвенно-климатических аналогий», <http://www.socialcompas.com/2014/09/29/sravnenie-s-h-sssr-ssha-metod-pochvenno-klimaticheskikh-analogij/>

¹⁹⁵ См. данные, как загрязнение в городах влияет на наше здоровье: а) Загрязнённый воздух повышает риск повторного инфаркта; б) работа с растворителями негативно влияет на интеллект, но в первую очередь у тех, у кого образование ниже среднего. А вот у более

человечество вместе с прочей биотой, лишив всех исторически выработанной среды обитания. Вторые решаемы при условии общественного прогресса, необходимого и для выхода из экологического кризиса (см. **Заключение**).

Поскольку последний глобален, деградация «экосистемных услуг» фиксируется буквально везде, где исследования сколько-нибудь тщательны. Так, стоки полей загрязнены биогенами, вызывающими «цветение» воды, и пестицидами¹⁹⁶. Мощность речного выноса азота, фосфора и органики в последние 50 лет непрерывно растёт, меняя морские экосистемы в сторону упрощения, деградации и снижения биоразнообразия (иногда с некоторым ростом продуктивности¹⁹⁷), до образования мёртвых зон в пресноводных и эстуарных экосистемах (см. лекцию 2.12). Сегодня уже востребованы «унитазы завтрашнего дня», поддерживающие сбор и обратное использование мочи, воды, предотвращающие загрязнение лекарственными препаратами и пр., включая работающие без помощи электроэнергии, воды и канализации¹⁹⁸. Ещё важнее, что так разрешима проблема истощения сырья для

образованных мышление не страдает, даже если они подвергаются такому же воздействию токсиканта; в) ВОЗ публикует информационные и образовательные модули по проблемам здоровья детей, темы: Дети и химические вещества; биомониторинг человека и биомаркеры; тяжёлые металлы (не ртуть и свинец) и дети; эндокринные нарушения; нарушения иммунной системы; микотоксины; поведенческие нарушения; связь заболеваний взрослого населения с состоянием окружающей среды. г) Детское ожирение связано с чистотой воздуха, вдыхаемого беременной матерью. д) Итальянский «треугольник смерти» вызывает преждевременное старение. Поскольку «мусорный бизнес» в Неаполе контролирует мафия, успешно препятствующая строительству современных мусоросжигательных заводов и устройству организованных свалок одновременно, эта беда будет продолжаться ещё долго. См. <http://natschutz.livejournal.com/25965.html> п.3.

¹⁹⁶ См. *Дмитрий Целиков*. Озеро Эри задыхается от водорослей, <http://science.compulenta.ru/743556/>; Загрязнение Тихого океана азотом продолжает расти, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/636241/>;

Площадь «мёртвой зоны» Мексиканского залива может достичь рекордного показателя, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/623119/>

¹⁹⁷ Сопряжённое действие двух загрязнений: органикой и бактериального – одна из причин массовой гибели коралловых рифов (другая – потепление воды, вызывающая необратимое обесцвечивание и гибель от потери симбионтов). К обоим, правда, они кое-где адаптируются, однако до сих пор деградация рифов сильно обгоняет формирование устойчивости. См. *Островский А.Н.* Коралловые рифы: утраченный рай? <http://wolf-kitses.livejournal.com/106109.html>; *Алексей Гуляров*. Кораллы обесцвечиваются из-за утраты взаимопонимания, <http://elementy.ru/news/430984>; *Елена Наймарк*. Кораллы гибнут из-за органических загрязнений, <http://natschutz.livejournal.com/82896.html>; Погибшие коралловые рифы постепенно восстанавливаются, <http://elementy.ru/news/432407>; *Дмитрий Целиков*. Человек вызвал коллапс Большого барьерного рифа до глобального потепления, <http://science.compulenta.ru/719176/>

¹⁹⁸ См. «Об унитазах завтрашнего дня».

<http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10001236/>

производства удобрений, заканчивающегося существенно раньше нефти¹⁹⁹.

«Общее количество химически активного или биологически доступного азота, созданного в результате человеческой деятельности, возросло в период с 1890 по 1990 гг. в 9 раз, при этом большая часть этого роста приходится на вторую половину XX века в связи с ростом потребления.

Недавнее исследование глобального вклада людей в увеличение потоков химически активного азота предполагает, что они увеличатся с примерно 165 тераграмм азота в 1999 г. до 270 тераграмм в 2050 г., т. е. на 64 %. Азотные удобрения производят с 1913 г., но более половины из них внесено после 1985 г...

Потоки азота в океаны возросли почти на 80% за 1860–1990 гг., с примерно 27 тераграмм азота в год до 48 тераграмм в 1990 г. (Однако эти изменения не являются единообразными по всему миру, и в то время как в некоторых регионах, например, Лабрадор и заливе Гудзон в Канаде, были заметны небольшие изменения или их не было вовсе, потоки из более развитых регионов, таких как, северо-восток США, водосборы Северного моря в Европе, бассейн реки Хуанхэ в Китае, увеличились от 10 до 15 раз).

Использование фосфорных удобрений и скорость аккумуляции фосфора в сельскохозяйственных почвах возросли почти в три раза в период с 1960 по 1990 гг., хотя в это же время скорость несколько уменьшилась. В настоящее время поток фосфора в океаны утроился, по сравнению с базовыми темпами (примерно 22 тераграмм фосфора в год против естественного потока в 8 тераграмм²⁰⁰)»

Пример. Вышеописанное сильно затронуло внутренние моря Европы. «В северо-западной части Черного моря, где вынос биогенов такими реками как Дунай, Днепр, Днестр особенно значителен, концентрация нитратов и фосфатов достигла максимума в 1976–1980 гг., превышая, при этом уровень 1960-х в 10–15 раз (рис. 14). В последние годы отмечался возврат к величинам, характерным для начала 1970-х гг.

Обогащение биогенами привело к росту биомассы фитопланктона в весенне-осенний период и накоплению неиспользованной органики. Число видов планктонных водорослей изменилось несущественно, их же таксономический состав претерпел кардинальные изменения. Вместо ранее преобладавших диатомовых водорослей ведущую роль стали играть панцирные жгутиконосцы и динофлагеллаты, которые оказались способны утилизировать частично эту органику за счет перехода к смешанному питанию. В зоопланктоне стали безусловно преобладать одноклеточные организмы ночесветки (*Noc-*

¹⁹⁹ См. Алексей Гиляров. Истощение запасов фосфатов – серьёзная угроза человечеству, <http://elementy.ru/news/431172>

²⁰⁰ «Оценка экосистем на пороге тысячелетия». На русском языке: «Экосистемы и благосостояние человека. Синтез». С. 34, рис. 1.6.
<http://www.millenniumassessment.org/ru/Synthesis.aspx>

tiluca miliaris), составлявшие в период максимума своего развития до 97% биомассы зоопланктона.

Резко возросла численность (и уловы) планктоноядных, быстро размножающихся рыб – хамсы и шпрота, позднее значительно увеличилось количество медуз, успешно конкурировавших с рыбами²⁰¹. *Уловы рыбы начали снижаться.*

В то же время дефицит кислорода у дна (гипоксия), возникающий летом за счет микробного разложения органики, привел к локальному вымиранию популяций многих видов донных беспозвоночных. Приспособиться к новым условиям смогли виды бентосных организмов, во взрослом состоянии живущие в мягких осадках, но имеющие личиночную стадию, срок существования которой в планктоне обычно превосходит период замора, например многощетинковые черви нереиды и полидоры, двусторчатые моллюски мии. Они получили определенный выигрыш и за счет того, что обеспеченность личинок пищей в планктоне оказалась выше. В целом продуктивность донных биоценозов, в которых эти немногочисленные виды преобладают, оказалась выше.

В то же время произошла деграция и сокращение области распространения богатых видами биоценозов твердых грунтов и полей красной водоросли филлофоры²⁰².

5. Подрыв сукцессионных систем и пределы преобразованности территории

Ненарушенные коренные сообщества обычно устойчивы к интродуcentам, поселяющимся в сельхозландшафте и других «пятнах» нарушений. Когда они превратились в «архипелаг» среди «моря» антропогенных ландшафтов, чужеродные виды растений, животных и

²⁰¹ Когда запасы рыб-планктонофагов подорваны промыслом, их место в экосистеме почти сразу занимают желетелые: медузы и гребневники, дающие мощную вспышку размножения. Уже через несколько лет они составляют по массе до 90% планктонофагов и, естественно, не позволяют рыбе восстановиться даже после прекращения промысла.

Дело в том, что как потребители соответствующего пищевого ресурса, «умные» и подвижные рыбы, постоянно перемещающиеся большими стаями, лишь чуть-чуть эффективней огромных неподвижных медуз, использующих тактику стационарного облова пространства при минимуме перемещений, и те пассивные. Недавно были собраны данные примерно о 600 видах медуз и рыб, чтобы сравнить по соотношению платы и выигрыша «пассивную» и «активную» охоты. Здесь превосходство рыб перед медузами минимально: у вторых слабозрелое зрение позволяет игнорировать подвижность добычи, меньше тратиться на перемещения и рост, ибо тело состоит в основном из воды. Невкусность медузьевого студия и стрекательные клетки впридачу делают их много менее популярной добычей, чем планктоноядных рыб. Поэтому стоит лишь подорвать популяции анчоусов, мойвы или сардин, как медузы немедленно вытесняют их: кроме Чёрного моря, это случилось у побережья Японии, на северо-востоке США, в Средиземном море. См. *Acuña J.L., López-Urrutia A., Colin S., 2011. Faking Giants: The Evolution of High Prey Clearance Rates in Jellyfishes // Science. V. 333. 16 September. P. 1627–1629.*

²⁰² *Мокеевский В.О., Спиридонов В.А., ibid.* См. также про водорослевые поля (образование, переэксплуатация, загрязнение) в Саргассовом и Чёрном морях в: *Жирков И.А., 2010. Жизнь на дне. Био-география и био-экология бентоса. М.: Товарищество научных изданий КМК. 452 с.; Алексей Гиляров. В Мировом океане становится всё меньше фитопланктона, <http://elementy.ru/news/431379>*

микроорганизмов начинают внедряться в самой «островки» коренных сообществ.

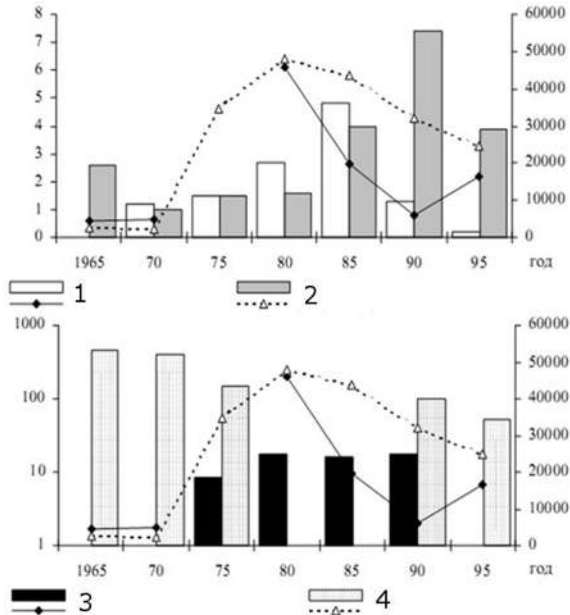


Рис. 14. Динамика экосистемы северо-западной части Чёрного моря под воздействием потоков азота и фосфора с материка

Обозначения. 1 – Хамса (столбцы) и нитраты (правая ось); 2 – Шпрот (столбцы) и фосфаты (правая ось); 3 – зона гипоксии, км² (столбцы) и нитраты, 4 – биомасса зообентоса, г/м² (столбцы) и фосфаты.

Источник: Alexsandrov B.G., Zaitsev Yu.P., 1998. Black Sea biodiversity in eutrophication conditions // Conservation of the biological diversity as a prerequisite for sustainable development in the Black Sea region/ Eds. V. Kotlyakov et al. P. 221–234.

В большинстве случаев это нарушает ключевые взаимоотношения в последних и способствует их ликвидации²⁰³; активней всего происходит на островах²⁰⁴.

²⁰³ Такой вывод следует из концепции целостности экосистем, развивавшейся В.В.Жерихиным (сноски 45–47). Сегодня она принимается в качестве главной теоретической схемы как в анализе динамики и эволюции биогеоценозов, так и в практической природоохране (Шварц, 2004). Кроме прогноза деградации коренных сообществ под влиянием биоценотической активности иммигрантов, натурализовавшихся «в пятнах нарушений», концепция предполагает, что целостность экосистем работает «в обе стороны»: как только коренные сообщества будут разрушены, среди иммигрантов и других неместных/неспециализированных форм (ценофобов) произойдёт взрыв видообразования, и они «сложаются» в новое сообщество, станут его «коренными видами» (ценофилами). См. «Эволюция сообществ и эволюция в сообществах», <http://www.evolbiol.ru/syngenesism.htm>

Пример. На Гавайях исследовали разрушение экосистемных связей кустарником *Myrica faya*. «Это растение, интродуцированное в конце XIX века португальцами с Канарских, Азорских островов и острова Мадейра, благополучно прижилось на пяти крупнейших островах Гавайского архипелага, быстро разрастаясь на открытых местах бедных вулканических почв, занимая повреждённые при извержениях вулканов участки сезонно-влажных горных и дождевых лесов. В отличие от местных видов *Metrosideros polymorpha* и *Vaccinium reticulatum*, интродуцированные виды *Myrica faya* и *Buddleja asiatica* обладают азотфиксирующими способностями.

Они *вчетверо* увеличивают содержание азота в почве и изменяют химический состав подстилки. Азот, фиксированный интродуцентами, быстро вовлекается в круговорот веществ и становится доступен для всех видов растений. Эти изменения в почве привлекают те виды дождевых червей, которые также были завезены человеком. Биомасса дождевых червей становится в 3 раза выше по сравнению с естественными лесами, а почва – более пригодной к приёму новых интродуцентов.

Наблюдения за взаимоотношениями *Myrica faya* и птиц выявили, что хотя 4 вида местной авифауны садятся на ветви кустарника, они редко поедают его плоды. В то же время, из 7 экзотических видов птиц, посещающих *Myrica faya*, 5 лакомятся его плодами. Наиболее часто на ветках кустарника встречается интродуцированный вид - японская белоглазка *Zosterops japonica* (главный распространитель семян *Myrica faya*, 47% фекалий отловленных японских белоглазок содержали семена кустарника). Прорастание семян *Myrica faya* происходит быстрее при небольшом затенении. Поэтому когда птицы, распространяющие семена, улетают далеко от сомкнутых лесов и садятся на одиночные деревья местного происхождения *Metrosideros polymorpha*, формирующие разреженный полог на нарушенных участках, они увеличивают шансы прорастания семян *Myrica faya*.

При изучении влияния *Myrica faya* на прорастание и развитие местных видов древесных растений выявлено, что опад *Myrica faya* в большинстве случаев лимитирует прорастание семян местного дерева *Metrosideros*. Развитие последнего может происходить только при освобождении участков почвы от опада *Myrica faya*. Как уже отмечалось, *Myrica faya* не проникает в сомкнутые, зрелые леса, но зато успешно развивается на разреженных, нарушенных в результате извержения вулкана участках леса и быстро образует одновидовые насаждения, под пологом которых исключено возобновление других деревьев и, в частности, - *Metrosideros*.

Но, судя по всему, «в обратную сторону» она *не работает*. За 1000 лет антропогенного разрушения самых разных природных сообществ выяснилось, что везде *вымирание* идёт в хорошем согласии с концепцией – ценофильные, эдификаторные и ключевые виды выпадают первыми. Но всплесков видообразования не наблюдали *ни разу*; в отличие от вымираний геологического прошлого, вымирание в новое и новейшее время – и быстрое, и некомпенсированное. Порождаясь разрушением биомов планеты, оно, однако, не влечёт за собой формообразования, что делает сохранение биоразнообразия ещё актуальней. См. «Слабые места в концепции...», *op.cit.*

²⁰⁴ Обычно с катастрофическими последствиями (см. далее). Бывают, однако, и позитивные интродуценты, встроившиеся в сеть биотических связей местных сообществ так, что последние укрепляются, а не наоборот – но редко. См. *Пенг Пепров*. «Птицы-вселенцы на Гавайях помогают местным растениям», <http://elementy.ru/news/430617>

Ещё пример – интродукция криптомерии японской *Cryptomeria japonica* спасла от вымирания эндемичного азорского снегиря *Pyrrhula murina*, исчезавшего из-за быстрого сокращения горных лавровых лесов о. Сан-Мигель (от нашего отличается карликовостью самцов). В последнее время вид заселил плантации криптомерии (не далее 200 м от участков естественных биотопов), стал кормиться семенами интродуцента *Clethra arborea* в критический период декабря-января. Это расширило видовую нишу и стабилизировало состояние популяций, хотя и остающихся уязвимыми. См. информацию BirdLife International, <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=8886>

Необходимо отметить, что уничтожение *Myrica faya* всеми возможными способами не приводит к восстановлению естественного растительного покрова из-за захвата ранее преобразованной кустарником почвы интродуцированными злаками, которые являются на ней более конкурентоспособными, чем местные виды. Аналогичная история с другим интродуцированным кустарником, распространяющимся интродуцированной же индийской майной, происходила на Гавайских островах более чем за четверть века до истории с экспансией *Myrica faya*.

Другим важным агрессивным агентом нарушения естественных сукцессий и разрушения экосистем тропических лесов на Гавайских островах являются *одичавшие свиньи*. Они вытаптывают растительность, делают порои, грязевые ванны, валят древовидные папоротники и выедают их сердцевину. Всё это приводит к нарушениям и осветлению древних первичных лесов, в которых появляется возможность для развития интродуцентов. Наиболее опасна из них *Passiflora molissima* – лиана из Южной Америки. Она быстро растёт, оплетая и затеняя соседние древовидные папоротники и обильно плодоносит. Её плоды и семена также охотно поедаются и разносятся свиньями и интродуцированными птицами.

Некоторые нарушенные экосистемы ещё можно восстановить, *изолировав от них наиболее деструктивный вид*. На очищенных от свиней и огороженных участках дождевого леса на острове Гавайи уже через 7 лет численность почвообитающих коллембол, принадлежащих к эндемичным видам, увеличивается в 10 раз, а численность космополитных видов падает в 3 раза²⁰⁵».

Последствия были катастрофическими для птиц и других групп местной биоты. «Помимо двух третей видов гавайских цветочниц, всех видов гавайских медососов и нелетающих ибисов, а также большинства местных гусеобразных и хищников архипелаг лишился всех эндемичных видов погоньшей (*Porzana*) – мелких околородных птиц из семейства пастушковых²⁰⁶».

На море идёт тот же самый процесс, что на суше. Глобальные сообщения и торговля интенсифицируют «перемешивание биоты», а интродуценты не менее деструктивны. «Отправляясь в плавание без груза, судно, для приобретения необходимой остойчивости и посадки, принимает в балластные емкости (танки) забортную воду. Вместе с водой в балластные танки поступают различные живые организмы: вирусы, бактерии, беспозвоночные животные, икринки и личинки рыб другие компоненты планктона, а также неживые органические и минеральные частицы. В порту прибытия балластная вода, если не существует каких-

²⁰⁵ Шварц Е.А., *ibid.* С. 48-50.

²⁰⁶ См. Pimm et al., 2006; Pimm S.L., Jenkins C.N., Abell R., Brooks T.M., Gittleman J.L., Joppa L.N., Raven P.H., Roberts C.H., Sexton J.O., 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection // Science. V. 344. № 6187. DOI: 10.1126/science.1246752. См. рисунки гавайских цветочниц (сем. *Drepanidae*), находящихся под угрозой исчезновения (часть их, скорее всего, уже вымерла), и вымерших видов гавайской авифауны, выполненные H. Douglas Pratt. Материалы сообщества «Вымершие и вымирающие животные», http://vk.com/wall-13973502_4813; http://vk.com/wall-13973502_3312

либо правовых ограничений, выкачивается за борт и судно принимает груз.

Вместе с балластной водой в море поступают и перенесшие путешествие организмы. Каждое судно в состоянии доставлять сотни и тысячи видов и миллионы особей таких «нелегальных биологических мигрантов», которые в научной литературе на русском языке называются экзотическими видами, или экзотами, а на английском - *exotic species*, *exotics*, *nonindigenous species*, *nonnative species*.

На новом месте судьба экзотов складывается по-разному. Большинство из них погибают, но некоторые находят в новом море вполне приемлемые условия обитания. Они приживаются, начинают размножаться и вступают в какие-то отношения с местными видами. Иногда эти отношения серьезно затрагивают морскую экосистему, в том числе, ее биологическое разнообразие и продукционные процессы, а также интересы отдельных отраслей народного хозяйства и самого общества²⁰⁷».

Пример. «...один из таких случайных вселенцев в Черное и Азовское моря, атлантический гребневик мнемипсис (*Mnemiopsis leidyi*), сильно размножившись и истребив большую часть кормового для рыб планктона, спровоцировал в конце 1980-х-начале 1990-х гг. катастрофическое падение основной промысловой рыбы Черного моря-хамсы, а в Азовском море еще и тюльки. По оценке экспертов ФАО, гребневик причинял экономике черноморских стран ежегодные убытки в \$200 млн. из-за низких уловов и еще \$500 млн. из-за простоя рыбодобывающего флота, неполной загрузки портов, рыбоперерабатывающих предприятий и другой инфраструктуры отрасли²⁰⁸». Гребневик «в первые же годы стал доминирующим в сообществах открытых районов моря, вызвав в них заметные изменения. Желеобразный гребневик занял экологическую нишу планктоноядных рыб, что негативно сказалось на их численности и добыче. Одновременно возросло количество медуз, которые питаются гребневику. Доля желтелых (медуз и гребневику) по сырой массе теперь составляет 99% от всего зоопланктона. Способ, которым гребневик преодолел Атлантический океан, неизвестен²⁰⁹».

Далее, «хищный экзотический моллюск рапана (*Rapana thomasiana*), родом из Японского моря, уничтожил в Черном море целые устричные банки и серьезно подорвал запасы мидии и других двусторчатых моллюсков, важных кормовых объектов донных рыб и основных биофильтраторов морской воды. Лишь после того, как появился спрос на мясо рапаны на зарубежном рынке и в Черном море начался ее промысел, пресс этого экзота на местную фауну снизился. Поначалу рапану добывали вручную подводники-аквалангисты и этот промысел не вредил донным сообществам. Позднее, с целью удешевления добычи моллюска, кое-где стали использовать донные тралы и драги, а это начало губительно сказываться на биоценозах бентоса. Возникла новая экологическая проблема...²¹⁰»

²⁰⁷ Зайцев Ю.П. Проблема экзотических видов в Черном, Азовском и Каспийском морях, <http://www.caspianenvironment.org/biodiversity/second/rannex18.htm>

²⁰⁸ Зайцев Ю.П., *ibid.*

²⁰⁹ Мокиевский В.О., Спиридонов В.А., *op.cit.*

²¹⁰ Зайцев Ю.П., *op.cit.*

Как показывает П.Л. Горчаковский, «под давлением антропогенных факторов в первую очередь исчезают эндемичные виды. Обычно эндемики узкоспециализированы, приспособлены к произрастанию в строго определённых условиях среды. Многие эндемики существуют в форме малых популяций. Изменение или разрушение занятых ими биотопов ведёт к их вымиранию; освободившиеся экологические ниши заполняются синантропными видами с обширным ареалом (во многих случаях космополитными), имеющими широкий экологический диапазон. Таким образом, замена эндемиков широко распространёнными видами в то же время означает замену стенотопных видов эвритопными.

Сказанное можно проиллюстрировать несколькими примерами. На Южном Урале, в Губерлинских горах, издавна разводится особая порода коз, отличающихся высоким качеством шерсти (используется для изготовления известных оренбургских пуховых платков). В последние годы в связи с увеличением поголовья коз в ряде мест Губерлинского мелкосопочника произошло истощение пастбищ. Наши наблюдения показали, что от выпаса особенно страдают эндемичные растения: *Oxytropis spicata*, *Astragalus helmii*, *Hedysarum rasumovianum*, *Dianthus uralensis*, *D. acicularis*, *Onosma guberlinensis*. Это объясняется тем, что упомянутые эндемики стенотопны, строго связаны с определёнными местообитаниями – скалистыми обнажениями, участками каменистых степей, а это – излюбленные пастбища коз, для которых нет недоступных мест. При нарушениях таких биотопов на месте уникальных горно-степных и скальных сообществ с эндемичными видами после стравливания формируются сорные пасквальные группировки, в состав которых входят синантропные виды с обширным географическим ареалом и широкой экологической амплитудой.

Другой пример: уральский эндемик *Astragalus karelinianus* был впервые описан М.Г. Поповым по сборам А.Я. Гордягина с известняковых скал по р. Туре близ Верхотурья. Поблизости в последнее время была создана турбаза. В результате вытаптывания и разведения костров популяция эндемичного вида была уничтожена, классическое местонахождение его утрачено, а на вытоптанных местах в изобилии расселились *Urtica dioica*, *Plantago major* и другие синантропные виды – во многих случаях космополиты. Таким образом, в первую очередь происходит уничтожение видов, придающих характерный облик растительному миру отдельных стран, причём постепенно стираются грани между региональными флорами²¹¹».

²¹¹ Горчаковский П.Л., *ibid.* С. 120-121.

Главная экологическая опасность от «пришлых» видов²¹² состоит в том, что они поселяются в «пятнах» нарушений и «расширяют» их, меняют структуру паттерна «пятен» в сторону, неблагоприятную для восстановления популяций его собственных видов-средообразователей. На такой территории климаксное сообщество восстанавливается всё хуже и хуже и потихонечку исчезает.

Пример. «Т.А.Работнов < считал, что отрицательное влияние аллелопатии наиболее часто проявляется при встрече в одном растительном сообществе видов, которые произрастали изолированно, например на разных континентах. Этой же точки зрения придерживается В.Г. Онищенко: «Аллелопатия ярко проявляется лишь в случае эволюционно несопряженных видов растений» >. Леса из эвкалиптов в Средиземноморье и Калифорнии имеют крайне обедненный травяной покров, что объясняется фенольными выделениями из опада листьев дерева. В то же время на родине в Австралии эвкалиптовые леса входят в число самых богатовидовых сообществ мира. Такова же ситуация с грецким орехом (*Juglans fallax*). По современным данным, в листьях ореха содержится гидроюглон, который разлагается в почве до юглона, обладающего сильным аллелопатическим воздействием. Однако в местах естественного произрастания грецкого ореха, например, в орехоплодных лесах Южной Киргизии, травяной покров хорошо развит. По этой же причине заносные виды могут оказывать аллелопатическое влияние на местные виды <²¹³».

Данный процесс наиболее опасен на островах. Процессы, описанные выше для Гавайев, зафиксированы и на других островах с уникальными аборигенными биогеоценозами: Сейшельских, Галапагосских, Содружества, Кергелене и т.п. «В некоторых случаях, как например, на Соломоновых островах в Индийском океане, развитие местных видов амфибий, кроме описанных выше механизмов успешного внедрения чужеродных видов, нарушают аллело-химические вещества, выделяемые интродуцированной жабой-агой *Bufo marinus* <. В других случаях, наоборот, хорошее сохранение архаичных видов биоты и самих сообществ рудного маквиса Новой Каледонии связывают с защитным действием ультраосновных пород, содержащих тяжёлые металлы и препятствующих проникновению аллохтонных видов <²¹⁴».

На материках активностью инвазивных видов блокируются в первую очередь те стадии сукцессии, которые связаны с зарастанием участков с антропогенной растительностью и вообще без неё, вроде заброшенных полей и песчаных дюн. Таковы «случаи вытеснения видов ранних стадий зарастания песчаных морских побережий интродуцированным береговым злаком рода *Ammophila*. Конкурентоспособность *A.arenaria* связывается, в том числе, с симбиозом данного злака с грибами и бактериями <. Описаны также случаи уничтожения естественных автохтонных травянистых сообществ северо-запада США заносными видами васильков (*Centaurea diffusa*, *C.repens*, *C.maculosa*, *C.solstitialis*) и молочая (*Euphorbia esula*), расселение которых первоначально было связано с автомобильными и железными дорогами. Васильки выделяют в почву ингибиторы роста – токсины, химически родственные хлороформу <. Успешную инвазию заносного суккулентного растения *Carpobrotus edulis* (*Aizoaceae*) можно объяснить тем, что его семена

²¹² Особенно агрессивных, способных быстро распространяться, захватывать большие площади, создавать значительную биомассу за малый срок и т.п., см. «Факторы успеха адвентивных видов растений», <http://naturschutz.livejournal.com/32179.html>; «Гипотезы успешности инвазивных видов растений», <http://wolf-kitses.livejournal.com/401860.html>

²¹³ Миркин Б.М., Наумова Л.Г., 2015. Концепция растительного сообщества: история и современное состояние// Журнал общей биологии. Т. 76. № 1. С. 63-77.

²¹⁴ Шварц Е.А., ibid. С. 50.

распространяют многие неспециализированные потребители его плодов – чернхвостый (калифорнийский) заяц, кролик Бахмана, олень-мул и другие <.

Анализ различных механизмов внедрения агрессивных экзотических сорняков из Центральной Америки в процессе вторичной сукцессии на залежах Северо-Восточной Индии, где распространена подсечно-огневая система земледелия, показал, что в ходе инвазии меняются основные характеристики экосистемного уровня (продуктивность, круговорот веществ, соотношение видов с C_3 и с C_4 -формами фотосинтеза, стратегии распространения видов). В результате этих процессов меняется ход вторичных сукцессий, которые надолго задерживаются на стадии травяной растительности <. Аналогичные процессы наблюдаются также и в центральной Австралии, где натурализовалось много тропических сорных злаков с C_4 -формой фотосинтеза <.

На юге России и Украины в результате внедрения пластичного и агрессивного североамериканского сорняка амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) в растительные группировки и сообщества нарушенных незадернённых участков с разреженным покровом наблюдается ингибирование восстановительных сукцессий <. Характерно, что лучшими методами борьбы с амброзией в Ставропольском крае оказались интродукция монофага – жука *Zigogramma suturalis* F. [однако остаётся неизвестным, - а сохранит ли зигограмма свою монофагию, когда будет существенно снижена плотность популяции амброзии] и искусственное ускоренное восстановление коренных степных сообществ растительности <²¹⁵.»

Вышеописанное повторяется в глобальном масштабе. В связи с происходящими изменениями климата²¹⁶ зададимся вопросом: почему раньше существенно большее повышение CO_2 и метана в экологическом плане было вполне безопасным? Потому что при неразрушенной биосфере оно вело к компенсаторной реакции. Пустыни расцветали и превращались в саванны, в полупустынях и сухих степях наполнялись озёра, вокруг появлялись околотовные местообитания с пышной растительностью, работал бикарбонатный буфер и т.д. поглотительные системы в океане.²¹⁷

Поэтому *тогда* увеличение выброса лишь усиливало связывание углерода, экологически полноценная биота противодействовала

²¹⁵ См. Шварц Е.А., *ibid.* С. 51; Материалы Степной программы Центра охраны дикой природы, <http://www.biodiversity.ru/programs/steppe.html>, в т.ч. работы Д.С. Дзыбова по ускоренному восстановлению природной растительности методом агростепей, <http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/docs/dzybov/index.html>

²¹⁶ Их обусловленность антропогенным фактором ныне доказана полностью, см. «Изменения климата: факты, модели и механизмы», <http://www.socialcompas.com/2013/11/20/izmeneniya-klimata-fakty-modeli-i-mehanizmy/> Это выбросы углекислого газа и метана, других парниковых газов, производимые как «организованно» – вследствие полезной работы промышленности, сельского хозяйства, других секторов экономики, так и «хаотически», деградацией органики в «пятнах» разрушения экосистем вследствие разных форм природопользования. См. подробнее **лекцию 6.**

²¹⁷ Роль разных геологических процессов и природных ландшафтов в выделении и поглощении CO_2 и других парниковых газов компактно обрисована В.А. Красиловым. См. Палеонтология и парадигмы современного естествознания// Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю.Розанова. М.: КМК, 2006. С. 7-19, особенно **рис.6**, http://www.evolbiol.ru/r_krasilov.htm

изменениям, вызванным потеплением и биоценотическая регуляция совершалась успешно. *Сейчас* ничего подобного не происходит²¹⁸; напротив, эти же изменения ведут к ещё большему выбросу CO₂, CH₄ и т.д. парниковых газов. В условиях потепления полуразрушенные экосистемы и загрязнённый океан их больше выделяют с дыханием, чем связывают фотосинтезом и выведением С из круговорота через захоронение органики в почве, торфе, мортмассе и пр.

Уточнение деталей. Недавно получено прямое подтверждение этого²¹⁹. «Экосистемы поглощают всё меньшую долю от того огромного количества углекислого газа, которое ежегодно попадает в атмосферу в результате сжигания ископаемого топлива, производства цемента и выжигания растительности. Если до недавнего времени по мере увеличения выбросов CO₂ в атмосферу пропорционально возрастало и связывание его растениями в ходе фотосинтеза (в меньшей степени – также фитопланктоном океана), то теперь биосфера за человеком уже не успевает.

К такому тревожному выводу пришла группа ученых из разных стран на основании исследования сезонных колебаний концентрации CO₂ в различных точках Северного полушария. По их данным, сообщается, что усиление связывания CO₂ растительностью весной (которая становится теплее и наступает всё раньше) фактически сводится на нет резким усилением выделения CO₂ экосистемами в осенний период (который всё чаще становится аномально теплым). Осеннее выделение CO₂ есть результат резкого усиления процесса дыхания всех организмов (в том числе растений, но главным образом бактерий и грибов) в ответ на повышение температуры.

... То, что «углеродная емкость» океана уже достигла предела и связывание океаном дополнительного количества CO₂ сокращается, недавно доказано прямыми наблюдениями²²⁰. ... в *Nature* от 3 января 2008 года опубликована статья, в которой сообщается о тревожных признаках сокращения возможностей поглощения CO₂ также и наземными экосистемами. Авторы ... (всего 16 человек) сосредоточили свое внимание на соотношении многолетнего тренда увеличения CO₂ в атмосфере и регулярных сезонных колебаний концентрации CO₂, происходящих на фоне этого тренда²²¹.

Как эти две динамики (многолетняя и сезонная) соотносятся, можно пояснить на примере самого длинного (почти за полвека) ряда данных, полученных обсерваторией Мауна-Лоа на острове Гавайи. График, суммирующий результаты измерений, показывает как непрерывный рост, так и небольшие, но регулярные сезонные колебания концентрации CO₂: максимум приходится на апрель-май, а минимум на сентябрь-октябрь. Возникают эти колебания из-за того, что процесс потребления углекислого газа, а именно фотосинтез растений, происходит только в теплый период с конца весны и до окончания лета (в северном полушарии это май-август). Осенью, зимой и в начале весны фотосинтез невозможен (по крайней мере в умеренных и северных широтах, где устанавливаются отрицательные температуры).

²¹⁸ О роли биоты как отрицательной обратной связи, противодействующей тем климатическим изменениям, которые стимулируются избыточным выбросом парниковых газов, см. **лекцию 6** и *Фридман В.С., Ерёмкин Г.С.*, 2015. «Глобальное потепление и роль биоты: противодействие изменениям?» // Современные проблемы экологии и эволюции (XXIX Любимцевские чтения). Ульяновск. С. 151-156.

²¹⁹ Другие см. «Сумма про антропогенные изменения климата-2»

²²⁰ *Le Quéré C., Rödenbeck C., Buitenhuis E.T. et al.*, 2007. Saturation of the Southern Ocean O₂ Sink Due to Recent Climate Change // *Science*. V. 316. 22 June. P. 1735-1738.

²²¹ *Piao Sh., Ciais Ph., Friedlingstein P. et al.*, 2008. Net carbon dioxide losses of northern ecosystems in response to autumn warming // *Nature*. V. 451. P. 49-54.

Но параллельно в экосистеме протекает процесс, обратный фотосинтезу, – дыхание (разложение органического вещества с потреблением кислорода и выделением CO_2). Хотя дышат все организмы, поступление в атмосферу основной массы углекислого газа почти целиком определяется дыханием бактерий и грибов. Дыхание происходит в течение более длительного периода, чем фотосинтез. Летом, когда тепло, интенсивность его особенно велика, но на это же время приходится пик фотосинтеза, и в результате связывается CO_2 гораздо больше, чем выделяется. Но как только фотосинтез ослабляется, соотношение потребления и выделения CO_2 сдвигается в сторону выделения и концентрация CO_2 в воздухе растет.

Авторы обсуждаемой работы на примере нескольких непрерывных (продолжающихся по меньшей мере 15 лет) рядов наблюдений за изменениями содержания CO_2 в разных точках Северного полушария проследили, как меняется во времени положение тех точек на графике, где линия сезонных колебаний пересекает линию основного тренда. За год таких точек две: «весеннее пересечение» соответствует моменту, когда кривая содержания CO_2 идет вниз: в результате интенсивного фотосинтеза процессы связывания этого газа начинают преобладать над выделением. «Осеннее пересечение» соответствует моменту, когда кривая идет вверх, и выделение CO_2 в результате дыхания начинает преобладать над связыванием его в ходе фотосинтеза (рис. 15).

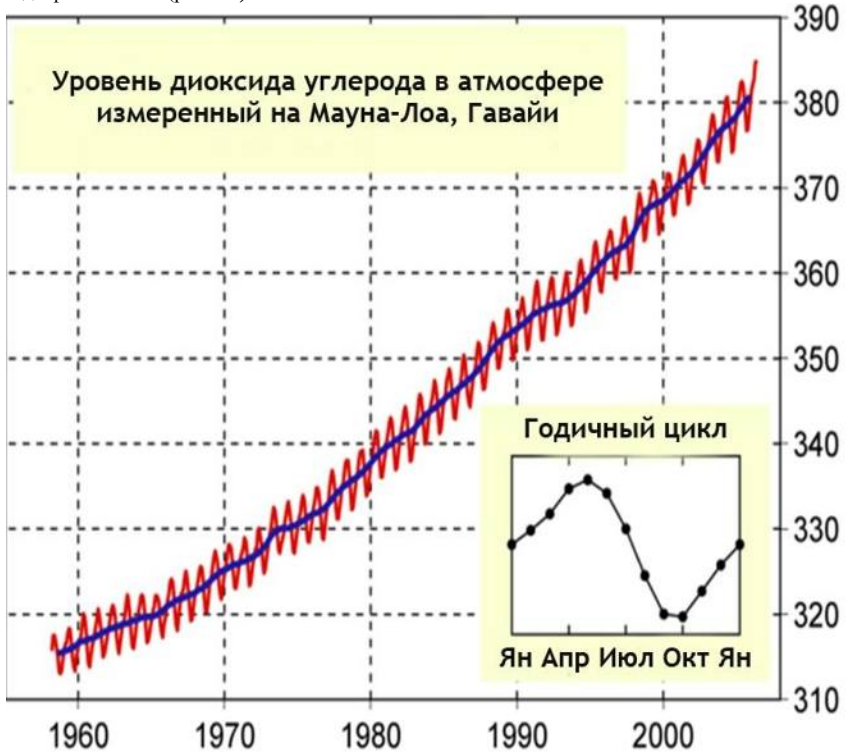
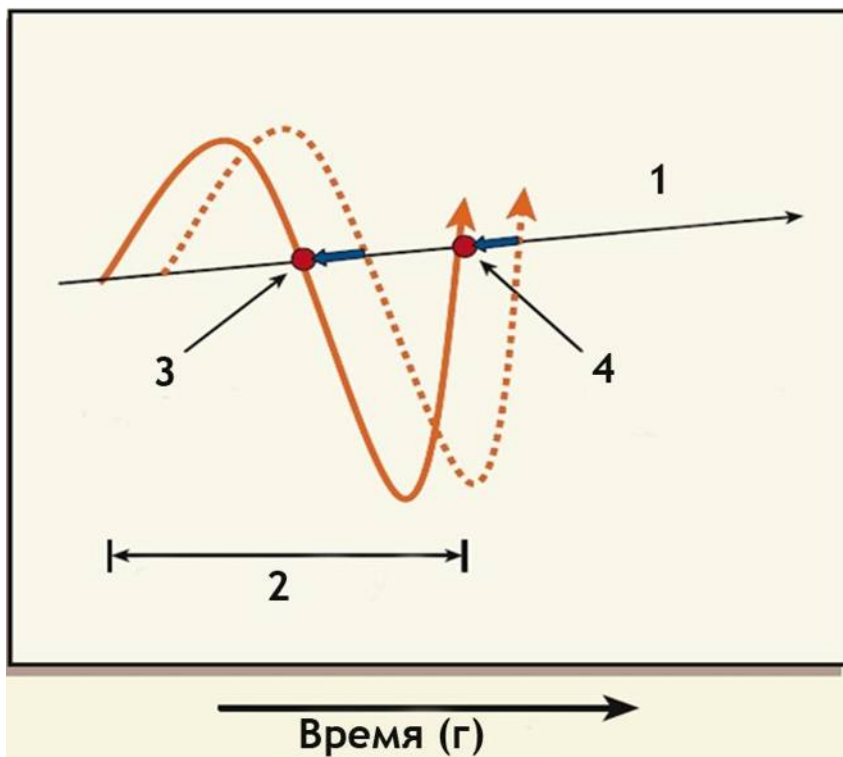


Рис. 15. а) Многолетние изменения концентрации CO_2 , полученные обсерваторией Мауна-Лоа на о.Гавайи

Обозначения. Ось X – годы, ось Y – концентрация углекислого газа, частей на миллион, врезка справа – годового цикла изменения концентраций.



б. Сезонные колебания содержания CO_2 в атмосфере, наложенные на линию многолетнего тренда (1)

Рис. 15. Сдвиг фенодат вследствие потепления не ведёт к большему связыванию CO_2

Обозначения. «Показан один годовой цикл (2). 3 – «весеннее пересечение нуля»: дата начала преобладания фотосинтеза над дыханием в годовом цикле и её сдвиг в связи с потеплением (жирная стрелка слева), 4 – «осеннее пересечение нуля»: дата обратного преобладания дыхания и её сдвиг (жирная стрелка справа). Прочие обозначения см. рис. 15а.

Источник: Miller J.B., 2008. Carbon cycle: Sources, sinks and seasons // *Nature*. V. 451. P. 26–27». Цит. по: Алексей Гуляров. Биосфера уже не справляется с избытком CO_2 , <http://elementy.ru/news/430657>

Доселе предполагалось, что увеличение потребления CO_2 растительностью происходит прежде всего за счет удлинения вегетационного сезона – периода активного роста растений. И действительно, весна фенологически, например, по срокам распускания листьев, наступает всё раньше и раньше (в Западной Европе по сравнению с 1960 гг. в среднем уже на 12 дней раньше), а осень всё чаще бывает аномально теплой. По идее, подобные климатические изменения и следующие за ними изменения фенологические должны сказаться и на характере сезонной динамики содержания CO_2 . «Весеннее пересечение» должно наступать всё раньше, а «осеннее» позже (рис. 15б).

Проверка этой гипотезы неожиданно выявила обратное: если «весеннее пересечение» действительно стало наблюдаться раньше, то «осеннее пересечение» тоже сдвинулось на более ранние сроки (а не поздние, как ожидалось). В результате существенно усилилось

выделение CO₂ в осенний период. Более того, это усиление почти полностью (на 90%) компенсирует увеличение связывания CO₂, происходящее за счет более теплой и ранней весны.

Авторы статьи подчеркивают, что если обнаруженные тенденции в изменении сезонной динамики CO₂ сохранятся (а, по-видимому, так и будет), то поглощение северными экосистемами углерода заметно сократится в самое ближайшее время. Уповать на то, что бореальные леса (значительная часть которых находится в России) будут в случае потепления связывать всё большее количество углекислого газа и тем самым противостоять усилению парникового эффекта (и, соответственно, самому потеплению), увы, не приходится²²²».

Как известно, число трофических уровней в экосистеме ограничено «правилом 10%»: на каждый следующий переходит не более 10% энергии или биомассы, накопленной на предыдущем. Поэтому справедливо замечание Е.А.Шварца (2004), что «существенное сокращение площади естественных природных сообществ для видов наземных позвоночных животных равносильно эквивалентному сокращению энергии низших трофических уровней (в первую очередь автотрофов). Отсюда естественен вывод, что глубокая трансформация более 25–30% площади природных сообществ региона превращает виды наземных позвоночных верхних трофических уровней, а также наиболее крупные по размерам виды наземных позвоночных более низких трофических уровней (крупные фитофаги) в разряд исчезающих (рис. 16).

Таким образом, проблема сохранения видов верхних трофических уровней (хищных позвоночных), а также во многих случаях и крупных позвоночных фитофагов (например, копытных животных европейских степей) заключается не столько в том, что мы не можем или уже не смогли (как в случае с тарпаном *Equus gmelini*)²²³ защитить эти виды от прямого преследования человеком, сколько в том, что сохранившиеся участки естественных экосистем, компонентами которых являлись эти виды, уже не обладают достаточной общей площадью для того, чтобы образовать биомассу, необходимую для устойчивого прокормления и

²²² См. «Биосфера уже не справляется с избытком CO₂»

²²³ Хотя всякий раз, когда социальная политика государства направлена на развязывание предпринимчивости индивидов, и во главу угла ставится свобода предпринимательства, прямое истребление вновь оказывается критическим фактором существования хозяйственно-ценных видов биоты. См. связь рыночных преобразований с направленным истреблением крупных млекопитающих в Грузии: рис. 1 из книги Я.К.Бадридзе. 2003. «Волк. Вопросы онтогенеза поведения, проблемы и метод реинтродукции» М.: ГЕОС. 132 с.; «Из истории охраны и разграбления...», op.cit.

Так, угроза существованию сайгака прямо связана с рыночными преобразованиями в России и Казахстане; напротив, преследование частного предпринимательства в советские времена позволяло не только сохранить сайгака, калана, соболя, бобра и т.п. виды, но и восстановить их численность до промыслового уровня. См. «Причины гибели сайгаков в Казахстане», <http://www.socialcompas.com/2015/06/08/prichina-gibeli-sajgakov-v-kazahstane/>

воспроизводства популяций перечисленных «крупных» или «хищных» видов.

Иными словами, с того момента, как человек начинает активно питаться сырками и пастами из океанического криля, вымирание усатых китов становится вопросом времени, вне зависимости от эффективности контроля над выполнением международных запретов китобойного промысла. Это подтверждается опубликованной в журнале *Nature* статьёй о неустойчивости системы морского и океанического рыболовства, в которой показано постепенное снижение среднего трофического уровня вылавливаемых для потребления объектов <>».

Даже существующие уловы мелкой рыбы (не говоря уж об увеличении) вызовут сильное сокращение численности рыбоядных птиц, морских млекопитающих и хищных рыб (наиболее ценных пород). Большая часть её не употребляется в пищу напрямую, а перерабатывается в белковый корм для скота и птицы²²⁴.

Уточнение деталей. Другие данные Е.А.Шварца показывают, что на всех континентах преобразование природных ландшафтов в сельскохозяйственные земли, урбанизированные территории и пр. приблизилось к этой опасной черте или перешло её. Нынешняя сеть заповедников, национальных парков, природных резерватов и других особо охраняемых природных территорий (ООПТ) недостаточна для предотвращения этого (табл. 12).

Правда, вышеописанное не всегда ведёт к вымиранию «диких» видов. Из тупика, куда их загнала трансформация природных ландшафтов, есть выход – урбанизация. Тогда вид «пересаживается» из деградирующих естественных местообитаний в техногенные аналоги, постоянно возникающие при развитии урбанизированного «ядра» региона. В последние 50–100 лет этот процесс идёт и ширится, захватывая всё новые виды, ранее считавшиеся сугубыми урбофобами (в том числе «с вершины» экологической пирамиды или высоко консервативные территориально, с жёсткими биотопическими предпочтениями). Ранее их считали неспособными обитать вне крупных массивов ненарушенных лесов, верховых болот и иных природных ландшафтов, но сейчас взгляды меняются²²⁵.

Важная задача охраны природы на староосвоенных территориях – всячески стимулировать этот естественный процесс, поддерживать начавшуюся урбанизацию биотехническими средствами, планировать экологический каркас города, чтобы он привлекал всё новые «дикие» виды региональной фауны. См. сноски 179-180 и лекцию 7.

²²⁴ См. Вадим Мокиевский. Чем грозит для морских экосистем увеличение уловов мелкой рыбы?, <http://elementy.ru/news/431679>

²²⁵ См. Фридман и др., 2007. *ibid.*, «Модели урбанизации «диких» видов...»

Сравнение рис. 16 с табл. 12 показывает, что сегодня «не развести» в пространстве территории дикой природы и активной хозяйственной деятельности, как надеялись многие строившие национальные системы ООПТ в 1960–80-х гг. Действие «злой четвёрки» настолько трансформирует местообитания, что «дикие» виды и «осколки» природных сообществ приходится охранять везде, где они «пробуют закрепиться». И особенно – где такое у них «получается», в том числе и в существенно изменённых ландшафтах (сельхозземли и города). Поэтому требуется искать *пути сопряжения* хозяйственного развития города или региона с экологической устойчивостью и природоохранными задачами: в лекции 13 покажем, что это принципиально возможно, каковы успехи и неудачи на этом пути.

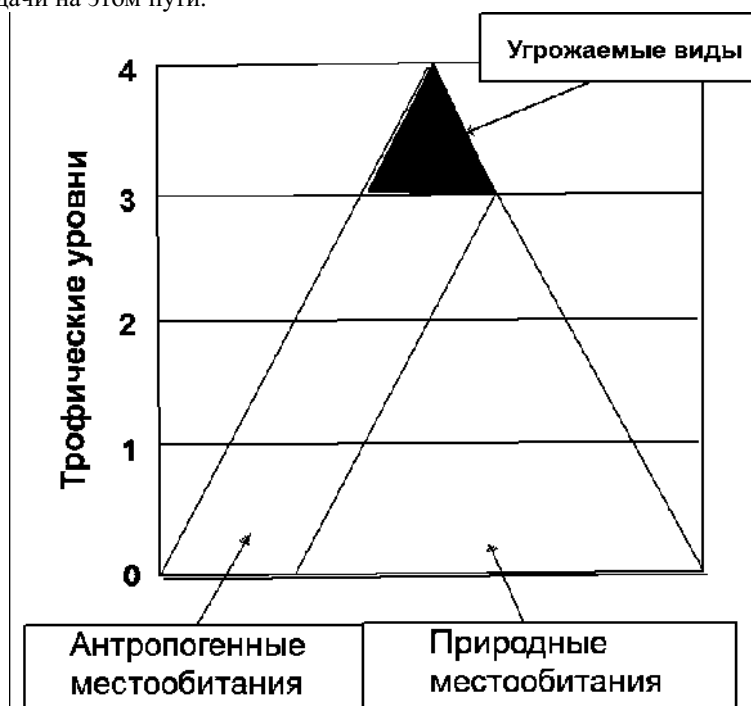


Рис. 16. Экологические последствия антропогенной трансформации природных местообитаний для разных трофических групп природного разнообразия

Обозначения. Ось X – общая территория, поделённая на естественные и антропогенные местообитания, или экологическая ёмкость угодий для видов разного трофического уровня. Видно, что для видов «на верху» пирамиды последняя изначально невелика, и быстро падает до нуля с увеличением доли антропогенно-преобразованных территорий до «критических» 25–30%.

Источник: Шварц Е.А., *ibid.* С. 61

Таблица 12

Общая доля сельскохозяйственных угодий (1, %) и ООПТ (2, %) в площади основных регионов суши

Регион	1	2
Восточная Азия и Пацифика	14,6	7,0
Европа и Центральная Азия	12,2	3,3
Латинская Америка и Карибский бассейн	7,9	7,4
Ближний Восток и Северная Африка	5,9	2,2
Южная Азия	44,5	4,5
Африка южнее Сахары	7,3	6,2
Мир в целом	11,7	6,5

Примечание. Для того чтобы сеть ООПТ могла сохранить репрезентативный набор эталонных участков природных сообществ, она должна занимать не менее 10% площади региона.

Источник: Шварц, 2004. С. 59. Регионы даны по классификации Всемирного банка.

Человек также прерывает естественную «репарацию» нарушений в природных ландшафтах, отчуждая слишком много первичной продукции (см. «Вместо аннотации»). Чем подрывает воспроизводство эндогенной мозаики природных сообществ, обеспечивающей устойчивость, не менее вклада непосредственной эксплуатации. Когда изъятие велико, ценофильные виды не могут занять часть нарушений, почему те не «репарируются» вовремя или занимаются ценофобными видами, в том числе инвазивными. Развившаяся экзогенная мозаика нарушений растёт автокаталитически, распространяется вширь и теснит эндогенную. Тем самым она увековечивается (вместо того чтобы быть преходящей) и/или растёт, пресекая естественное воспроизводство сообщества столь же неотвратно, как в случаях, описанных Е.А.Шварцем²²⁶.

Наложение множества «контуров разрушения» естественных экосистем²²⁷ на продолжающееся воздействие природопользования «на фоне» растущего потребления и других социально-экономических факторов, усиливающих воздействия по принципу положительной обратной связи, фактически ведёт к коллапсу – непреднамеренному «экологическому» самоубийству общества. Наша дисциплина работает на

²²⁶ См. Бобровский М.В., 2002. Козельские засеки (эколого-исторический очерк). Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. 92 с.; «Восточноевропейские леса...»

²²⁷ Обрисованных здесь «крупными мазками», чтобы дать общее представление, необходимая детализация и конкретизация следуют далее.

вскрытие, понимание и прогноз этих негативных тенденций, вкупе с созданием способов противодействия.

Суммируя и резюмируя, опасная для людей и биосферы деградация «экосистемных услуг» вызвана потребительским давлением («бензин» экономического роста и одновременно его следствие), повсеместно переходящим предел способности естественных экосистем к самовосстановлению вкупе с их «услугами». В «Пределах роста» показана неприемлемость этого для человечества: при такой деградированности природных биомов всё больше усилий науки, техники и людских масс тратятся на борьбу с загрязнением и другими экологическими рисками – вместо развития. Как если бы в лодке открылась течь, и плывущие вынуждены непрерывно вычерпывать воду, чтобы не пойти ко дну, поэтому не выдерживают курс и лодка движется «по воле волн».

6. Экологически устойчивое развитие – определение и проблемы достижения

Исходя из вышеописанного, сформулируем понятие **пределов роста** (долговременный выход за них вызывает коллапс городской и индустриальной инфраструктуры человечества) и **экологически устойчивого развития** как его антоним. Пределы заданы «крайней мерой» преобразованности среды обитания; переход этого Рубикона запускает «контуры разрушения», ликвидирующие коренные сообщества или трансформирующие их так, что не восстанавливаются самостоятельно, без экореставрации, даже по прекращению воздействия²²⁸. Факторы, определяющие Рубикон, различны для разных биомов, типов ландшафтов и способов ведения хозяйства. Иногда это риск засух, наводнений, пыльных бурь, потерь плодородного слоя от эрозии, оползней и т.п., иногда – фрагментация местообитаний, часто – загрязнение или перепромысел, если добываемый вид – ключевой. Одно из воздействий, ведущее, скорей всего будет критическим (здесь уместно правило лимитирующего фактора Шелфорда), и его усиление движет систему ко всё большей неустойчивости.

Выход за пределы означает истощение ресурсов, переполнение стоков и снижение экологической ёмкости ландшафта, не исчезающие при снятии воздействий: восстановление требует специальных усилий со стороны человека. Используя механическую аналогию, выход за пределы равен переходу от упругого сжатия-растяжения к необратимым деформациям до полного разрушения. «Упругость» – возможности

²²⁸ См. Рянский Ф.Н., 1995, op.cit.

биосферы, ограничивающие рост потребительского давления; конкретные виды рассмотрены в лекции 2.11–16.

Поэтому главная проблема природоохраны сегодня – не «биология», а «общество». На полную мощь действуют социально-экономические механизмы, движущие человечество к ещё большей неустойчивости производства, природопользования и жизни индивидов, вместо естественного и выгодного возвращения к пределам.

Экологическая устойчивость противоположна выходу за пределы: это способность удерживать потребительское давление с его последствиями (выбросы загрязнений и разрушение экосистем) в рамках экологической ёмкости, всей биосферы или отдельных территорий. Для этого необходимо ввести производство и потребление в формы, безопасные для природных сообществ, с учётом дальнего переноса и накопления загрязнений. Не должны производиться товары, недоступные переработке после использования и тем более экотоксичные при разложении во внешней среде. Тем более недопустим выброс загрязнений, разрушающих важные экосистемные регуляторы, вроде озонового слоя стратосферы. Необходимо подчинить производство и потребление требованию безопасности для биосферы «на всём протяжении жизненного цикла» полезных вещей – от добычи (транспортировки) сырья до процесса изготовления и переработки отслуживших своё.

Условия экологической устойчивости хозяйства сформулировал Герман Дейли²²⁹:

1) Темпы использования возобновимых ресурсов $\leq$ темпам естественного восстановления. Так, лес используется неустойчиво, если оставшейся части недостаточно, чтобы восстановить вырубленное, с учётом частоты рубок.

Поскольку ресурс «восстанавливают» естественные экосистемы²³⁰, способность к чему падает при нарушении, последнее не должно превышать неких пределов по площади и скорости разрастания

²²⁹ *Daly H.E.*, 1990. Toward some operational principles of sustainable development // *Ecol. Economics*. V. 2. № 1. P. 1–6. О нём см. http://en.wikipedia.org/wiki/Herman_Daly, о его работах по экономике устойчивого состояния, <https://sites.google.com/site/dalynewsru/glavnaa>

По словам Д. Медоуза, Г. Дейли впервые задумался над тем, какие институты могут поддерживать экологически устойчивую экономику и это «один из немногих людей, кто давно уже начал думать о том, какие экономические институты могли бы привести мир к устойчивому состоянию. Он предлагает своеобразную смесь рыночных и регулирующих механизмов, над которой стоит подумать». См., например: *Daly H.*, 1991. *Institutions for a steady-state economy* // *Steady-State Economics: Second Edition with New Essays*. Washington, DC. 318 pp.: Island Press; Five policy recommendations for a sustainable economy, <http://www.feasta.org/documents/feastareview/daly2.htm> или его концепцию «экономики развития, а не роста», http://en.wikipedia.org/wiki/Steady_state_economy

²³⁰ Если рассматривать и включающие их геосистемы, то природные ландшафты.

«пятен»²³¹). Самое важное: что естественное возобновление леса, рыбы, чистой воды и пр. требует времени: слишком быстрый рост потребления превращает потенциально возобновимый ресурс в невозобновимый;

2) Скорость использования невозобновимых ресурсов $\leq$ скорости перехода к их заменителям из возобновимых. Запасы урана, фосфоритов или артезианских вод расходуются устойчиво, если часть доходов инвестируется в развитие аналогичного производства, но на возобновимых ресурсах, чтобы вовремя заменить первые. Скажем, чтобы возобновимая энергетика могла заменить углеводородную к моменту, когда «нефть кончится».

3) Темпы продуцирования загрязнений $\leq$ темпам самоочищения «принимающих» природных сообществ. Способность к нему снижается с антропогенной трансформацией, почему всякий рост производства отходов требует компенсации в форме опережающего восстановления естественных экосистем, в форме лесопосадок и пр. мер экологической реставрации²³²».

С системной точки зрения устойчиво общество, где для контролирования контуров обратной связи, ответственных за экспоненциальный рост численности населения и капитала, успешно используются экономические, социальные и политические методы, для чего первые, вторые и третьи применяются направленно и в плановом порядке. Это значит, что рождаемость и смертность находятся в равновесии, а объёмы инвестирования в рост производства соответствуют объёмам выбывания капитала (амортизации) до тех пор, пока не приняты соответствующие технические или социальные меры для адекватного сдвига численности населения — или же капитала — к новому равновесному уровню. Или для восстановления равновесия, нарушенного с той или другой стороны.

Иными словами, на каждой территории оценка устойчивости хозяйственного развития и/или природопользования базируется на анализе физических потоков через неё, с оценкой «проточности» экономики, эксплуатирующей данные экосистемы и ландшафты. В самом деле, в «дикий природе» потоки биогенов, вещества и энергии через выделы, соответствующие границам растительных сообществ и ландшафтов (т.е. биогеоценозам), были в высокой степени замкнуты. И наоборот: освоение и хозяйственное развитие территории неизбежно

²³¹ См. Рянский Ф.Н., 1995, op.cit.

²³² Тем более, раз за разом оказывается, что при решении некой технической задачи (скажем, предотвращения затоплений от тайфунов и паводков) эффективней вложиться в восстановление природных сообществ, решающих эту проблему в рамках «экосистемных услуг», чем делать это техническими средствами — плотинами и пр. См. лекцию 1.9.

связано с размыканием круговоротов и формированием потока ресурсов «на входе» с потоком отходов (загрязнений) «на выходе».

А.С. Керженцев²³³ отмечает, что *causa efficiens* экологического кризиса – «перепроизводство отходов, с которыми не справляется гетеротрофная биота»; ускоряющееся разрушение природных биомов с одновременным вымиранием видов усиливает «несправление» чем дальше, тем больше. От природных сообществ социумы и техносистемы отличаются резкой нехваткой редуцентов. В первых каждому виду «мертвечины» (трупы животных, стволы растений, навозные кучи²³⁴ и пр.) находится свой специализированный потребитель, и не один, почему они практически замкнуты – выход вещества метаболизма в шлаки $\leq 1\%$ общей массы экосистемы. Вторые проточны: возврат ресурсов $\leq 10\%$, дисбаланс круговорота $\approx 90\%$.

Преодоление экологического кризиса требует снизить дисбаланс хотя бы до **20%**. Для этого хозяйственный цикл «города²³⁵» должен строиться по типу природного механизма стабилизации геоэкосистем, где важнейшую роль играет почва, а в ней – процессы гумификации.

Уточнение деталей. «Современный город перерабатывает природные ресурсы в изделия и отходы. Изделия позволяют поддерживать высокую плотность популяции, а отходы создают ей ограничения. Если отходы превратить в изделия и ресурсы, они будут не ограничивать, а стимулировать рост численности популяции. Искусственные изделия – здания, сооружения, машины, механизмы, материалы, вещества, продукты, напитки – выполняют ту же роль, что и почвенный гумус в естественной экосистеме²³⁶.

...Это такая же временная перегруппировка ресурсов, удобная для биоты. Каждое изделие служит определенный срок, после чего должно возвращаться в исходное состояние – в ресурсы. В природных экосистемах гумификация обязательно сопровождает минерализацию отмершей биомассы – некромассы, создает запасник вторичных ресурсов для оперативного использования автотрофной биотой. Многоступенчатая система синтеза фракций гумуса и их минерализации обеспечивает надежность функционирования экосистемы в многолетнем цикле даже при возникающем регулярно дефиците ресурсов. Гумификация и урбанизация по функциональной сути аналогичные процессы, своеобразные петли гистерезиса на кривой катаболизма, сдерживающие энтропию...

Город, как ядро урбанизированной системы, должен выполнять функцию катаболизма, подобную той, которую почва выполняет в природной экосистеме. Пока он является накопителем и хранителем запасов вещества, необходимого для обеспечения анаболизма или синтеза первичной биологической продукции – фитомассы. Искусственный тромб круговорота вещества или цикла метаболизма зарождается и накапливается именно в этом звене. Для его рассасывания нужна региональная система перегруппировки вещества и передачи его в функциональный блок анаболизма – окружающие город естественные и

²³³ См. Керженцев А.С., 2000. Экологическая альтернатива человека в биосфере и ноосфере// Экополис 2000: экология и устойчивое развитие города. Материалы III Межд. конференции по программе «Экополис». М.: изд-во РАМН. С. 17–20.

²³⁴ См. Хански И., *ibid.*, С. 62–67.

²³⁵ Фактически – всей техногенной цивилизации

²³⁶ Наглядный пример – огромный, быстро растущий полигон ТБО г.Москвы под Икшей, <http://iksha-town.ru/poligon-po-utilizatsii-tbo-iksha-2>

аграрные экосистемы. Для этого у города есть все условия: квалифицированные кадры, современные технологии и технические средства, максимальная концентрация массы третичной продукции. Надо перенять у естественной почвы механизм функционирования и на его основе построить хозяйственный цикл города.

В природной экосистеме гармония между почвой и растительностью достигается тем, что они адекватно реагируют на колебания гидротермических условий. Почва регулярно поставляется фитоценозу нужное ему количество минеральных элементов, получая взамен отмершую биомассу. Согласованность достигается за счет сложного многофракционного состава гумуса, каждая фракция которого содержит разное количество зольных элементов, связанных углеводородной матрицей разного состава и прочности. В конкретных гидротермических условиях активизируется определенная микрофлора, разлагающая определенные фракции. В результате высвобождается определенное количество минеральных газов, солей и коллоидов.

Несогласованность, обусловленная разной инерционностью реагирования почвы и фитоценоза на изменения гидротермических условий, а также автономной реакцией фитоценоза на свет, а педоценоза на кислород, компенсируется каждым из компонентов экосистемы по-своему. В том случае, если почва выделяет больше минеральных элементов, чем требуется фитоценозу в данный момент, их избыток реагирует со свободными радикалами разлагающейся некромассы, образуя специфические для почвы гумусовые вещества и временно консервируются. Если же фитоценозу требуется больше минеральных элементов, чем выделено в данный момент почвой, растения сами провоцируют прикорневую микрофлору корневыми выделениями, а последняя минерализует гумус и устраняет или смягчает дефицит.

Принцип работы этого природного механизма надо воспроизвести в городской агломерации. Всю массу поступающего в город вещества можно отождествить с природным опадом, поступающим в блок катаболизма. В результате утраты самых подвижных фракций он через короткое время превращается в подстилку. Дальнейшая деструкция подстилки сопровождается вторичным синтезом новообразованных гумусовых веществ. Каждая фаза деструкции выделяет определенное количество минеральных элементов и консервирует остальное в форме новых более плотных фракций с более высокой концентрацией зольных элементов. Последняя, наиболее плотная, фракция гуминов освобождается от углеводородной и зольной составляющих и выпадает в осадок в форме вторичных и первичных минералов. Так образуются шлаки экосистемы – остатки вещества, не востребованные фитоценозом и не вынесенные за пределы экосистемы водными и воздушными потоками.

В городе все отработавшие машины, механизмы, материалы, вещества, продукты, промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы (аналог природного опада) должны превратиться в единую по назначению субстанцию – исходное сырье для вторичной переработки (аналог лесной подстилки). Далее должен начаться процесс ступенчатого уплотнения вещества вследствие потерь наиболее легких для утилизации фракций (аналог гумификации). Оставшаяся после извлечения всех полезных для нового цикла анаболизма элементов часть вещества формирует шлаки, выпадающие в осадок, используемый для закладки фундаментов новых зданий и сооружений, линий коммуникаций и захоронения.

...Объективным признаком перехода биосферы в ноосферу должен стать управляемый гомеостаз биосферы, когда человек с помощью разума и созданной им техники сможет взять на себя дополнительные функции продуцента и редуцента, чтобы соотнести их с прогрессирующими функциями консумента».

Любой рост «незамкнутости» и «проточности» хозяйства на данной территории (и особенно – потока отходов) ведёт к выходу за пределы. И наоборот: возвращение к устойчивости требует сокращения материальных потоков и/или новых способов замыкания цикла. В связи с чем интересен

анализ их в развитых странах, выполненный впервые для ФРГ в 1991 году²³⁷.

За год на каждого жителя пришлось ≈ 75 т сырья и продуктов. 56 т из них - отходы, 19 т – продукты, включая объекты строительства, то есть тот же отход, но отложенный. $\frac{3}{4}$ потока материалов – импорт: в абсолютных цифрах это 433 млн. т, которые, в свою очередь, образовали в странах – экспортерах сырья 2,1 млрд. т отходов и обеспечили там эрозию почв, равную 304 млн. т. Местный поток вещества был 3,99 млрд. т для абиотического сырья и 82 млн.т – биотического, в пересчёте на сухое вещество.

После своего использования абиотическое сырьё – минералы, металлические руды и энергоносители – образуют 2,89 млрд. т твердых отходов. Только 222 млн. т из них поступило на контролируемые свалки, а 2,7 млрд. т фактически «выброшено в природу» – захоронено в шахтах или закопано в землю. За год также выброшено в атмосферу 1,6 млрд. т парниковых газов и иных загрязнений (в первую очередь связанных с выхлопными газами автомашин и дымищими трубами в городах); еще 34 млн. т. вылиты со сточными водами. Большая часть из них, так или иначе, попадает в водоёмы и водотоки, особенно малые.

«Плата» за эффективное производство биотического сырья на полях ФРГ в 1991 году составила 129 млн. т плодородного слоя почвы, потерянного из-за эрозии. При промышленной переработке этой биомассы использовано 1070 млрд. т. чистого воздуха и 70 млрд. т воды, загрязнённых и требующих очистки.

Соответственно, каждый год экономика Германии «прирастает» почти на 1 млрд. т массы, идущей в основном на строительство дорог, зданий, машин и механизмов. Объем перемещаемого вещества – 75 т/жителя (в 1,5 раза больше среднемирового уровня – 50 т). Материальный рост экономики происходит преимущественно в связи с урбанизационными процессами – перестройкой городского пространства с «расползанием» урбанизированных «ядер» по территории. Оно неуклонно «съедает» природу: «острова» лесов, лугов, болот и сельхозугодий.

²³⁷ См. Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodology. Background paper №3. Prepared by Division for Sustainable Development UN. N.Y.: United Nations 1996. 428 p., http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9_indi_bp3.pdf ;

Bringezu S., Schütz H., 2001. Material use indicators for the European Union, 1980-1997 // European commission. Working Paper No. 2/2001/B/229 June 2001. Brussels: European Communities, <http://www.belspo.be/platformisd/Library/Material%20use%20Bringezu.PDF>;

Bringezu S., 2003. Industrial ecology and material flow analysis. Basic concepts, policy relevance and some case studies// Greenlife publishing. 15 pp., <http://www.greenleaf-publishing.com/content/pdfs/iebring.pdf> ; материалы рабочего совещания, посвящённого оценке материальных потоков в разных странах, <http://www.conaccount.net/pdf/Part%20I.pdf>

Как импортёр сырья и экспортер разного рода вещей, от магнитофонов до автомашин, ФРГ сильно влияет на окружающую среду во всём остальном мире, что составляет $\approx 70\%$ «давления» в самой ФРГ. То и другое не назвать экологически благоприятным или хотя бы безопасным.

Такое развитие неустойчиво. «Извечная нищета большинства обитателей планеты и чрезмерное потребление меньшинства – две основные причины деградации окружающей среды. Направление, в котором движется мир, неустойчиво, и принятие мер откладывать уже нельзя...

Множество людей признают, что на локальном уровне экологическая нагрузка превышает локальные же пределы устойчивости. Город Джакарта выбрасывает в воздушную среду больше загрязнений, чем могут перенести человеческие лёгкие. Леса на Филиппинах сведены практически полностью. Почвы на Гаити истощены в такой степени, что под ними проглядывают скальные породы. Рыболовецкие артели, вылавливавшие треску на Ньюфаундленде, распущены, потому что им нечего ловить. Парижане летом должны соблюдать ограничения скорости, чтобы уменьшить загрязнение воздуха от автомобилей. Несколько европейских стран летом 2003 года пережили рекордный скачок смертности, когда тысячи людей скончались от рекордной жары. Рейн долгие годы загрязнялся так сильно, что даже сейчас ил, поднятый драгами из заливов в Нидерландах, надо хранить с такими же предосторожностями, как и ядовитые отходы. Лыжники, надеявшиеся отдохнуть в Осло в 2001 г., едва ли могли найти снег, пригодный для катания²³⁸».

Всё рассказанное – частные проявления глобального экологического кризиса с самоускоряющимся течением, где главный лимитирующий ресурс – время для принятия решений. И поняв, действовать соответственно, для чего требуется преодолеть сопротивление природопользователей и адептов рыночной экономики, кому выгоден нынешний перевес роста перед развитием. См. подробней лекцию 2.

7. Задачи охраны природы как научной дисциплины

Всё вышеперечисленное естественным образом задаёт острую необходимость охраны дикой природы. О чём читатели изрядно наслышаны, ведь прогрессирующее разрушение биосферы, так или иначе, ухудшает жизнь и беспокоит всех. Обычные люди недовольны снижением качества среды обитания в городах, сельской местности, на курортах, будь то берег моря, дубрава, мангры или коралловые рифы. Специалистов

²³⁸ Медоуз Д. и др., 2008, *ibid.* С. 148.

– биологов, экологов и географов – тревожит ускоренное разрушение местообитаний диких видов, гибель целых сообществ, деградация «экосистемных услуг» и пр. И даже природопользователи против истощения эксплуатируемых ресурсов и/или деградации воспроизводящих ландшафтов.

Поэтому главная цель охраны природы следующая. Основываясь на данных о развитии кризисов в системе «природа–общество» (лекция 3) и моделях мировой динамики, показывающих как путь экологической устойчивости, так и последствия выхода за пределы (лекция 2), выработать схемы природопользования для разных ресурсов и территорий планеты, вводящие разрушительную для среды практику в рамки экологической устойчивости и социальной безопасности. Идеально, когда хозяйство эксплуатирует ресурсы некой территории²³⁹ неистощительно для них и неразрушительно для местных экосистем/ландшафтов.

Отмечу, что устойчивость природопользования *существенно выгодней*, чем обычная истощительная эксплуатация. Однако к ней трудней перейти, особенно при капитализме – для этого нужно ориентироваться на долговременный выигрыш, предприниматели же отселектированы рынком на противоположное – достижение краткосрочной выгоды, а там трава не расти. Выигрыш состоит в том, что умеренный вылов (вырубка, выпас, отстрел, распашка и пр.), не подрывающий воспроизводства, интенсифицирует последнее и увеличивает запасы, почему с той же территории снимается «бóльший урожай» (рис. 4).

Задача охраны природы как научной дисциплины – накапливать знания, на основе которых давать прогнозы промысловикам, чтобы *для разных ресурсов и территорий* «не проскочить» точку максимума рис. 4 (и информировать о ней общество). Главная трудность в зависимости её положения от обстоятельств контекста – экологической и социальной ситуации, при которых происходит добыча/разработка. См. пример с оптимумом интенсивности рыболовства на рис. 17.

Рыбы быстрее растут в первые годы жизни, чем по достижении зрелого возраста. Поскольку это типично для всех видов, можно заключить, что старые рыбы сравнительно с молодыми большую часть пищи расходуют на самоподдержание, а не рост. Так как рыбы старших возрастов конкурируют с молодыми за пищу, общий прирост биомассы популяции вырастет при изъятии промыслов части первых. С теми или иными поправками это верно и для других добываемых или культивируемых организмов, за исключением однолетних с/х культур (в первую очередь зерновых). Соответственно, регулирование промысла (и

²³⁹ Независимо от формы эксплуатации: это может быть добыча сырья, транспортировка его и/или комплектующих, производство или потребление в сфере услуг, во время рекреации и пр.

долговременный интерес природопользователей) нацелено на обеспечение максимально стабильных уловов или урожаев в течение неопределённо долгого времени.

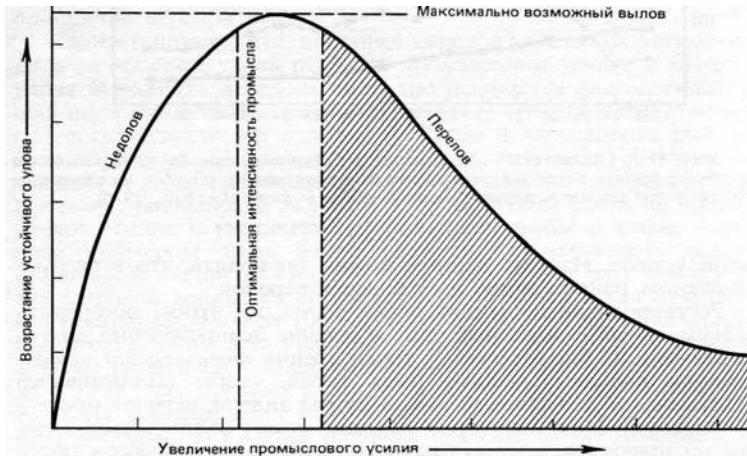


Рис. 17. Оптимальная интенсивность рыболовецкого промысла

Источник: Дрейк Ч., Имбри Дж., Кнаус Дж., Турекиен К., 1982. Океан сам по себе и для нас. М.: Прогресс. С. 230–233.

При недолове в популяции доминируют рыбы старших возрастов, и улов оказывается ниже оптимального. То же самое происходит при перелове: изъятие большей части размножающихся особей делает новые поколения рыб слишком малочисленными.

Однако «применение этой теории на практике связано с решением двух проблем. Во-первых, нужно определить оптимальную интенсивность промысла, а, во-вторых, регулировать её так, чтобы улов поддерживался на уровне расчётного максимума. Задача регулирования оказывается очень трудной, особенно в условиях конкуренции за один и тот же ресурс (облавливаемое стадо, рыболовную банку) разных компаний и тем более рыболовецких флотов разных стран.

Исторически интенсивность промысла оптимизировалась не с биологической, а с экономической точки зрения²⁴⁰. Иначе говоря, интенсивность промысла поддерживалась на таком уровне, чтобы доход от улова был не меньше затрат на промысел. Эта экономически равновесная интенсивность промысла практически всегда была

²⁴⁰ См. лекцию 2.23 и «Экономический способ мышления - 2», <http://wolf-kitses.livejournal.com/300007.htm>

значительно выше биологически оптимальной интенсивности²⁴¹» [курсив мой – Авт.].

Возникает закономерный вопрос – почему? Почему раз за разом ситуация складывается так, что хозяйствующие субъекты, природопользователи и промысловики, пренебрегают долговременным выигрышем от устойчивого использования биоресурса, и стараются получить (много меньший) кратковременный выигрыш немедленно, что чревато подрывом и биоресурса, и их бизнеса? Каковы экономические стимулы, делающие природопользование истощительным? Почему природопользователей не привлекает долговременная выгода, описанная выше, почему они хотят снять «меньший урожай, но сегодня»?

Ответ в экономической логике капитализма и следующих из неё правил эффективного поведения в конкурентной среде. На первый взгляд, кажется, что колебания спроса и предложения на рынке биоресурсов обеспечат устойчивость эксплуатации. В самом деле, если последние недопромышляются, добывать их выгодно, поскольку дёшево, что интенсифицирует промысел. При истощении ресурсов, наоборот, данные виды животных и растений исчезают, добыть их всё труднее и дороже, цена продуктов из них растёт. За нею, в теории, падают потребление и добыча, позволяя виду восстановиться. Та же логика действует в отношении загрязнений – чем больше выбросы, тем выше недовольство средой обитания, тем прибыльней бизнесы по очистке стоков, производящие оборудование и инструментарий для этого.

Реальность противоположна этим абстракциям. Если биоресурсы добыты для продажи на рынке, конъюнктура которого регулирует промысел, они истребляются быстро и неотвратно. Или, как минимум, численность их падает до уровня, делающего промысел неэффективным (хотя совершенствование технических средств может позволить его снова начать и соответствующие виды «добить», см. рис. 2²⁴²).

Многие помнят песенку «Ешь ананасы, рябчиков жуй, день твой последний приходит, буржуй». Но мало кто знает: не будь революции, рябчики (как и прочая боровая дичь) гарантированно кончились бы и для «буржуев» крупных городов – Москвы и Санкт-Петербурга. Ведь сети птицефабрик, поставлявших горожанам дешёвое мясо, тогда и близко не было, их стали создавать только после революции.

«Что же заменяло куриное мясо? Тетерева, глухари, рябчики, белые куропатки, битые и мороженые: их в громадном количестве поставляли в Москву и другие крупные центры. Из этого привоза, в частности, была

²⁴¹ Дрейк Ч. с соавт., 1982, ibid.

²⁴² Также см. Дмитрий Целиков. «Гималайская виагра» может исчезнуть? <http://science.compulenta.ru/734023/>; Александр Марков. Антрополог вынужден защищать обезьян с оружием в руках, <http://naturschutz.livejournal.com/74602.html>

выбрана Ф.К. Лоренцем и А.Ф. Котсом знаменитая коллекция аберрантов тетеревиных²⁴³ Дарвиновского музея. Поскольку данные аномалии очень редкие, можно представить себе общий объём выборки.

Промысел рябчика и другой дичи выгоден был даже крестьянам, тем более оптовикам. Одна беда: он быстро и необратимо подрывал эксплуатируемый биоресурс: промышленники не думали об уровнях достаточного изъятия, крестьяне – об охране воспроизводственных участков дичи или запрещении промысла при её оскудении.

А.Н. Формозов показывает, как сперва исчерпали запасы дичи в губерниях, пограничных с Московской, потом стали возить с севера Европейской части и Предуралья (тем более сеть железных дорог расширилась). Уже к 1914 г. запасы упали настолько, что повезли из Сибири; и совсем скоро возить в Москву и Санкт-Петербург стало бы невыгодным.

«В известной монографии «Обзор промысловых охот в России» А.А. Силантьев в 1898 году выделил в европейской части страны как «промысловый район» только северо-восток её, охватывающий в то время Архангельскую, Олонецкую, Вологодскую, Вятскую и Пермскую губернии. «Переходная полоса, или район спорадического промысла», включая, по Силантьеву, несколько губерний северо-запада, а из северо-восточных – такие, как Костромская, Нижегородская и Казанская, тесно смыкавшиеся в типично промысловыми – вятской и пермской.

«Промысловый район есть житница дичи, преимущественно рябчиков, тетеревов, белых куропаток и глухарей, по отношению к Петербургу, Москве и заграничным рынкам, но житница безусловно оскудевающая, – писал Силантьев (1898. С. 215). Однако оскудение это не так резко бросалось в глаза из-за наплыва в Петербург «сибирской» дичи, частью тоже привозимой из Пермской губернии, частью же из Тобольской, благодаря чему пополнялся недостаток привоза из трёх ближайших к столице губерний: Олонецкой, Архангельской и Вологодской». Процесс оскудения запасов боровой дичи, так чётко показанный в труде Силантьева, единственном в своём роде в охотничьей литературе царской России, продолжался и в течение последующих десятилетий»

«Промысловики д. Киселёво [Приветлужье Костромской губ. – *Авт.*] признавались, что до 1914 г. они не знали охоты на глухаря на току. Научил их приехавший со стороны новый «полесный», то есть лесник, который в первые годы брал близ д. Киселёво до 5 глухарей за одну зорю и до 50 петухов с одного тока. В 1930-х тока были уже более мелкие –

²⁴³ См. Котс А.Ф., 1937. О гомологических рядах в окраске оперения *Tetraonidae* и *Phasianidae*// Памяти академика М.А. Мензбира. М.-Л., http://www.kohts.ru/kohts_a.f./grootp/html/index.html

всего до 10–12 слетающихся самцов. На моих глазах произошло в Приветлужье быстрое уничтожение этой ценной птицы²⁴⁴».

Как пишет А.Н. Формозов, «приехав в 1930 г. в северную часть бывшего Ветлужского уезда, я еще застал наследников тех охотников-промысловиков, которых, по данным А.А. Силантьева (1898), в 1896 г. в Ветлужском уезде насчитывали 2 тыс. (из 5 тыс. учтенных во всей Костромской губернии). В начале текущего столетия рябчиков, добытых ружьем или петлями в самолетах, охотно забирали скупщики – «рябошники» по цене 40–45 коп. за пару. На сельские базары – «воздвижевский», «покровский» и «казанский» – каждый охотник доставлял по возу дичи. Перекупщики сортировали птицу, упаковывали и по железной дороге направляли в Москву, Петербург и другие города.

В те годы, вспоминал старик С.И. Шорин, «мы гонялись за рябчиком более, чем за белкой», так как шкурка «спелой» белки стоила всего 12 коп. Соответственно и собак-белочниц в деревнях было мало, всего 2–3, не более, а в годы (1930–1940) наших работ их уже стало по 20–30 на деревню; в некоторых дворах держали даже по две зверовые лайки. В этот период заготовительные конторы Госторга принимали шкурки белок по 95 коп. за штуку, а пару рябчиков за 60 коп. К тому же, принимая пушнину, ее нередко «отоваривали», рассчитывались с охотником дефицитными изделиями, нужными в крестьянском быту.

Шорин рассказывал, что охотники д. Яковлево в старину осенью выходили за рябчиками еще до рассвета и возвращались домой поздним вечером, «в теми». Приносили за день до 10–15 пар рябчиков, редко до 20. Самому рассказчику больше 18 пар за день добывать не удавалось. Стреляли рябчиков «на почке» – во время утренней и вечерней кормежек и «с подхода», высматривая дичь, спугнутую с земли и поднявшуюся на деревья.

Любопытно, что жители д. Яковлево, в отличие от жителей Киселева, Заболотья и других, даже в период, когда охота на рябчиков была очень выгодной, не пользовались самолетными приборами и не прокладывали путиков с сотнями жердок. Охотники д. Киселево на второй год моих наблюдений в Шарьинском районе стали делиться своими секретами о деталях конструкции жердок и показывать свои путики. Все они утверждали, что рябчики, попавшие в силъя жердок, выглядят «чище и аккуратней», чем стреляные; их охотнее брали скупщики.

По старым обычаям, выход «городить путики» происходил в период с конца августа до середины сентября, а самый лов продолжался до первых осенних снегопадов, которые заваливают снегом жердки и делают неподвижными лубяные силошки. Для устройства жердок нужен был

²⁴⁴ Формозов А.Н., 1976. Тетеревиные птицы Шарьинского района Костромской области // Звери, птицы, и их взаимосвязь со средой обитания. М.: Наука. С. 176.

только острый легкий топор, запас свежего лыка, содранного с тонких липок, и большой мешок мелких веток рябины и калины со щитками, полными ягод. Калину собирали заранее, но уже красной, иначе она становилась морщинистой и непривлекательной. Эту приманку охотники ценили выше, чем рябину. Последнюю очень быстро истребляли дрозды, снегири, сойки, кукушки и дятлы; жердка оставалась оголенной, бездейственной. Калина как приманка служит лучше других плодов: почти все перечисленные птицы ее не едят, а рябчик очень охотно ею питается и, заметив, обязательно пробирается по жердке к ярко-алому пучку, висящему между двух лыковых силошек. На жердке помещают только одну петлю между двумя пучками ягодной приманки.

За короткий осенний день охотник, наметив путь на местности, заселенной рябчиками, готовит 50–60 жердок. Через 3 дня он осматривает их, вынимает попавшихся птиц и удлиняет линию ловушек еще на полсотни жердок и т.д. Конечно, дело идет быстрее, когда работают вдвоем, что часто практиковалось семейными артелями.

Еще недавно некоторые охотники ставили на путике до **300–400** жердок и он был растянут на несколько километров. Осмотр его производили поэтапно, проверяя около сотни жердок в день. При осмотре поправляли задернутые, повисшие или перегрызенные белками петли, заменяли уничтоженную ягодную приманку т. д. В полсотню жердок, поставленных в одном лесном квартале, попадало до **50** рябчиков, но это не предельная величина их численности на 1 км². В старые годы, вспоминают охотники, при первых осмотрах путиков почти в каждой жердке находили рябчика, а иногда и двух – в обоих силошках. В годы нашей работы птицы стало меньше, и по 200 пар за осенний сезон теперь не добывали даже самые опытные охотники. Высокая стоимость пушнины привлекала промысловиков к охоте за белкой, норкой, куницей, поэтому путики в 1930-х гг. стали размещать с расчетом, чтобы попутно с осмотром жердок заниматься и белковым²⁴⁵.

После революции вокруг крупных центров создали птицефабрики (как сеть рыбхозов – после Великой Отечественной), что снизило пресс на боровую дичь и дало восстановиться её популяциям. При дореволюционной интенсивности промысла, заданной городским потреблением, в самых богатых дичью местностях запасы подрывались в среднем за 10 лет²⁴⁶».

Уточнение деталей. Самый древний пример полного истребления вида, стимулированного рыночными механизмами (ажиотажный спрос, вызывающий хищнические заготовки) – судьба киренского сильфия, или лазера²⁴⁷ (σίλφιον, лат. *silphium, silpium, laser*) –

²⁴⁵ *Формозов А.Н.*, *ibid.* С. 182.

²⁴⁶ См. «Ешь ананасы, рябчиков жуй...»

²⁴⁷ См. <https://ru.wikipedia.org/wiki/сильфий>

вида ферулы, росшего исключительно в Киренаике (современная Ливия). Сильфий ценился исключительно высоко как противозачаточное средство (что резко повысило его стоимость в эллинистическую эпоху, когда традиционные нормы репродуктивного поведения были расшатаны), а также как лучшая пряность и лекарственное средство.

Сильфий продавали на вес монет – серебряных денариев, наравне с золотом и драгметаллами он находился в общественной казне, был самой важной статьёй экспорта Киренаики и её столицы Кирены, единственной данью, которую область платила римлянам. Однако вид был узкоареальным; заготовки велись в районе 50 * 200 км, где его быстро истребили. Катулл (87–57 гг. до н.э.) ещё сообщает о богатых урожаях, но уже Плиний Старший пишет о случайно найденном единственном растении, которое, как диковину, послали Нерону. Попытки культивировать сильфий за пределами Киренаики, в Ионии и Пелопоннесе, не дали результатов, а непосредственно промышлявшие его киренцы об этом даже не думали.

И наоборот: когда биоресурсы опромышляются для собственного потребления, они истощаются лишь при росте численности, наступающем далеко не всегда. В одних случаях (индейцы северо-запада Северной Америки) это предотвращается одновременным ростом военной активности, в других (о. Тикопия, внутренние районы Новой Гвинеи²⁴⁸) – опережающей перестройкой хозяйствования в сторону устойчивости.

В остальных случаях докапиталистическое, традиционное общество биоресурсы недоиспользует и, соответственно, не истребляет (особенно на материке; на островах ситуация хуже). Больше того, в ряде случаев нерыночное хозяйство даже отсталого общества, при отсутствии научного понимания происходящего, успешно предотвращает экологический кризис (и перепромысел, и разрушение ландшафта) или ослабляет кризис начавшийся²⁴⁹.

Когда биоресурсы промышляют для рынка, они исчерпываются быстро и неотвратимо, если не ввести внешние неэкономические регуляторы, вроде квот на добычу, предельных уровней изъятия, запретов промысла на воспроизводственных территориях и т.д. И конечно, одновременно добиться их действенности. Запреты любой жёсткости не работают, когда государство и/или общество неспособны принудить его соблюдать (ещё хуже – если не мотивированы выявлять и наказывать нарушителей).

Что естественно при капитализме, где законы написаны для бизнеса и под его диктовку, почему их легко обойти, несмотря на сопротивление учёных с общественностью. Это верно равным образом для «первого» и «третьего» мира: разница лишь в обстоятельствах, позволяющих это сделать.

²⁴⁸ См. Даймонд Дж., 2008. Коллапс. Почему одни общества выживают, а другие умирают. Глава 9. М.: АСТ. Серия «Philosophy». С. 380–425.

²⁴⁹ Так было предотвращено истребление японских лесов в эпоху сёгуната: в ответ на их истощение страна смогла перейти от рубок к устойчивому лесоводству. Даймонд Дж., *ibid.*

Так, международная торговля настолько интенсифицирует добычу объектов растительного и животного мира для продажи за рубежом, что подрывает популяции аборигенных видов и/или разрушает их биоценозы²⁵⁰. В третьем мире она – прямая угроза биоразнообразию, а вот в первом – также и косвенная: увеличивается риск завоза чужеродных видов, могущих стать инвазионно опасными на новой родине. При современной «свободе торговли» в рамках ВТО частота последнего настолько высока, что гарантированно преодолевает карантинный барьер, раз за разом воспроизводя экологическую катастрофу²⁵¹. И сам барьер в силу вышеописанного делается всё более проницаемым. Это происходит, когда местные экосистемы не справляются с агрессивными вселенцами, особенно на староосвоенных территориях, где они частью нарушены, а частью изменены человеком, что утяжеляет последствия.

В развивающихся странах закон и обходить не надо. Государство слишком слабо, чтобы эффективно пресечь разрушение местообитаний, вывоз экзотических видов и другие угрозы биоразнообразию. См. выше, как антрополог в Конго вынужден, отложив исследования карликовых шимпанзе *Pan paniscus*, защищать их с автоматом в руках.

Другой пример – кризис популяций сокола-балобана *Falco cherrug* в постсоветском Казахстане. В СССР после массированного применения ядохимикатов в 1930-е годы для борьбы с грызунами и саранчой и хрущёвской кампании по борьбе с «вредными хищниками», сильно подорвавшей их численность, с 1964 г. отлов/отстрел этого сокола был запрещён, действовали разнообразные меры охраны на ООПТ и вне их.

Вид потихонечку восстанавливался (сокола размножаются медленно), но после распада СССР «независимый» Казахстан стал частью мирового рынка, включая рынок ловчих птиц. В этом плане балобан исключительно ценен: богачи стран Персидского залива платят хорошие деньги за птенцов, взятых из гнёзд и используют их для охоты на дрофу-красотку *Chlamydotys undulata*.

У этих заказчиков средств достаточно, чтобы отлов был выгоден не только транспортировщикам и посредникам (вместе с «закрывающими

²⁵⁰ См. «Международная торговля угрожает биоразнообразию развивающихся стран», <http://www.socialcompas.com/2014/11/03/7586/>

Правда, непонятно, почему во всех рассуждениях о влиянии международной торговли речь идёт о «странах-экспортёрах», не корпорациях. Ни в одной из упомянутых стран нет монополии внешней торговли, поэтому ответственность за решения, угрожающие биоразнообразию, ложится на бизнес, а не «страну».

²⁵¹ См. примеры гибели ясеней в Москве, <http://www.socialcompas.com/2014/11/03/yaseni-gibnut-kto-vinovat-i-cto-delat/>, самшитовых рош в Сочи, каштановых – в США, <http://www.socialcompas.com/2015/02/26/za-yaseniyami-samshity/> а также «Экспансию чужеродных видов и последствия для Европы», <http://naturschutz.livejournal.com/97545.html>

глаза» госслужащими)), но и местным жителям, непосредственно забирающим птенцов из гнёзд. Да и нищета, наступившая после 1991 г., сильно понизила планку для всех.

«Причиной деградации казахстанской популяции балобана явилось появление в Казахстане большого количества профессиональных ловцов из арабских стран и последующая легализация отловов. Пик пресса отловов пришёлся на 1994-96 гг., когда из страны ежегодно вывозили свыше **1000** соколов. Начавшаяся среди местного населения «соколиная лихорадка» коснулась и гнездящихся птиц – из гнёзд извлекались оперяющиеся птенцы, отлавливались взрослые особи. С помощью мечения микрочипами было установлено, что **10%** молодых особей и **20%** самок от гнёзд оказались на специализированных рынках Ближнего Востока²⁵²». Отловом и транспортировкой занимаются чаще всего жители бедных арабских стран – сирийцы, палестинцы, иракцы.

В советское время за такое сажали, почему вид был вне опасности. В 1992 г. появились первые легальные группы ловцов, получившие от правительства разрешение на изъятие соколов из природы. Они «проделали брешь», в которую ринулись нелегальные ловцы. Используя поддельные разрешения и покровительство местных органов власти, они обследовали территорию страны и выявили оптимальные гнездовые места, после чего начали отлов, уже в 1990-х ставивший вид на грань вымирания (табл. 13²⁵³).

Через 2–3 года после начала «соколиной кампании» возникли группировки из местных, скупавшие у населения балобанов, изъятых из гнёзд. Так, в 1996–1997 гг. в Зайсанской котловине за самку предлагали мешок муки. К концу 1990-х гг. браконьеры уже использовали рамки с петлями, устанавливаемыми на голубей: они позволяли добывать соколов не только на гнёздах, но и на пролёте.

В 1990-е годы ловцов чаще всего встречали в юго-восточной части страны, где балобан гнезился с наибольшей плотностью и концентрировался на осеннем пролёте. В итоге, за 18 лет численность вида упала на 93,5%, с темпом снижения 5,2% в год (рис. 18аб). По международной классификации (IUCN) вид относится к угрожаемому, если темпы сокращения популяции >2,5% в год.

²⁵² Левин А.С., 1999. О критическом состоянии популяции балобана на юго-востоке Казахстана// Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана. Мат. межд. конф. 6–8 апреля 1999. Алма-ата, 1999. С. 76–78.

²⁵³ См. также Левин А.С., 2011. Нелегальная торговля и снижение численности балобана в Казахстане. Доклад на орнитологической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения М.Н.Корелова, 3 ноября 2011, Алма-Ата.// Пернатые хищники и их охрана. Вып. 23. С. 64–73.

Таблица 13

Изменение числа гнездящихся пар сокола-балобана в различных горных группах юго-восточного и центрального Казахстана после 1991 г.

	Количество гнездящихся пар балобана по годам				
Горный массив	до 1993	1995	1996	1997	1998
<i>Богуты</i>	5-6	3	1	2	1
<i>Турайтыр</i>	4-6	1	1	0	1
<i>Серектас</i>	6	4	1	1	1
<i>Малайсары</i>	?	3	1	0	0
<i>Анархай</i>	2	2	2	0	0
<i>Бетпак-Дала</i>	6-7	3	2	?	1
Всего	>22	16	8	?	4

Источник. Левин А.С., 1999, *op.cit.*

В 2000-е гг. ситуация продолжала ухудшаться. Численность вида снижалась из-за отлова в Бетпак-дале. В центральном Казахстане, на территориях, контролируемых военными, балобан гнезился на опорах высоковольтных ЛЭП с высокой численностью (до 15,3 пар/100 км). В 2008–2009 гг. военные их покинули, район стал доступен для ловцов, немедленно ликвидировавших гнездовья. Обследование 2011 г. показало пятикратное снижение численности на ЛЭП, в 2005–2006 гг. заселённых плотнее всего (до 4,6 пары/100 км). Те же процессы шли в Восточном Казахстане и Арало-Каспийском регионе (рис. 18в). Иными словами, видовая популяция повсеместно катастрофически сократилась (рис. 18г); несмотря на это, местные жители и зарубежные ловцы продолжают промысел²⁵⁴.

Горные хребты Mountain ridge	Число занятых гнёзд Number of occupied nests			Темп снижения численности, % Rate of declining, %
	До 1993 года Before 1993			
	2005	2009		
Кендыктас / Kendiktas	3	0	0	100
Анархай / Anarkhay	4	1	0	100
Серектас / Serektas	5	0	0	100
Малайсары / Malaysary	4	1	1	75.0
Богуты / Boguty	6	1	0	100
Турайгыр / Turaygir	9	3	1	88.9
Всего / Total	31	6	2	93.5

²⁵⁴ Левин А.С., 2011, *op.cit.*

Рис. 18 а). Темпы снижения численности балобана в Юго-Восточном Казахстане по районам, % занятых гнёзд.

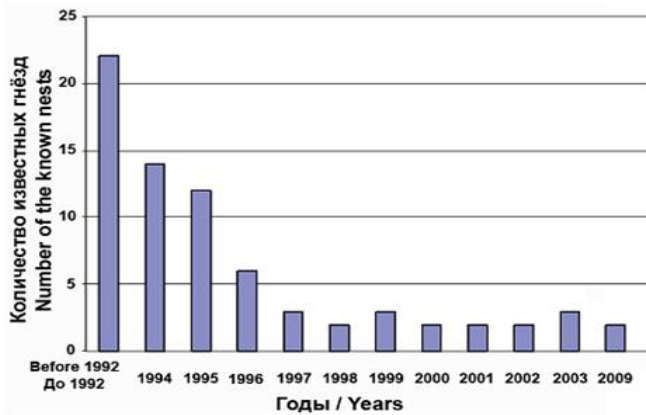


Рис. 18 б). Темпы снижения численности балобана в Юго-Восточном Казахстане, суммарно

Горные хребты Mountain ridge	Число занятых гнёзд Number of occupied nests		Темп снижения численности, % Rate of declining, %
	Всего Total	Занятых в 2008 г. Occupied in 2008	
Тарбагатай Tarbagatay	16	6	62.5
Манрак / Manrak	19	3	84.2
Аркалы / Arkaly	37	5	86.5
Карабас / Karabas	16	2	87.5
Джунгарский Алатай Djungarskiy Alatau	12	1	91.7
Арганаты / Arganaty	3	0	100
Архарлы / Arkharly	2	0	100
Кыскаш / Kiskash	3	0	100
Всего / Total	108	17	83.3

1.

Обследованная территория Surveyed area	Число жилых гнёзд Number of living nests		Темп снижения численности, % Rate of declining, %
	2004	2010	
Актау / Aktau	8	3	62,5
Киндерли / Kenderly	7	1	85,7
Сенек / Senek	13	2	84,6
Шетпе / Shetpe	8	0	100
Всего / Total	36	6	83,3

2

в). То же в Восточном Казахстане (1) и Арало-каспийском регионе (2).

Рис. 18. Тренды популяционной динамики балобана в разных районах Казахстана

На фоне такой катастрофы МСОП ... снизил статус балобана с «угрожаемого» до «уязвимого». Одновременно казахские власти предложило снизить в 3 раза штраф за незаконное изъятие соколов из природы²⁵⁵. Всё это сложно объяснить иначе, чем успешным лоббизмом незаконного промысла, когда «деньги не пахнут». С иностранными ловцами инспекторы охотнадзора, полиция и таможенники или боятся связываться, или отпускают за взятки²⁵⁶.

Точно такое же сокращение из-за перелова выявлено на Камчатке у кречета *Falco rusticolis*²⁵⁷. В специальном исследовании состояния популяций были отведены иные причины происходящего, естественные (уменьшение кормовой базы) и антропогенные (отстрел «вредных хищников»), эта же оказалась ведущей. Причём если вывоз браконьерской добычи из Казахстана облегчён обширными и «прозрачными» границами, то «ворота» с Камчатки на материк одни – аэропорт. Что прямо показывает уровень коррупции (или невежества) тех, кто контролирует перевозки «краснокнижных» видов, подпадающих под ограничения Конвенции 1973 г. о международной торговле дикими видами флоры и фауны, находящимися под угрозой исчезновения (CITES).

Самое жёсткое (и разумное) природоохранное законодательство не работает, если у государства и общества нет сил – или мотивации – ввести в его рамки бизнесы, «производящие» вышеперечисленные экологические проблемы. См. в главе 15 даймондовского «Коллапса», когда давление экологов на бизнес успешно, а когда нет. Правда, сейчас известно, что автор излишне оптимистичен: оно далеко не так эффективно, как рекламируют природоохранные НПО²⁵⁸.

Почему раз за разом получается, что удорожание биоресурсов, ставших редким от перепромысла, не снижает потребления а, наоборот, увеличивает его? Сложным системам, в том числе рынку, присущ контринтуитивный ответ на воздействия (т.е. противоположный

²⁵⁵ Это не специфика Казахстана; однотипные изменения в Красных книгах и природоохранной политике происходят в РФ и других странах зависимого развития. См. «Проект нового «Списка Красной книги Российской Федерации (животные)» – угроза для редких видов?», <http://natureschutz.livejournal.com/46086.html>

²⁵⁶ Левин А.С., 2011, op.cit. См. также Николай Третьяков. Организованная преступность — главная угроза редким видам животных, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/625000/>

²⁵⁷ Лобков Е.Г., Герасимов Ю.Н., Горовенко А.Н., 2007. Материалы по состоянию популяции кречета на Камчатке// Орнитология. Вып. 34. № 1. С. 5–35

²⁵⁸ См. Дмитрий Целиков. «Устойчивое лесопользование» – фикция, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/615232/>

ожиданиям действующего, что лучше всего выражено в прутковском «Щёлкни кобылу в нос – она махнёт хвостом»).

Так и здесь: уменьшение потребления пропорционально подъёму цены, *без запаздывания*, присуще лишь биоресурсам, спрос на которые *эластичен*. Таковы разные виды дешёвой рыбы – пищи бедняков: её удорожание немедленно «сожмёт» потребление, у этих людей нет дополнительных средств поддерживать свои привычки. Но если эта же рыба перерабатывается в кормовую муку для «индустриального» производства мяса, спрос делается неэластичным. Он не снижается с повышением цен или снижением так запаздывает, что вид истребят раньше, чем наступит искомый эффект²⁵⁹.

Даже больше: когда популяции рыбы, дичи, ценных пород деревьев и пр. опромышляются для престижного потребления богатых, или коллекционирования (в виде яиц, чучел, листов гербария и т.п.), вздорожание *увеличивает спрос, а не уменьшает его*. Денег у потребителей здесь куры не клюют, а ценность соответствующих товаров с увеличением редкости растёт существенно быстрее цены.

«...В Токио в начале 1990-х гг. цена на голубого тунца на рынке суши составляла \$100 за фунт. В Стокгольме в 2002 г. цена на треску – обычный продукт питания для беднейших слоёв населения – достигла немислимого уровня в \$80 за фунт. В результате такие высокие цены только стимулируют продолжение лова и, чем больше истощается рыбная популяция, тем больше стимул». Но при этом повышение цены замедляет рост спроса и смещает структуру спроса на данный продукт. Эту рыбу теперь потребляют богатые, кто в состоянии за неё заплатить, и она исчезает из рациона бедных, для которых была основным продуктом питания²⁶⁰».

В этом случае реакция на вздорожание биоресурсов парадоксальна: оно побуждает промышлять *больше*, использовать всё лучшие средства обнаружения и отлова по мере истощения запасов, пока не исчерпает их полностью. Хороший пример – судьба американского белого журавля *Grus americana* в 1930-1940-х гг. Когда выяснилось, что в США остались последние 12 птиц²⁶¹, руководство Одюбоновского орнитологического общества решило отстрелять всех, чтобы не потерять ценные музейные экземпляры.

²⁵⁹ См. Анна Марголина, 2009. Высокая цена дешевого мяса // Экология и жизнь». № 5, <http://elementy.ru/lib/430848>; Вадим Мокиевский, op.cit.; Алексей Гиляров. Маленькая рыбака – бородатый бычок – поддерживает продукцию экосистемы, подорванной хищническим промыслом сардины, <http://elementy.ru/news/431373>; Дмитрий Целиков. Рыба или мясо? А есть ли у нас выбор? <http://naturschutz.livejournal.com/59184.html>

²⁶⁰ См. Медоуз и др., 2008. С. 255–256.

²⁶¹ Тогда ещё не знали о гнездовых вида в Канаде (национальный парк Вуд-Буффало), открытых только в 1954 году и всё-таки взятых под охрану.

Но и при эластичном спросе (на ту же дешёвую рыбу) эксплуатируемые популяции закономерно истощаются. Таковы вышеописанные крахи промыслов трески, анчоуса, сардин иваси в разных морях Мирового Океана. Причина здесь – тоже в капитализме, но не в экономической, а в социальной стороне этой общественной системы.

Она держится (и развивается) конкурентной борьбой интересов, почему ежегодные меры изъятия устанавливаются не в плановом порядке по рекомендациям учёных, определивших допустимые уровни вылова разных стад и возрастов²⁶², а простым «столкновением» природоохранников, рыбопромышленников и прессы, поддерживающей тех или других. Вторые стараются «взять побольше», а там хоть трава не расти, первые – закрыть промысел на подольше, иначе ресурс подорвут. Те и другие жонглируют аргументами в пользу «своей» экстремальной точки зрения (оптимальная, соответствующая интересам общества в целом – *никем не представлена*). Разворачивается борьба мнений, стороны составляют в убеждении публики, перетягивании разных групп влияния и пр²⁶³, лишь бы укрепить «своё» и подавить оппонентов.

Первые настаивают на снижении квот, утверждая избыточность эксплуатации стада. Так, в 2008 году перед началом переговоров министров рыболовства стран Евросоюза группа ученых опять потребовала полного запрета промысла трески в Северном море, как еле восстановившегося после краха прошлых лет (рис. 12); в 2007 г. промышленники добились разрешения на добычу на уровне 20 тыс. т. Они требуют также снижения квот на добычу камбалы до 26 тыс. т. при нынешних 50 тыс. т. и мерланга (северной путассу) – до 5 тыс. т. (против 24 тыс. т. текущего года).

Вторые настаивают на повышении квот; мол, за годы ограниченного промысла стадо не только восстановилось, но и недопромышляется, и рекламируют социальную значимость бизнеса. Как будто они рубят лес и ловят рыбу не для собственной прибыли, но чтобы лесорубы и рыбаки могли заработать зарплату... и многие верят, хотя предприниматели ради первой жертвуют второй сплошь и рядом²⁶⁴.

²⁶² См. про влияние промысла на популяции рыб и прочих биоресурсов, <http://wolf-kitses.livejournal.com/208980.html>

²⁶³ См. описанные практики в проблеме антропогенного изменения климата: «Как это работает: «мы мирные лоббисты», заверяет всех ALEC, но веры им мало», <http://www.socialcompas.com/2013/12/26/kak-e-to-rabotaet-mirny-e-lobbisty-zaveryayet-vseh-alec-no-very-im-malo/>

²⁶⁴ См. «Выжать побольше», <http://www.socialcompas.com/2015/02/05/vy-zhat-pobol-she/>; «Мир голодных и рабов», <http://www.socialcompas.com/2015/02/05/vy-zhat-pobol-she/>

Аргументы вторых больше соответствуют «духу капитализма»²⁶⁵. Доводы первых идут против него, обосновывая ограничения и требуя отказаться от части прибылей в пользу охраны окружающей среды (в каком-то смысле ради общего блага). Из-за большей идеологической приемлемости аргументов (включая демагогию про «рабочие места») лобби природопользователей чаще добивается ещё большего приращения квот, чем природоохранники – их снижения. Возникают «качели» сокращения – увеличения квот, увеличивающие амплитуду колебаний численности опромышляемой популяции. Рано или поздно они переходят грань, за которой – обвальное сокращение и, если не вымирание, то прекращение промысла (рис. 12).

Что и произошло с треской в Северном море – окружённом со всех сторон развитыми странами, с отличной прикладной наукой, точно определяющей размер стада и долю максимального изъятия. Кроме растущей амплитуды колебаний выловов, на рис. 12 обращает внимание первое как бы пробное резкое падение их перед окончательным крахом.

Так ведут себя сложные системы, чьи интегральные показатели определяются балансом противостоящих друг другу сил, когда каждый «успех» оппонента для «другой стороны» – стимул ещё больше напрячься и одолеть. В конце концов, один из партнёров увеличивает усилия настолько, что его одержание ведёт к краху системы – потере устойчивости и способности воспроизводства. Этот сценарий «развития борьбы в сторону общего краха» фиксируется во всех такого рода системах – от нашей, поддерживаемой борьбой интересов рыбопромышленников с природоохранниками «по поводу» изъятия рыбных запасов, до фондовой биржи, где противостоят «быки» и «медведи». Средний параметр здесь – акционные курсы; при некотором постоянстве выборочных средних возникают колебания, развитие которых ведёт к периодическим крахам²⁶⁶.

Уточнение деталей. В системе хозяйствования, державшейся конкуренцией частных интересов, победители «получают всё» (в смысле, перестраивают систему сообразно собственной выгоде, независимо от последующих рисков, в т.ч. потери устойчивости). Здесь нет субъектов, отстаивающих общее благо, а тем более устойчивость естественных экосистем саму по себе. Все природоохранные организации – Гринпис, WWF, и пр. – также

²⁶⁵ Термин см. *Л.Болтански, Эв Кьяпелло*, 2011. Новый дух капитализма. М.: НЛЮ. 979 с. Означает свободу предпринимательства, не стеснённую экологическими ограничениями или социальными гарантиями, максимальную прибыльность бизнеса и управляемость/подчинённость работников как высшие, а где-то и священные цели. Болтански и Кьяпелло показывают, как «дух капитализма», оставаясь собой, меняет социальное и идеологическое обличье в зависимости от антисистемных движений (в т.ч. природоохранных) и их критики.

²⁶⁶ См. *Владимиров В.А., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А.* и др., 2000. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика. М.: «Наука». 432 с.

как корпорации, имеют «деловые» интересы, и работают именно на них, на поддерживающих их политиков и СМИ не менее, чем бизнесмены. Почему в целом ряде вопросов действуют против научных данных и интересов природы²⁶⁷.

Таким образом, при капитализме никто из влиятельных игроков в публичном пространстве не заинтересован в информировании граждан о сути проблемы и содержании экологической ситуации, по поводу которой спорят²⁶⁸. Исключения – лишь некоторые учёные, или правительства, или низовые природоохранные движения, одновременно и антикапиталистические, как в 1960–1980-х гг. в ФРГ²⁶⁹. См. ниже социальные группы, «дружественные к охране природы».

Перелов, неизменно наступающий при эксплуатации запасов разных видов рыб в самых разных местах, чётко демонстрирует две вещи. Во-первых, мораторий на вылов эффективен, частичный запрет и снижение квот – нет, рынку легко его обойти или преодолеть²⁷⁰. Десятилетний мораторий на вылов восстановил популяцию трески и сельди в норвежских водах, послужив хорошим примером для всего ЕС, стремящегося ограничить размер рыболовецкого флота. Однако, как пишет Д. Медоуз с соавт. (2008) рыночные стимулы побуждают владельцев судов к экологически опасной реакции: смещению из территориальных вод европейских стран в зоны лова более бедных стран «третьего мира», чем истощают тамошние запасы рыбы и отбирают рабочие места у местного населения.

Действительно, при сегодняшних трендах рыбные запасы Европы будут уничтожены к середине века. «Если европейские министры будут и дальше игнорировать научные данные, рыбным запасам останется жить всего сорок лет. На 2012 год намечена дорогостоящая реформа Общей политики в области рыболовства ЕС²⁷¹, но она обречена, если, как обычно, будут введены квоты, основанные не на рекомендациях учёных, а на политических соображениях».

Бетан О'Лири с коллегами анализировали, насколько соответствующие соглашения европейских министров в 1987–2011 гг., были основаны на научных рекомендациях об общих допустимых уловах (*ОДУ*; показывает, сколько рыбы можно вылавливать без снижения уровня численности популяции). Исследовали добычу 11 видов рыб (треска, камбала, пикша и др.); сегодня это самый полный анализ европейского рыболовства.

Более чем в двух случаях из трёх *ОДУ* оказывался выше рекомендованного (в среднем на 33%). В рыболовных зонах Испании, Португалии и Бискайского залива *ОДУ* хека был на 1100% выше, чем в 1993 году просили учёные. С другой стороны, почти всегда слушались специалистов политики Исландии.

Документ «Общая политика в области рыболовства» вступил в силу в 1983 году. Его идея была в создании процветающей и устойчивой рыбной промышленности в единой Европе; но эта сложная и дорогостоящая система стала одной из самых неэффективных в мире. В 2002 году её реформировали, но это ничего не дало. После 2002 года резко возросло количество рекомендаций ввести мораторий на ловлю определённых видов, но к ним ни разу не прислушались.

Между тем, по одной из оценок, только в 2003 году ЕС потратил *\$1 млрд.* на научную оценку рыбных запасов и выработку мер по сохранению рыбных ресурсов. Получается, деньги просто выбросили на ветер²⁷²».

²⁶⁷ См., например, их позиции по проблеме ГМО или атомной энергии: «ГМО как фетиш «опасности» и мишень «опасений», <http://www.socialcompas.com/2013/12/30/gmo-kak-fetish-opasnosti-i-mishen-opasenij/>

²⁶⁸ Также как депутатов парламента или иных лиц, принимающих решения, на которых воздействуют «мнением общественности».

²⁶⁹ См. Гинцберг Л.И., *op.cit.*

²⁷⁰ См. подробнее «Из истории охраны...».

²⁷¹ http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/index_en.htm

²⁷² Дмитрий Целиков. Рыбные запасы Европы могут быть уничтожены к середине века, <http://science.compulenta.ru/646026/>

Также недавно выяснилось, что ряд стран Европы фальсифицирует данные выбросов парниковых газов²⁷³. Иными словами, при капитализме научное знание раз за разом «не перебарывает» корысть предприимчивых индивидов и корпораций. Даже в самых развитых странах и в ситуации, когда это поведение «рубит сук, на котором сидит» всё общество.

При эксплуатации рыбных запасов Океана есть один важный минус, *увеличивающий* риск их истощения (и наоборот, его отсутствие в наземных экосистемах *снижает* этот риск для пушнины и дичи). На суше опасность подрыва запасов растёт пропорционально линейным размерам вида: более крупные формы наиболее уязвимы, мелкие более устойчивы. Раньше считали, что это верно для рыб в океане – наиболее уязвимы крупные и хищные виды, вроде трески или тунцов, а идущая им на корм мелочь вроде мойвы, анчоусов и хамсы устойчива. Но нет: переисследование данных о динамике уловов за много лет промысла показывает, что популяции мелких видов с достаточно низких уровней трофической пирамиды подрываются промыслом в среднем в 2 раза чаще, чем крупные виды с самых верхних уровней²⁷⁴. См. примеры рис. 2.

Уточнение деталей. Понятна опасность, следующая из меньшей устойчивости популяций мелких планктонофагов. Они – главная пища крупных и хищных рыб, коллапс их популяций ведёт к тому же эффекту, что выдергивание Котом-Бегемотом при посещении Торгсина самых нижних шоколадных плиток из пирамид.

«Результаты моделирования показали, что негативные последствия на высших трофических уровнях начинают проявляться при изъятии примерно половины биомассы вида планктонофага. К сожалению, это тот уровень, который соответствует существующим нормам вылова для многих из исследованных видов... Модели говорят еще и о том, что в разных районах эффекты изъятия планктонофагов проявляются по-разному. Особенно уязвимы те экосистемы, где большая часть продукции планктона проходит «наверх» через небольшое число видов как, например, у побережья Перу, где основным промысловым видом является перуанский анчоус, составляющий существенную часть биомассы всей рыбы. Для этого района обе модели показывают существенные изменения на высших трофических уровнях даже при небольших объемах изъятия ключевого вида. В экосистеме Северного моря, где нет столь резко выраженного доминирования одного вида на средних «этажах» пищевой пирамиды, у хищников есть возможность переключения с ресурса на ресурс²⁷⁵».

Следовательно, какой из эксплуатируемых ресурсов ни возьми, рынок не даёт обратной связи, которая скорректировала бы тенденции, ведущие к перелову²⁷⁶ и сократила промысел раньше опасности подрыва

²⁷³ Дмитрий Целиков. Западная Европа занижает показатели выбросов некоторых парниковых газов, <http://science.compulenta.ru/629321/>

²⁷⁴ См. Pinsky M. L., Jensen O.P., Ricard D, Palumbi S.R., 2011. Unexpected patterns of fisheries collapse in the world's ocean// PNAS. V. 108. № 20. P. 8317–8322.

²⁷⁵ См. Вадим Мокиевский, *ibid*

²⁷⁶ Стремление увеличивать число судов, введение новых технологических приспособлений для большей эффективности поиска скоплений рыб и собственно лова, разные формы пропаганды и агитации за повышение квот. См. лекцию 2.22–23 и траектории выхода из экологического кризиса (лекция 3).

запасов. Напротив, он вознаграждает всех, опередивших других и наловивших больше, чем заставляет «отстающих» подражать «лидерам» этого гиблого дела. Даже если от учёных/общественности уже идут сигналы тревоги.

Когда рынок всё же сигнализирует, мировой «потребительский класс» сможет оплатить разницу, его доходы за тот же период растут в целом быстрее повышения цен на ресурсы, так что вылов только усилится. Поэтому рыночные механизмы не только наносят экологический ущерб, но одновременно «воспроизводят» нищету по всей планете. А поскольку бедные люди, предоставленные сами себе, ведут себя разрушительно, в том числе в отношении дикой природы, её сохранение невозможно без борьбы с голодом и бедностью. Что было зафиксировано в решениях конференции по устойчивому развитию в Рио 1992 г. и «Рио+10» в Йоханнесбурге (2002 г.). Но не выполнено²⁷⁷, ибо (в отличие от периода «холодной войны»²⁷⁸) ныне капитализм безальтернативен.

Вообще, рыночные стимулы, как только делаются достаточно сильны, преодолевают любые преграды, устанавливаемые научными знаниями и лучшими человеческими чувствами, вроде любви к природе, нежелания исковеркать ландшафт «малой родины» и пр. T.J. Dunning в «Trade's Unions and Strikes» (London, 1860, С. 35–36) высказал мысль, которую привёл в «Капитале» Маркс (гл. 24., примечание в конце п. б) и любил цитировать марксисты:

«Капитал – говорит «Quarterly Reviewer», – избегает шума и брани и отличается боязливой натурой. Это правда, но это ещё не вся правда. Капитал боится отсутствия прибыли или слишком маленькой прибыли, как природа боится пустоты. Но раз имеется в наличии достаточная прибыль, капитал становится смелым. Обеспечьте 10 процентов, и капитал согласен на всякое применение, при 20 процентах он становится оживлённым, при 50 процентах положительно готов сломать себе голову, при 100 процентах он попирает все человеческие законы, при 300 процентах нет такого преступления, на которое он не рискнул бы, хотя бы под страхом виселицы. Если шум и брань приносят прибыль, капитал станет способствовать тому и другому. Доказательство: контрабанда и торговля рабами».

Сейчас, в XXI веке, это правило действует *много сильнее*, чем в XIX. Современные корпорации куда больше вкладываются в «шум и брань» (в нашем случае – в истощительную эксплуатацию природных ресурсов и её

²⁷⁷ Как и собственно природоохранная часть мероприятий по устойчивому развитию, см. лекцию 2.19.

²⁷⁸ См. «Позитивные следствия холодной войны в охране природы», <http://naturschutz.livejournal.com/93161.html>

прикрытие или пропаганду в публичном пространстве). У них больше и организационных возможностей, и технических средств, чтобы поддерживать интенсивность промысла (или тем деградации вмещающего ландшафта) на уровне, который не компенсировать естественными процессами воспроизводства популяций и восстановления экосистем.

Сходный вывод делают авторы «Пределов роста. 30 лет спустя» (С. 255–256). «Игроки на рынке, энергично уничтожающие ресурсы, убийственно рациональны. То, чем они заняты, имеет смысл, поскольку поощряется обществом [потому что общество должно меняться в сторону борьбы с бедностью и большего социального равенства; эти социальные сдвиги есть обязательная составляющая устойчивого развития. – *Авт.*]. И даже больше: существующая система вынуждает игроков к такому поведению. Вина лежит не на отдельных людях, а на системе в целом. Нерегулируемая рыночная система, управляющая общим ресурсом с медленной скоростью восстановления, неизбежно приведёт к выходу за пределы и к разрушению сообществ²⁷⁹».

Иными словами, «в теории» предполагается, что сигналы в экономической системе запускают *отрицательную* обратную связь изменений, ликвидирующих проблему, и восстанавливающих равновесие. На деле же запускаются *положительные* обратные связи, ещё больше удаляющие от равновесия и способствующие окончательному подрыву ресурса. Даже если в каких-то идеальных условиях первые обратные связи и существуют (не скажу «действуют»), во всякой реальной ситуации вторые мощней и устойчивей, почему пересиливают неизменно.

Причина в противоположности критериев эффективности, важных для бизнеса, с одной стороны, и воспроизводства жизни людей (или дикой природы), с другой. Первые предполагают максимум прибыли на вложенный капитал, а всем прочим можно пожертвовать (если оно не защищено заранее запретами и регуляцией). Вторые же – максимум устойчивости существования (минимум «производства» социальных рисков) или (для природы) устойчивости эксплуатации. Бизнес не бывает «дружественным к природе» (и к людям): его *modus operandi*, направляющий поведение именно и только к максимизации прибыли, противоположен таковому у нанимаемых им работников. Они заинтересованы в устойчивости бытия, возможностях самореализации и совершенствовании мастерства безотносительно к деньгам, и ориентируются на эти последние лишь в той мере, в какой всё перечисленное платно. Плюс никто не отменял эффект денег как психологических орудий – воспитания из исходно социальных существ

²⁷⁹ Их объяснение с обсуждением, почему так получается, см. лекцию 2.23

целеустремлённых эгоистов²⁸⁰, максимального в случае, когда деньги – цель активности.

Пример экологического ущерба, наносимого вышеописанными «провалами рынка». Во всех странах Средиземноморья (Испании, Португалии, Греции, Италии, даже Франции и Израиле), где сколько-нибудь естественные леса остались небольшими клочками, они ежегодно горят – в июле-августе, когда из-за великой суши это опасней всего.

В августе 2007 г. в Греции пожары распространились настолько, что угрожали национальным святыням, а не только природным заповедникам – археологическому комплексу в Олимпии, внесённому во Всемирный список культурного наследия ЮНЕСКО. Они вызвали опасное для здоровья загрязнение воздуха, в огне гибли жители окрестных деревень и т.д. Огонь прошёл непосредственно по территории музея Древней Олимпии и полностью уничтожил знаменитую оливковую рощу. Тогда Олимпийский комитет опасался, что Древняя Олимпия, где на протяжении почти 12-и веков проходили Олимпийские игры древности, не будет восстановлена²⁸¹.

Везде, где расследование установило причину, пожары – дело рук поджигателей, нанятых строительными компаниями. Туристский бизнес здесь крайне прибылен, земля в Греции дорога, многие крестьяне не продают плодоносящие поля и рощи под гостиницы и торговые комплексы. Природные территории Пелопоннеса и вовсе принадлежат государству, их застройка запрещена. И бизнес решает проблему через наём поджигателей, рассчитывая после уничтожения растительности купить землю по низкой цене²⁸².

Конечно, полиция часть поджигателей ловит, хоть и с разной успешностью. Однако у неё руки коротки добраться до заказчиков – солидных бизнесменов со связями. Не удивительно, что в 2008 г. на Пелопоннесе загорелось снова – как и в последующие годы...

Уточнение деталей. Вспомнил смешное, когда логика капитализма с присущей ему социальной стратификацией сводит на нет добрые намерения людей в области охраны природы. Попав первый раз в августе 1997 г. «по-настоящему за рубеж» на этнологическую конференцию в Венском университете, я видел оборотную сторону очень разумной идеи раздельной уборки мусора. В отличие от МГУ, в *Wiener Uni* очень широкие коридоры, площадью конкурирующие с аудиториями. В них везде стоят автоматы, продающие разные виды соков, всякие шоколадки, яблочный сидр и прочие вкусности. Рядом – 4–5 красных ящиков для раздельной уборки мусора, на которых белыми буквами (посредственно видимыми с середины холла) написано предназначение: бумага, бутылочки, алюминиевые банки, пластмасса и т.д. Поскольку потребление вкусностей из автоматов и другие нужды рожают мусор, его надо делить и пихать в эти контейнеры.

²⁸⁰ См. Елена Наймарк. Деньги воспитывают целеустремлённых эгоистов, <http://www.socialcompas.com/2014/10/17/den-gi-vospity-vayut-tselestremlyonny-h-e-goistov/>

²⁸¹ См. пожары 2007 года на Пелопоннесе, <http://drugoi.livejournal.com/2300824.html>
После пожаров — одни обгоревшие холмы (внизу — дорога к Олимпии), <http://raduga-nk.livejournal.com/68211.html>

²⁸² См. сообщения информационных агентств: BBC, Ленты.ру, Росбалт
http://news.bbc.co.uk/hi/russian/international/newsid_6964000/6964809.stm,
<http://lenta.ru/photo/2007/08/27/greecefire/>, <http://www.rosbalt.ru/main/2007/08/26/408762.html>

Однако для жителей западных стран показана чёткая положительная связь социального статуса и скорости хода: высокостатусные ходят быстрее, по улице или по коридору²⁸³ (притом, что у пенсионеров такого не наблюдается). Лица, обладающие высоким статусом, также держатся прямо и кажутся выше. И наоборот, окружающие склонны преувеличивать статус лиц, обладающих подобной походкой. В нашей стране перечисленное отсутствовало до 2000-х гг. и, очевидно, в советские годы, но по мере вестернизации мы приближаемся к присущему Западу типу (описанному А. Шмиттом и К. Авцангером в 1995 году именно на австрийском материале).

Исследование М.Л. Бутовской и В.В. Левашовой пешеходов в Москве, Ереване и Элисте показало:

а) скорость движения пешеходов падает от первого города к третьему, в более крупных городах люди движутся быстрее;

б) линейная позитивная связь скорости движения с социально-экономическим статусом найдена только у русских женщин. В остальных вариантах она сложнее (у русских мужчин квадратичная связь – максимальная скорость хода у лиц среднего статуса) или отсутствует вовсе (в армянской и калмыцкой выборках).

И, в подтверждение этой закономерности, когда перекуривал у красных баков в паузах между докладами, я наблюдал, что местный люд по коридорам бежит достаточно быстро. Затем, потребив сок или шоколадку, они вспоминают раздельную уборку мусора, и, движимые экологической обеспокоенностью, бросают обёртки к искомому ящикам. Но точно попасть не получается, поскольку бросают, не приближаясь, таким помавающим движением руки. Мишень же далеко, бумажки–обёртки, в отличие от бутылок и банок, летают плохо, а в 90% случаев бросающие не останавливаются, а движутся с прежней скоростью.

Естественно, мусор не долетает, падает возле ящиков, и к концу дня лежит вокруг них достаточно толстым слоем. Потом приходят уборщики–курды, марокканцы или афганцы, и уже раскладывают по ящикам; но либо нетвёрдо знают немецкий язык, либо не понимают необходимость раздельной уборки, т.к. значительная доля мусора попадает не туда. Почти единственные, клавшие мусор по назначению – участники конференции, курившие или беседовавшие рядом с ящиками; они иногда даже убирали мусор, брошенный мимо.

Несколько эффективней «Волшебная троица» – сходная система рециклизации **ТБО**, действующая в Сан-Франциско²⁸⁴. Может быть потому, что использует разноцветные контейнеры (синие для банок, бумаги, металла и пластика, зелёные для отходов, подлежащих компостированию, чёрные для прочего мусора) и предполагает разнообразное принуждение для несортирующих. Так, в 1989 г. губернатор штата Калифорния провел закон, целью которого было достичь 50% рециклинга к 2000 г., и города штата, которым не удалось достичь этого показателя, должны выплачивать штрафы по \$10000 в день.

В целом проблемы с раздельным сбором мусора здесь те же, что в Вене. Содержимое синих контейнеров – смесь стекла, пластика, металла и бумаги – многими воспринимается просто как мусор, который туда и

²⁸³ Бутовская М.Л., Левашова В.В. Скорость движения и язык тела пешеходов в условиях современного города: этнологический анализ, <http://ethology.ru/library/?id=253>

²⁸⁴ Гоголев Г.А., Батурова Г.В., 2006. Что делает со своими отходами солнечный штат Калифорния? // Охрана дикой природы. № 1 (35), <http://www.biodiversity.ru/publications/odp/archive/35/st05.html>

бросают. Её приходится разбирать вручную, что получается плохо. «Менеджеры бумажного комбината «Smurfit Stone», работающего на макулатуре, жаловались во время нашего визита на стеклянную крошку, шарики пенопласта и провоскованную бумагу от упаковок пищевых продуктов, приходящие с *Single Stream* и портящие конечный продукт».

Главная экологическая проблема, специфичная для капитализма – образование отходов, их складирование в экосистемах растут быстрее собственно потребления и улучшения жизни. В развитых странах, у мирового «потребительского класса» эта закономерность выражена сильнее, чем у бедных или в странах «третьего мира».

И психологически капитализм основывается на том, что индивид крайне ценит собственное время и силы, и не очень – общее благо (либо не верит в его существование). Готовность к вложениям во второе у лиц высокого социального статуса ниже, чем у бедняков, рабочих и пр. именно потому, что первые не просто потребляют больше, но и не могут без этого обойтись, ибо так поддерживается статус. Поэтому «в среднем» они легко прикладывают силы для собственного благосостояния, но экономят на действиях в пользу всего сообщества, иначе «бóльшие эгоисты» обойдут в конкуренции. Фактически люди подражают поведению корпораций, как бы подающих «пример успеха»²⁸⁵; без специальных мер принуждения или пропаганды здесь мало кто напряжётся класть мусор точно в ящик. Именно принуждение, денежное и административное, делает раздельный сбор мусора всеобщепотребительской практикой²⁸⁶. Или использование конформизма, т. к. подражание большинству и установленным ценностям в конкурентном обществе – выгодная тактика²⁸⁷.

²⁸⁵ Аронсон Эл., 2006. Общественное животное. Введение в социальную психологию. М.: Прайм-Еврознак, 2006. 416 с.; Эллиот Аронсон, Том Уилсон, Робин Эйкерт, 2008. Большая психологическая энциклопедия. Психологические законы человеческого поведения. СПб: Прайм-Еврознак. 560 с.; Лучшее ли бедный Лазарь богатого? <http://www.socialcompas.com/2014/03/27/luchshe-li-bedny-j-lazar-bogatogo/>

²⁸⁶ Так, в ряде швейцарских кантонов, «чтобы выбросить мусор, нужно купить специальные марки. Эти марки потом надо клеить на мешки с мусором. Одна такая марка стоит 3 франка (около 2 евро), так что особо мусором не раскидаешься. Экономнее этот мусор копить подольше и набивать мешок плотнее. Следовательно, всякие органические отходы особо не похранишь, и поэтому происходит спонтанное разделение мусора на органику и неорганику. По вечерам ящики с органическим мусором открываются, и главный по дому смотрит, чтобы не мухлевали, а выкидывали именно органику. Никакие бутылки, консервные и пивные банки нигде не принимаются. Но можно добровольно сохранить место в мешке с мусором, отнеся подобный мусор в супермаркет и раскидать его по подходящим мешкам. В Финляндии налог на мусор уже был включен в общий муниципальный, тут же никаких особых налогов нету, но за все надо платить по отдельности». См. <http://muhonogki.livejournal.com/388212.html>

²⁸⁷ См. «К психотехнике экологичного поведения».

Поэтому проблема утилизации отходов неразрешима без сокращения потребления и, главное, изменения его структуры. При нынешней – образование отходов растёт быстрее, чем собственно потребление, они больше «перекладываются с места на место», чем утилизируются²⁸⁸. Для этого нужен переход от рыночной экономики к плановой, хотя бы в части ограничения «свободы предпринимательства» требованием компенсации «производимых» рисков (экологических и социальных). Меры и критерии «достаточной степени» ограничений природопользования, управляемого рынком и необходимый уровень плановости хозяйствования, чтобы была совместима с экологической устойчивостью, см. лекции 2.7, 2.9, 2.23.

Таким образом, сохранение дикой природы (и вообще разрешение экологических проблем), требует ограничить действие рыночных стимулов, ответственных за негативную динамику ситуации. Скажем, административными наказаниями/запретами и общественным осуждением; иначе судьба последних участков естественных экосистем незавидна даже в развитых странах, где жёсткое природоохранное законодательство вроде бы соблюдается²⁸⁹.

Отсюда первая мера охраны – *своевременный* «вывод» вида, сообщества или участка ландшафта из-под действия рыночных механизмов, побуждающих их промышленять, разрушать местообитания и пр., чтобы первые, вторые и третьи восстановились. При быстром прогрессе техник поиска и добычи, стимулируемых рынком, устойчивый промысел возможен лишь в сочетании с диче (лесо-, рыбо-) разведением, когда выделяются запретные для промысловиков воспроизводственные участки, проводятся биотехнические мероприятия по подкормке, развеске искусственных гнездовий, защите от хищников, разведению в полувольных условиях с последующим выпуском в природу и пр.

8. Общественные группы и социальные позиции, дружественные и враждебные охране природы

Из сказанного понятно, какие социальные группы позитивны в природоохранном плане – озабочены экологической ситуацией, активно действуют для её улучшения, склоняют чашу весов к компенсации экологических рисков, сокращению ущерба, наносимого природопользователями и пр. И, наоборот, кто и когда экологически

²⁸⁸ См. Гарднер и др., 2004, op.cit.; **рис. 8 и лекция 2.9**

²⁸⁹ Но не корпорации, умеющие формировать общественное мнение, благоприятствующее продолжению разрушения природы, см. пример Финляндии выше. Жёсткий контроль природоохранников необходим для пресечения этого и разоблачения манипуляций лоббистов в публичном пространстве.

безответственен – хищнически подрывает ресурсы, содействует деградации дикой природы и формирует общественное мнение, силой пресекающее беспокойство по этому поводу или (при большей терпимости к инакомыслию) дискредитирующее экологическую ответственность как «пустой алармизм».

Основные противники охраны природы следующие²⁹⁰:

1. Рыночные игроки – корпорации, финансово-промышленные группы и пр. бизнесы: крупные и мелкие различны лишь обширностью пространства активности и, соответственно, причинения ущерба. Они уничтожают ресурсы, их производства выбрасывают загрязнения или разрушают природный ландшафт и т.п.

2. Правительства, дружественные крупному бизнесу, реализующие экологически опасные проекты в его интересах. Даже при плановой экономике в бывшем СССР недодавленная частная корысть проявляла себя или в предприимчивости индивидов, в поговорках «Природа для народа – бесплатный магазин». Или в форме ведомственности, когда крупные министерства вроде Минводхоза лоббируют такие проекты ради получения больших ресурсов и т.д. «перетягивания одеяла на себя».

3. Индивиды (физические лица и объединения) из «потребительского класса», стремящиеся наращивать потребление дальше, дальше, дальше... Как и рыночные игроки, эти стремятся рациональности *homo economicus* как к идеалу. Полное приближение здесь невозможно, но и имеющегося достаточно для перманентной экономии на расходах на окружающую среду, с побуждением ничего не менять, пока «экология не припечёт». А тогда чаще всего уже поздно заботиться об очистке загрязнений или восстановлении природных сообществ.

4. Бедняки, стремящиеся выжить. В бедности и тем более нищете (так живёт половина человечества²⁹¹) все силы уходят на повседневное выживание, так что нет ни ресурсов для адекватной реакции на экологические проблемы, ни даже времени, чтобы обратить внимание. Бедность равна невозможности контролировать социальную ситуацию, собственную и близких²⁹².

²⁹⁰ Перечисляются от вершины «общественной пирамиды» к её основанию, «низшим классам», см. «Лучше ли бедный Лазарь богатого?».

²⁹¹ ООН определяет границу бедности доходом \$2/день (по паритету покупательной способности), нищеты – \$1 (\$1,25 по мерке Всемирного банка). Нужно очень немного вложить в развитие, чтобы вывести миллионы из ужаса существования, недостойного человека, но мировой «потребительский класс» тратит их на другое (табл. 18). В том числе потому, что при капитализме множество бедных – залог его собственного благополучия.

²⁹² См. Дмитрий Целиков. Социальное неравенство убивает, <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/meditsina/10008188/>

Тогда у людей, как и прочих млекопитающих, развивается выученная беспомощность: внешние проблемы (экологические, или развития страны) отторгаются сознанием как чужие и навязанные извне, человек живёт сегодняшним днём и думает о «своих». Издержки же переносятся на «слабого партнёра» – природу, из которой извлекаются ресурсы для существования, обычно варварским образом; нужда не знает закона. Так, экономический кризис 2008 г. резко усилил промысел пролётных певчих птиц паутинными сетями на Кипре²⁹³. Или недавняя эпидемия птичьего гриппа в Восточной Азии сильно удорожила курятину (особенно в бедной Камбодже), из-за забоя поголовья в профилактических целях. Этот основной источник мяса для бедняков на рынках немедленно заменили тушки крупных грызунов вроде рыжих колочих крыс *Maxomys surifer* – в больших количествах и дёшево, ибо легко добыть.

В то же время это аборигенный вид ненарушенных тропических лесов, отсутствующий во вторичных лесах и других биотопах, развивающихся в «следах нарушений». После истреблений он восстанавливается медленно: в популяциях не выражен «подвижный резерв», почти всё её население – резиденты с жёсткой территориальностью, собранные в постоянные группировки, где интенсификация размножения невозможна. Виды с такой популяционной структурой «не могут» ни быстро переместиться в «освободившиеся» местообитания, ни там интенсивно размножиться для восстановления численности. Видам с лабильной популяционной структурой это легко, почему они урбанизируются первыми²⁹⁴.

Сходным образом бедняки Южной и Восточной Азии ставят на грань исчезновения многие виды перелётных птиц Востока Сибири и Севера Дальнего Востока, буквально вылавливая и съедая их на зимовках, в том числе эндемика России – кулика-лопатня *Eurynorhynchus pygmeus*²⁹⁵.

Противоположные категории защитников окружающей среды включают, вообще говоря, представителей тех же групп, но в иной социальной ситуации, предполагающей не конкурентные, а солидарные отношения участников. Или в иных, позитивных жизненных обстоятельствах, позволяющих проявить солидарность вопреки

²⁹³ См. <http://naturschutz.livejournal.com/44367.html>

²⁹⁴ См. Щипанов Н.А., 2000. Некоторые аспекты популяционной устойчивости мелких млекопитающих // Успехи совр. биологии. Т. 120. № 1. С. 73–87; Щипанов Н.А., 2002. Функциональная организация популяций: возможный подход к изучению популяционной устойчивости. Прикладные аспекты (на примере мелких млекопитающих) // Зоол. журн. Т. 81. № 9. С. 1048–1077; Щипанов Н.А., 2003. Популяция как единица существования вида. Мелкие млекопитающие // Зоол. ж. Т. 82. № 4. С. 450–469.

²⁹⁵ См. Рябцев В.В., op.cit.; Немного о кулике-лопатне и его судьбе, <http://naturschutz.livejournal.com/94212.html>

«правилам» конкурентной среды и капитализма. Здесь важнее всего следующие социальные акторы:

I. Экологически ответственный крупный бизнес. Исключительно редкая птица: для корпораций экологическая ответственность, «зелёный облик» и поддержка экологических проектов – просто способ паблизити, оптимизации налогов и т.п. Почти всегда это вынужденно и предпринято «для приличия». На реальную перестройку производства в сторону экологической безопасности и пресечения негативных воздействий на окружающую среду в странах «первого мира» компании идут редко, в «третьем» – почти никогда.

Так, за страшную катастрофу с разливом нефти в Мексиканском заливе²⁹⁶ ответственна *British Petroleum*, хотя у неё «самый зелёный облик» из нефтяных компаний, имеющих репутацию главных врагов окружающей среды. В отличие от коллег, они что-то делают в этом направлении. Другой пример – «Шеврон» на новой Гвинее (судя по «Коллапсу» Даймонда) или мебельная фирма *ИКЕА*: пользуется

²⁹⁶ Причиной стал взрыв на нефтяной скважине, пробуренной с оффшорной глубоководной платформы *Deepwater Horizon*, <http://neznaika-nalune.livejournal.com/602920.html>

«Особенность аварии, произошедшей в Мексиканском заливе – в том, что до этого дня все нефтяные разливы на море были связаны с авариями танкеров и трубопроводов. И можно сказать носили «локальный» характер. Из танкера больше нефти, чем в него загружено, не выльется, к тому же эти суда, имея большой запас плавучести, обычно позволяли большую часть нефти удерживать на борту, а затем просто откачать ее. С трубопроводами еще проще, закрыл задвижку и течь прекратилась. В данном случае ситуация абсолютно другая – на глубине в 1600 метров из двух скважин бесперебойно бьют два фонтана, ежедневно выбрасывая в воды залива порядка тысячи баррелей нефти и сколько это будет продолжаться никому не известно. Пока все попытки перекрыть нефтяные фонтаны заканчиваются неудачей». См. «Хроники Мексиканского залива», <http://www.ecolife.ru/zhurnal/articles/1246/>

Хотя случившаяся трагедия впечатляет, реальная оценка ущерба требует сравнительного подхода. А он показывает, что «цветения» воды (массовые размножения микроводорослей), происходящие по вине человека, прямой или косвенной (глобальное потепление), столь же губительны для морских экосистем, как разливы нефти. Или более, см. *Михаил Флинт* «Нефтяная катастрофа на фоне цветущих водорослей», <http://elementy.ru/lib/431159>

С другой стороны, за год после аварии сообщества Мексиканского залива в целом восстановились. Значительную роль в самоочищении сыграли бактерии, погребшие 50-60% нефти (ещё ¼ с донными отложениями). Одновременно выяснилось, насколько глубоководный разлив нефти отличается от поверхностного. В последнем случае многие токсичные соединения быстро испаряются, не загрязняя воду, особенно так называемые ВТЕХ: токсичные ароматические углеводороды бензол, толуол, этилбензол и ксилол. Здесь они растворились в слое примерно 400 м над устьем скважины (там концентрация ВТЕХ достигала 78 мкг/л). См. *Дмитрий Целиков*. «Мексиканский залив в целом восстановился после разлива нефти», <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/606141/>; «Грязевая буря» могла похоронить разлившуюся нефть, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10004160/>

древесиной только из устойчивых и экологически сертифицированных лесов.

Последнее сделано под давлением европейской природоохранной общественности, озабоченной тем, что лес – не только плантация древесины, но и местообитание для аборигенных растений и животных²⁹⁷. Лесопользование считается устойчивым, если организовано так, что первая задача сопрягается со второй, «кубики» не препятствуют сохранению биоразнообразия на той же территории. Выход древесины здесь ниже в сравнении с коммерческим лесом, но можно выиграть за счёт бойкота несертифицированной древесины и готовности больше платить за «экологичную».

Сертификаты, выдаваемые авторитетными природоохранными организациями, подтверждают это сопряжение для конкретного леса. К подобной практике перешли потому, что природоохранные движения в Европе составлены «потребительским классом», их бойкот «экоопасной продукции» реально снижает прибыли. В США он менее неэффективен: слабей социальное влияние природоохранников, а идеология свободы предпринимательства сильна даже в слоях, не имеющих отношения к бизнесу. Но некоторые успехи есть и там.

Однако реальные бизнесмены предпочтут заплатить за поддельный сертификат и ничего не менять в лесопользовании: скажем, лишь 3 из 10 сертифицированных лесов Камеруна управляются «с использованием методов, которые могут обеспечить будущий урожай с той же скоростью, как сегодня». Или см., как обходят сертификацию в РФ при добыче древесины в зоне «пионерного развития» тайги²⁹⁸.

II. Правительства, более склонные к долговременному планированию на научной основе в интересах развития всей страны, чем к действию ради отдельных корпораций или ведомств. Самый существенный элемент здесь создание долговременных планов развития территорий на основе научных рекомендаций. Тогда экологи, почвоведы, географы и пр. не просто советуют хозяйственникам, как поднять эффективность в каждой из «их» областей, но оптимизируют развитие всей территории, включая движение к экоустойчивости – большей устойчивости снимаемых урожаев, добычи сырья, других форм природопользования «вопреки» вариативности природных условий, многолетней и межгодовой. Заповедники и другие ООПТ здесь служат эталонными и контрольными участками, как это изначально планировалось в нашей природоохранной традиции.

²⁹⁷ См. «Чем коммерчески эксплуатируемый лес отличается от ненарушенного» (в Финноскандии)», <http://naturschutz.livejournal.com/56470.html>

²⁹⁸ См. «Устойчивое природопользование – фикция», <http://naturschutz.livejournal.com/80798.html>; <http://vk.com/wall2053008> 197

Самый яркий пример государственного подхода к развитию территорий на научной основе, улучшившего состояние окружающей среды – Сталинский план преобразования природы в СССР (1948–1953 гг.). Он включал мероприятия по почвозащитному и лесозащитному лесоразведению с созданием устойчивого «мозаичного ландшафта» с чередованием полей, фруктовых садов, лесов и водоёмов. Так пресекается губительное влияние периодических засух на урожаи, природный ландшафт разнообразится, лучше противостоит эрозии и т.п. Ввиду преимуществ плановой экономики, СССР и его союзникам принадлежат достижения в этой сфере, невозможные у их рыночных антагонистов, вплоть до самых богатых и развитых. См. Заключение.

III. *«Экологически озабоченные потребители» из средних слоёв.* Они бойкотируют товары и услуги, производимые с ущербом для окружающей среды, демонстративно предпочитая им «экологичные». Фактически это антиреклама компаний первого типа и дополнительная реклама – второго. Что побуждает хозяйственников менять производство в сторону большей экологической безопасности, а для этого слушать «экологов». Или использовать эту группу для своего рода рэкета – дискредитации производств конкурентов как «экоопасных». Такие симпатии, когда перехлёстывают и/или базируются на эмоциях, а не на знании – вещь обоюдоострая, часто ведущая к негативным последствиям для людей и природы²⁹⁹.

Эти же люди – социальная база природоохранных движений, «зелёных» партий и экологических неправительственных организаций (*НПО*). Они давят на власть или участвуют в ней с целью запрета экоопасных проектов и лоббирования мер, (как им кажется) важных для устойчивого развития³⁰⁰. Среди них: максимальное развитие солнечной и ветровой энергетики, зависимость цены топлива от содержания в нём

²⁹⁹ См. «Кукуруза, ГМО, экологи и биогаз», <http://progenes.livejournal.com/95063.html>; «Про Уганду, бананы и музу», <http://progenes.livejournal.com/176523.html> Это, так сказать, тёмная сторона свободы в классовом обществе, где лоббизм групповых интересов выгоден, а научное просвещение – нет. См. «Наука под каблуком репрессивной политики», http://vk.com/wall-57008537_84629

³⁰⁰ Увы, иногда они ошибаются – когда игнорируют объективные научные данные, ибо нельзя играть в шахматы с помощью добрых намерений (злых тоже). Кроме проблемы ГМО, это непонимание, что главное решение проблемы антропогенных изменений климата – не столько в снижении выбросов CO₂ и CH₄, сколько в восстановлении ненарушенных лесных и болотных сообществ, выводящих органику из круговорота и тем самым «охлаждающих» планету. Плюс непонимание контрпродуктивности торговли квотами на выбросы CO₂ и других рыночных мер, предусмотренных Киотским протоколом (не случайно на конец его действия в 2012 г. ситуация не улучшилась, а прямо наоборот). См. «Сумма про антропогенные...», «Про удобение углекислым газом», <http://wolf-kitses.livejournal.com/228223.html>

углерода, бóльшая переработка мусора, охрана «территорий дикой природы» и пр.³⁰¹

Давление потребителей в сторону «экологизации» бизнеса эффективней всего в странах «социального капитализма», вроде скандинавских³⁰². Там граждане могут проконтролировать предпринимателей, поскольку имеют доступ к экологической информации и влияют на власть, пусть даже с преодолением лобби природопользователей. Однако и здесь перечисленное «добывается с бою», а не получается само собой (в отличие от социализма, где они сами – власть, между демосом и управляющими нет классового или антропологического барьера, лишь должностные различия).

В странах неограниченного капитализма (США, Австралия, Сянган, Сингапур) такое давление много слабее, не говоря уж о «третьем мире». Оттуда сложнее получить достоверную информацию об экологической ситуации (хотя с превращением Земли в «глобальную деревню» и ростом масштабов экспедиционных работ биологов, географов и пр. это даётся всё легче) и трудно воздействовать на решения властей. Последние часто «посажены» ТНК развитых стран, чтобы избавиться от расходов на охрану природы и социальных гарантий. Поэтому эффект общественного давления бывает обратным – быстрое перемещение «грязных» производств, опасных отходов и истощительных промыслов в страны «третьего мира» с «удобными диктатурами».

IV. Организованные бедняки городских и сельских общин, стремящиеся к устойчивому хозяйствованию на своей земле, озабоченные «ценой» традиционного природопользования³⁰³ и готовые к усилиям по её понижению или к сопротивлению экоопасным действиям корпораций и богатеев с властями. Они больше всех противодействуют опустыниванию, сельскохозяйственному и климатическому, высаживая лесополосы, очищая и огораживая источники воды, охраняя леса от сведения и пр., почему и важны в развивающихся странах.

³⁰¹ См. Бауэ Б., 2009. Инвестирование для устойчивого развития // Россия в окружающем мире–2008. М.: МНЭПУ. С. 180–210. Однако очевидно, что устойчивое развитие и социально ответственное инвестирование несовместны с рыночной экономикой. Когда они реально вводятся под давлением заинтересованных правительств и «обеспокоенных экологией» граждан, то дают тем больший эффект, чем сильнее ограничивают «свободу предпринимательства» и чем больше (при последовательном проведении) перестраивают хозяйство на основе науки и плана. См. сноску 492.

³⁰² См. «Город будущего», <http://naturschutz.livejournal.com/25795.html>; Игнатьева А.А., 2010. «Зелёная экономика»: практический вектор устойчивого развития или политический компромисс? // Россия в окружающем мире–2011. Аналитический ежегодник. М.: изд-во МНЭПУ. С. 28–60; лекция 2.17.

³⁰³ В городах - неблагоприятностью экологической ситуации.

Пример. В 1977 году кенийка Вангари Маатаи создала и возглавила «Движение зеленого пояса» (*Green Belt Movement*), организующее общественное лесонасаждение. В Кении это важно не только для охраны водного режима рек и предотвращения эрозии почв, но и обеспечения дровами крестьян (ими топят 90% из них). В 1986 году движение вышло за пределы Кении и превратилось во всеафриканскую сеть по посадке деревьев.

Сперва лесники смеялись над малограмотными крестьянками, заявляя, что сажать лес и ухаживать за ним должны профессионалы. Но быстро выяснилось, что женщины выучились делать это лучше и, в отличие от них, вовлекают в движение новых людей, расширяя тем самым лесопосадки.

Активисты движения закладывают питомники для выращивания саженцев; затем их бесплатно раздают всем желающим с инструкциями по посадке, поддерживают курсы по высаживанию деревьев и т.п. Сейчас в Кении более 6000 питомников «Зеленого пояса», дающие работу ≈150000 человек, за годы деятельности высажено >30 млн. деревьев. Также проводятся разные образовательные программы для женщин. В октябре 2004 г. Вангари Маатаи наградили Нобелевской премией мира.

Власти Кении, вместо поддержки движения, работающего на экологическую безопасность страны, всячески мешали ему, вплоть до прямых преследований, из-за нелицеприятной критики положения в лесном секторе Кении. В отличие от политиков, Маатаи называла вещи своими именами: причина уничтожения и деградации лесов – запредельная коррупция правительственных чиновников. Леса сводят ради прибыли дружественных им бизнесов, на расчищенных территориях растут марихуану на экспорт, и чиновники имеют долю в экспорте ценной древесины³⁰⁴.

Обычно традиционное природопользование истощительно для природы и неблагоприятно для общества³⁰⁵, но в ряде случаев («успешные общества» Дж. Даймонда), оно преодолевает начинающийся кризис и достигает экологической устойчивости. За доказательство этого Элинор Острём получила Нобелевскую премию по экономике 2009 года (единственная такая награда у женщины, причём не-экономиста: она политолог–институционалист). Ею изучены «в поле» системы регулирования местными общинами пастбищной нагрузки (Африка), рыболовства (Турция), устойчивого использования ирригационных систем (Непал) и пр. Оказывается, коллективная собственность и коллегиальное управление ресурсами способствуют устойчивому использованию и наоборот: приватизация и ответственность каждого за свой «кус» ведут к коллапсу³⁰⁶. Если говорить о традиционном обществе (сельские общины развивающихся стран), то способность к этому зависит от наличия в их истории опыта сотрудничества по поводу использования данных ресурсов. Если этого нет, сотрудничеству надо учить заранее: скажем, до строительства оросительного канала.

³⁰⁴ См. https://en.wikipedia.org/wiki/Wangari_Maathai

³⁰⁵ См. Дмитрий Целиков. «Древние нубийцы изменяли природу в ущерб себе», <http://naturschutz.livejournal.com/70067.html>

³⁰⁶ См. https://en.wikipedia.org/wiki/Elinor_Ostrom и её книгу «Управляя общим. Эволюция институтов коллективной деятельности». М.: ИРИСЭН Мысль. 447 с.

Другое значение её работ – демонстрация мифологичности т.н. «трагедии общин». Она наступает лишь, когда общая собственность не означает «общее благо», а в сознании индивидов частный интерес и кратковременный выигрыш доминирует над иными мотивами (см. лекцию 3). Чаще всего это пропагандистский довод в пользу приватизации «общих владений»: мол, переэксплуатация предотвратима лишь разделом на частные участки, ведь «только хозяин заботится как следует»³⁰⁷.

Как отмечали Сидней и Беатриса Вебб («Упадок капиталистической цивилизации». Л., 1924. С. 108), «капитализм без малейшего колебания уничтожит массу полезных продуктов или закроет свои работы и предоставит служащих во власть нужды, чтобы сохранить цены. Это прямой саботаж, и саботаж является силой, угрожающей теперь существованию цивилизации... Позднейшим открытием явилась гибель, которую капитализм принёс тем общим ресурсам, которые не были обращены в частную собственность, как воздух, загрязнённый дымом и вредными испарениями, отравляемые промышленностью реки, загрязняемые проезды и пустоши».

Дальнейшим развитием веббовского обобщения стала модель World3 Денниса и Донеллы Медоуз (лекция 2): она показывает, что сегодня мы видим как бы отрицание отрицания первого. Обращение в частную собственность не только не сохраняет ресурсы и воспроизводящий их природный ландшафт, но ускоренно уничтожает то и другое³⁰⁸. Напротив, общественная собственность допускает устойчивое природопользование.

Уточнение деталей. Как пишет коллега: «С 7 класса я был в разных юннатских кружках, с детским самоуправлением и традициями коллективизма, идущими из 1920-30-х гг.; в Москве их осталось три или четыре, и у нас в провинции кое-где были. Ездил с ними в экспедиции и, дежуря по кухне, усвоил народную мудрость: если хочешь сберечь на последний день вкусоности вроде масла, положи нужное количество цельным куском, в этом случае всегда остаётся некая толика. Когда народ берёт его, каждый стесняется взять больше других, и возникает «лишнее». Тем более что (узнал я потом) нынешний горожанин ест больше потребности, в отличие от крестьянина прошлых веков, и то, что даже сверхэкономным дежурным кажется достаточной дневной нормой, на деле много. Но если то же масло поделишь на индивидуальные порции и каждый возьмёт «своё», ничего не останется «про запас», а удовольствия будет меньше, чем в первом случае.

³⁰⁷ Читая оригинальную статью Гэрриета Хардина 1969 г. (см. русский перевод <http://www.inliberty.ru/library/211-tragediya-resursov-obshchego-polzovaniya>), поражаешься честному проговариванию, что всякая приватизация «общих ресурсов» есть ограничение свободы для большинства, оказывающегося неуспешным в последующей конкуренции владельцев. Это относится не только к природным, но и к социальным ресурсам (образование, здравоохранение, общественный транспорт vs личный и пр.).

³⁰⁸ См. «Экономический способ мышления-2», <http://wolf-kitses.livejournal.com/300007.html>

Тогда по молодости я думал, что всегда так, и был крайне удивлён, когда в студенческих и потом взрослых экспедициях видел, что бывает и прямо наоборот, хотя вроде бы отношения рабочие, товарищеские. Но если класть масло цельным куском, каждый старается взять больше, так что кому-то не хватает – и нужно делить на индивидуальные порции.

К чему это я? К истории с «трагедией общин», *ultima ratio* защитников частной собственности на средства производства. Мол, в силу природного эгоизма потребители обязательно губят общий ресурс; чтобы его сохранить, надо отнять у общины и раздать «эффективным собственникам».

На деле «трагедия» происходит там, где община уже погибла, в отношениях людей превалирует сугубый эгоизм (пусть даже «разумный эгоизм», с культурным лоском, без людоедского оскала). А коллективные формы общежития воспринимаются как вынужденная необходимость или навязываются извне, как это было в русской деревне конца XIX века³⁰⁹.

К тому же сейчас известно, что «трагедия общин» в известном смысле противоречит природе человека. В экономических играх, посвящённых использованию общих ресурсов и/или разделу вознаграждения между участниками, большинство ведёт себя не «эгоистически», а кооперативно и просоциально, особенно если «обманщиков» можно наказывать. Нужно сильнейшее давление рыночных стимулов, от жадности наживы у собственников до страха бедности у работников, чтобы преодолеть эту общечеловеческую универсалию³¹⁰.

А где коллективизм жив и воспроизводится, общественная собственность сохраняет биоресурсы, а частное владение их расточает. У собственников велик соблазн сменить «свою долю» ресурса на деньги – вырубить лес, застроить луг и т.п., а вышеописанные факторы «давления рынка» «соблазн» гарантированно усиливают, до невозможности сопротивляться.

Так, ситуацию пользования общим ресурсом моделировали в экономических играх. Обычно их участники оценивают выгоду в текущем и следующем раундах, здесь же они взвешивали и выгоду в отдалённом будущем. Оказывалось, что устойчивое развитие (сохранится ли общий ресурс для будущих поколений?) критически зависит от способа принятия решений об его использовании. При коллективном – вероятность сохранения ресурса была значительной, при индивидуалистическом – ресурс быстро истощался, долговременная игра была невозможна.

«Хаузер с коллегами предложили участникам ... забирать из общего ресурса, сколько они хотят, но оговорили, что если ресурс будет выбран больше чем на 50%, то следующее поколение игроков ничего не получит и игра закончится, а если меньше чем на 50%, то ресурс восстановится и игру продолжит следующая команда. Все игроки осознавали (по проведенным предварительно опросам), что судьба будущих поколений в их руках. Игрокам платили немного реальных денег за полученную долю, так что интерес тут был не только теоретический, но и подпитывался возможностью немножко заработать. Таким образом, игроки могли

³⁰⁹ См. *Энгельгардт А.Н.*, 1956. Из деревни. 12 писем. 1872-1887. М.: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, <http://www.hist.msu.ru/ER/Text/ENGLGRDT/>

³¹⁰ См. «Животное» и «человеческое», расчёт и равенство», <http://www.socialcompas.com/2015/01/11/zhiivotnoe-i-chelovecheskoe-raschyot-i-ravenstvo/>

выбрать весь ресурс, играя полностью в свою пользу, или же пожертвовать некоторое количество средств на благо будущих игроков.

Самый главный, ключевой, момент этой модификации – как игроки принимали решение. Играют пятеро. В одном варианте игры выбор был анонимный и индивидуальный: каждый из пятерых сам решал, сколько взять. Во втором – каждый из пятерых предлагал свою сумму, а затем выбиралась средняя сумма (медиана), которая и доставалась всем игрокам команды. В третьем – голосовали и усредняли предложения 3 из 5 игроков, двое брали из общего ресурса, сколько хотели (частичное голосование).

Согласно изначальному предположению, все игроки должны были бы забрать себе побольше, то есть действовать как заправские индивидуалисты *«homo economicus»*. Но картина оказалась сложнее и интереснее. Игроки, получавшие среднюю сумму, с большой вероятностью передавали будущим поколениям восполненный игровой ресурс: игра могла продолжаться больше 12 раундов. А принимавшие решение без оглядки на других членов команды, почти сразу – часто уже в первом раунде – забирали ресурс себе, и игра останавливалась. Этот результат показывает, что совместно принятое решение, в отличие от одиночного, удерживает от растраты общественных благ.

Почему так получается? Очевидно, в обществе «играют» и эгоисты, и просоциальные личности, готовые жертвовать частью собственных благ для выживания коллектива. Просоциальные игроки, голосуя за уменьшение личного заработка, снижают вред, приносимый жадинами. Мы понимаем из этого простого эксперимента, что в обществе больше нежных людей, которым не всё равно, что будет дальше.

Почему же тогда при отсутствии возможности голосовать просоциальные личности не выправили пользование общественным ресурсом? Ответ на этот вопрос дает сопоставление индивидуальных сумм, взятых игроками при варианте с голосованием и без него. Если нет голосования, то максимальные суммы, губительные для общего ресурса, изымаются в 32% случаев, а если предложен вариант игры с голосованием – то только в 12% случаев. Это означает, что в обществе имеется определенная доля людей, которые хотели бы отдать часть ресурса на будущие нужды (или на любые другие), но боятся «обхода» более ушлыми конкурентами. Поэтому они тоже забирают себе долю наравне с эгоистами. Таких набирается, судя по приведенным данным, около 20%. Этой части игроков важна уверенность, что и другие участники группы будут действовать справедливо. Если справедливость не гарантирована, они ведут себя эгоистично.

Это хорошо иллюстрируют результаты игры с частичным голосованием, когда голосуют только трое, а оставшиеся два игрока принимают индивидуальное решение. В таком варианте игры для трех кооператоров нет гарантии справедливости.

Отсутствие гарантий склоняло игроков к эгоистическому выбору, почему большинство игр ($\approx 70\%$) заканчивалось уже после первого круга, так как общий ресурс оказывался выбранным выше порога. Это означает, что часть тех, кто в принципе мог бы действовать на стороне будущих игроков, опасаясь более меркантильных конкурентов, стала с ними заодно³¹¹».

Авторы заключают, что «осознание несправедливой дележки может пригласить нашу готовность пожертвовать своими благами ради той или иной цели». Однако последняя *увеличивается*, если возмущившиеся несправедливостью могут наказать «обманщиков» с «эгоистами», или исключить их из игры³¹². Так что такая возможность – одно из условий устойчивости.

Иными словами, устойчивое развитие получалось, если о будущем думали все игроки. Один–два «эгоиста» сильно увеличивали шанс оставить внуков и правнуков «у разбитого корыта». И чтобы недоиспользовать ресурс в степени, нужной для устойчивости, участники должны быть уверены в справедливости его сегодняшнего дележа. Неочевидное следствие этого – устойчивость недостижима при сколько-нибудь заметном социальном неравенстве (чувствительном для жителей). Иначе у большинства складывается ощущение, что ресурсы всё равно расхватают привилегированные группы, а раз так – используй вовсю, пока можешь.

Отсюда следует невозможность устойчивого развития при капитализме. С одной стороны, экономические стимулы подталкивают всех, даже «коллективистов по натуре», взять всё и сразу («думать о себе и своих близких» больше, чем об общем благе), иначе тебя обойдут в конкуренции. С другой, несправедливость дележа и ресурсов, и возможностей индивидов (то самое социальное неравенство) при капитализме не только не устранена, но даже не маскируется, ибо возведена в принцип, она утверждается как «необходимое условие свободы».

³¹¹ См. Елена Наймарк. Коллективисты голосуют за будущее, <http://elementy.ru/news/432288>

В контексте игры «эгоист» – думающий о ресурсном обеспечении себя сегодня и завтра, в крайнем случае своих детей завтра. «Коллективист» думает об обеспечении через 3 поколения и более, внуков и правнуков. Неслучайно одна из первых книг этой тематики в нашей стране (Д.Л. Арманда) называлась «Нам и внукам» (М.: Мысль, 1966. 254 с.).

³¹² См. «Животное» и «человеческое...»

Другой аспект деятельности экологических **НПО**, опирающихся на самоорганизацию местных жителей – борьба с браконьерством, работающим на внешний рынок. Особенно с экспортом тропических экзотов (бабочек, рыбок, ящериц, птиц, обезьян) в страны Запада, где постоянно растёт спрос на «домашних питомцев». Понятное дело, их промышляют и местные, особенно если это традиционное занятие. Однако, как говорилось, «добыча для себя», пусть незаконная, всегда безопасней для эксплуатируемых видов, чем «на рынок».

В первом случае популяции подрываются лишь вследствие разрушения местообитаний, тогда как охотники и земледельцы, ведущие традиционный образ жизни, обычно их охраняют. После специального обучения экологами они это делают ещё лучше³¹³. Во втором он приходит быстро и неизбежно, особенно если дело организовано в международном масштабе: компании развитых стран держат скупщиков и заготовителей экзотических видов в бывших колониях, и имеют налаженный нелегальный транспорт.

Организованные местные жители могут противодействовать этому, или варварской заготовке древесины. Их правительства, наоборот, обычно зависимы от ТНК или полукриминального бизнеса, уничтожающего леса с их обитателями, почему не предпринимают ничего существенного в этой области. Или даже подавляют природоохранные движения, видя в них не только угрозу карману, но и политическую крамолу.

Поэтому главная задача **экологического образования** – разъяснение выгод перехода от конкурентного поведения к солидарному, социальных и экологических. Надо уметь показать, что во втором случае долговременный выигрыш каждого из участников *больше*, чем частный и краткосрочный в первом, при сохранении источника извлекаемой пользы – природы. Во втором же и выигрыш меньше при деградирующей природе, так что приходится нести расходы по её восстановлению или восполнению «экосистемных услуг» техническими средствами.

Уточнение деталей. Всякая проблема качества среды обитания человека, от регуляции её важных параметров (микроклимат, удаление загрязнений и пр.) до предотвращения стихийных бедствий, решается дешевле и лучше восстановлением природных сообществ с их «экосистемными услугами», чем инженерным путём. Так, для Вьетнама защита и посадка мангровых зарослей обходятся в \$1,1 млн./год, но в 7 раз больше экономится на содержании плотин. Коралловые рифы планеты приносят \$1,2 млн./га*год, преимущественно за счёт туризма, но, уменьшая силу штормов и других стихийных бедствий, каждый гектар рифов экономит \$34000/год. «Услуги» гектара саванн,

³¹³ См. лесопользователи Монголии борются с обезлесением, <http://www.fao.org/docrep/015/i2763r/i2763r16.pdf>

защищающих водные ресурсы и накапливающих углерод, стоят первые тысячи долларов, водно-болотных угодий по очистке загрязнённой воды – \$120000/год³¹⁴.

«Ключевая роль природной растительности, и в первую очередь лесов, в снижении длительности и высоты паводков является общепризнанной <>. В 1998-2005 гг. ливневые дожди вызвали затопление многих районов Европы, ... только в Альпах ущерб достиг \$2 млрд. Увеличение ущерба от наводнений в Европе за последнее десятилетие во многом является следствием уничтожения природных экосистем в результате канализации рек, осушения болот, сведения лесов, покрытия больших площадей асфальтом и другими твердыми материалами <>.

В США в бассейне р. Миссисипи прибрежные болота и заболоченные леса могли аккумулировать 60-дневный речной сток. Сейчас, после дренирования и осушения, они аккумулируют менее 12-дневного речного стока, функция регулирования стока сократилась на 80% <>. После большого наводнения в 1993 г. в США было показано, что вложение \$2–3 млрд. в восстановление 5,3 млн. га водно-болотных угодий и заболоченных лесов в верховьях рек Миссисипи и Миссури может предотвратить ущерб в \$16 млрд. в случае наводнения³¹⁵ (рис. 19 <>).

«Водно-болотные угодья, мангровые заросли и другая естественная растительность на морских побережьях является важным фактором, смягчающим воздействие ураганов, штормов и цунами. Ущерб, нанесенный Нью-Орлеану ураганом «Катрина» в 2005 г. мог быть существенно ниже, если бы были сохранены естественные водно-болотные угодья на побережье Мексиканского залива.

В 1990-е годы США начинали осуществление стратегии по предупреждению наводнений, которая включала восстановление водно-болотных угодий, однако в начале 2000-х годов федеральные инвестиции в меры по борьбе с наводнениями и восстановлению болот были сокращены. В период 1990–2000 годов темпы исчезновения болот в Луизиане составляли примерно 6 тыс. га в год, в результате чего густонаселенные районы оказались беззащитными перед сильным ветром, высокими волнами и поднятием уровня воды <>.



314
оказывае
315
в ПОСТКИ

де природа
есто России



Рис. 19. Большое наводнение (*Great Flood*) на р.Миссури, 30 июля 1993 г. Затоплены окрестности международного аэропорта и федеральной автострды 54 севернее Джефферсон-Сити, Миссури

Источник: Missouri Highway and Transportation Department, Missouri State, USA, <http://mo.water.usgs.gov/Reports/1993-Flood/>

Примечание. См. схему проектируемых охраняемых водно-болотных угодий на р. Миссури (The Lower Missouri River Wetland Reserve Enhancement Program, WREP)³¹⁶, сайт «Natural Resources Conservation Service, US Department of Agriculture», [ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NE/Outgoing/Technical/WREP/WREP fact sheet 2.pdf](ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NE/Outgoing/Technical/WREP/WREP_fact_sheet_2.pdf) Цит. по: Букварёва Е.Н., *ibid*.

По последним оценкам $\diamond$, утрата 1 га прибрежных водно-болотных угодий ведет к увеличению ущерба от штормов и ураганов в среднем на \$33 тыс., суммарная стоимость экосистемных услуг водно-болотных угодий США по защите от ураганов составляет \$23 млрд. в год.

Разрушение прибрежных экосистем существенно увеличило ущерб от цунами в Индийском океане в 2004 г. (Global Environment Outlook 4, 2007). В последние годы в ряде тропических стран введены в действие

³¹⁶ Её задачи: «предотвращение наводнений, улучшение качества воды, повышение рекреационной ценности территорий, сохранение местообитаний для птиц и других животных, предотвращение всплеск численности москитов, связанных с наводнениями, и тем самым предотвращение распространения болезней, переносчиками которых они являются».

программы по восстановлению мангровых зарослей в целях защиты побережья от ураганов³¹⁷».

Отсюда конечная цель **экологической политики** – изменения на уровне страны, региона и мира в целом, последовательно сужающие допустимость конкурентного поведения, и расширяющие спектр условий и социальных ситуаций, требующих солидарности. В том числе и за рамки капитализма; иначе не только природу не сохранишь, но и выживание нашего вида станет под вопросом³¹⁸.

Мы видели, что люди и организации в разных случаях выступают двояко: агентами разрушения дикой природы (либо среды обитания человека) или, напротив, её защитниками/восстановителями. Задача **экологического просвещения и пропаганды** – чтобы они реже оказывались в первой роли, и чаще во второй. И (главное) чтобы граждане и организации думали *всё более долгосрочно*, не только о собственных выгодах и проблемах, но минимум до «поколения внуков». Чтобы они, принимая решения, ориентировались на всё более долговременный выигрыш, всё лучше видели, что ориентация на краткосрочный – «лекарство, которое хуже болезни» – и бежали его. Без экологического образования в школе и взрослых эту задачу не решить. Если экополитика обеспечивает доступ к экологически значимой информации (слишком многим хозяйствующим субъектам выгодно её скрыть), просвещение делает её понятной, одолев в том числе естественные преграды на пути её восприятия.

Уточнение деталей. Я читал курс экологии города для студентов МНЭПУ, специализирующихся в области охраны природы. Каждый раз спрашиваешь новую группу: «Кто из вас озабочен экологической обстановкой в Москве?» Все тянут руки. Они действительно озабочены: о «плохой экологии» говорят много и часто. Дальше просишь взять листок и написать пять пунктов – какие конкретно факторы жизни в Москве напрягают Вас больше всего? (проранжировав: что неприятней всего, что во вторую очередь и пр.). Тут все пишут *только про социальные проблемы* – давку в транспорте, обилие бомжей в метро, грубость и беготню сограждан и пр. «Экологию» никто не вспоминает, разве что один–двое, ставшие волей случая Гринпис или Дружины охраны природы, напишут про уничтожение городских парков и загрязнение воздуха.

Что отсюда следует? Человек – существо социальное и политическое, его внимание заострено именно и только на социальные взаимодействия и общественные проблемы, проявляющиеся в контактах между людьми. Проблемы среды обитания (а тем более разрушения природы) люди упорно «не замечают» даже когда расплачиваются за это болезнями, неудобствами, ухудшением качества жизни – и поэтому не реагируют в деятельности.

³¹⁷ Букварёва Е.Н., *ibid.*, рис. 16–17. См. также Costanza R., Perez-Maqueo O., Martinez M.L. et al., 2008. The Value of Coastal Wetlands for Hurricane Protection// The Royal Swedish Academy of Sciences. V. 37. № 4. P. 241–248, http://www.seagrant.noaa.gov/Portals/0/Documents/what_we_do/social_science/ss_tools_reports/v alue_hurricane_protection.pdf

³¹⁸ См. «От толерантности – к солидарности», <http://www.socialcompas.com/2014/08/07/ot-tolerantnosti-k-solidarnosti/>

Хороший пример такой «слепоты»: реакция лондонцев на страшный смог 5-9 декабря 1952 г. Он ухудшал видимость, проникал в помещения, заставил носить маски, но горожан это не обеспокоило. Его губительность обнаружилась *a posteriori* – когда медики посчитали число смертей среди сердечных больных, стариков и др. уязвимых групп. Иными словами, без специальных знаний люди «слепы» к негативным изменениям экологической ситуации, даже к представляющим прямую угрозу им лично (а тем более к угрожающим биосфере). Здесь уместно сравнение с нечувствительностью к воздействию радиации, см. во Введении про скрытые опасности и неочевидные последствия действующих факторов как самое интересное в охране природы.

Для начала обязательно нужно учить в младших классах обращать внимание на природу вокруг, чтобы возможность контакта с её компонентами (хотя бы в городском парке) стала такой же составляющей городской цивилизации, как некогда горячая вода, канализация и телефон. Отдельный вопрос – как научить городских детей отслеживать разнообразие травок, птиц, другой биоты так же внимательно, как ими отслеживается разнообразие марок машин, типы домов и других компонентов урбосреды среды. К разнообразию природной среды они «слепнут» уже в первых трёх классах школы.

9. Природопользование как генератор мозаики нарушений, требующих ограничения и репарации

Необходимость охраны природы (и экологической устойчивости) вытекает из требования помимо истощительного использования биоресурсов предотвращать и деградацию природных сообществ (ландшафтов) от мозаики нарушений, созданной в этом процессе. Помимо мест добычи (переработки) ресурсов, это места «размещения» отходов жизнедеятельности людей и промышленного производства; там природа страдает вдвойне и втройне.

Так, рекреация – мощный фактор антропогенной трансформации природных сообществ, формирующая характерную пространственную картину нарушений (дорожно-тропиночная сеть³¹⁹). Или зола, удаляемая из топок ТЭС водным способом, по пульпопроводу сбрасывается в пруды-отстойники; намытыми зологрунтами покрываются значительные площади, а природный ландшафт вокруг них деградирует³²⁰.

Все формы природопользования, от добычи сырья и стройматериалов до массового отдыха горожан, создают и поддерживают свои специфические мозаики нарушений. Их умеренное развитие даже благоприятно для «диких» видов, чрезмерное – ведёт к их исчезновению и деградации экосистем. Так, многие краснокнижные виды растений

³¹⁹ См. Чижова В.П., 2011. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена. 176 с.; Насимович Ю.А. Исследования дорожно-тропиночной сети в рекреационных лесах Подмосковья, <http://naturschutz.livejournal.com/17872.html>; Забелина Н.М., 2011. Сохранение биоразнообразия в национальном парке. Смоленск: Ойкумена. 176 с.

³²⁰ См. Королёв В.А., 1996. Современные проблемы экологической геологии// Соросовский образовательный журнал. № 4.

хорошо себя чувствуют при умеренном нарушении (в том числе на «островах» природных ландшафтов внутри города), исчезая при его ликвидации (рис. 20). В том числе вследствие эффективной охраны; О.В. Смирновой показано, как биоразнообразие теряется при создании заповедников и иных типов ООПТ³²¹.

Как пишет А.Б. Чхобадзе, «ряд т.н. реликтовых растений осваивает замещающие местообитания, как правило, техногенные. Есть коллизия в оценке статуса редкости и мер по охране. Плюс вообще возникает вопрос об истинной и ложной реликтовости»³²². Увы, в отличие от зоологов ботаники почти не исследовали переход «диких» видов в антропогенные местообитания (включая городские).

³²¹ См. Смирнова О.В. Теоретические основы..., op.cit.

³²² См. Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А., 2013. *Lycopodiella inundata* и *Selaginella selaginoides* в Вологодской области // Бот. журнал. Т. 98. № 4. С. 515–532; Быченко Т.М., 2006. Разнообразие жизненных форм и особенности вегетативного размножения орхидных Прибайкалья // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы: Матер. межд. конф., посвящ. 200-летию Казан. бот. школы (23–27 января 2006). Казань, 2006. С. 153–157. Другой пример – в последние 20 лет «возвращаются в Москву» (и рекреационные леса ближних пригородов) «краснокнижные» орхидные: дремлик широколистственный *Epipactis latifolia* и болотный *E. palustris*, тайник овальный *Listera ovata*, пальчатокоренник балтийский *Dactylorhiza baltica* и любка двулистная *Platanthera bifolia*. Причём «возвращаются» они во вполне антропогенные биотопы. Так, массовое произрастание дремлика болотного, тайника, ряда видов пальчатокоренников (преимущественно балтийского) и любки с 2010-х гг. находится на просеке ЛЭП, пересекающей московскую часть «Лосино острова».



Рис. 20. 1. Подлесник европейский *Sanicula europaea*



Рис. 20. 2. Истод большой *Polygala major*



Рис. 20. 3. Тайник овальный *Listera ovata*



Рис. 20. 4. Пальчатокоренник балтийский *Dactylorhiza baltica*



5. Дремлик болотный *Epipactis palustris*

Рис. 20. Виды Красной Книги г.Москвы, предпочитающие умеренное нарушение и исчезающие с его прекращением. Фото автора.

Добыча полезных ископаемых создаёт крупные «шрамы нарушений» – выемки и карьеры, постепенно зарастающие, заполняющиеся водой и т.п.³²³ Их грамотные рекультивация и экообустройство обращают нарушенный ландшафт в его противоположность – техногенные аналоги околотовных и/или лесных местообитаний, с высоким уровнем биоразнообразия³²⁴.

Для сохранения биоразнообразия на изменённых территориях (занявших уже более половины суши), человек должен, с одной стороны, производить нарушения, поддерживая их мозаику. С другой – контролировать этот процесс, сдерживать его рамками оптимальной нарушенности (см. рис. 4, верный для уровня биоразнообразия так же, как для промысла). Сети «пятен» экзогенных нарушений нельзя позволять «расти», блокируя запуск «контуров разрушения» и пр., см. лекцию 1.4.

Под природопользованием понимается любая эксплуатация дикой природы, экосистем и ландшафта «к нашей выгоде», не только в ресурсных, но и в рекреационно-оздоровительных целях. Самая радикальная форма последней – урбанизация территории. Здесь исходный ландшафт трансформирован максимально: высоты срезаны, низины засыпаны, большинство водотоков спрятаны под землю и пр. (рис. 21).

Рукотворные ландшафты (от многолетних садов и усадебных парков до городов³²⁵) увеличивают эффективность хозяйствования, за что «платим» необходимостью постоянной работы для сохранения продуктивности, предотвращения деградации искусственного состояния и т.п. Без этого культивируемые фитоценозы неустойчивы, в противоположность поразительной способности естественной и почти естественной растительности к регенерации.

Пример. «На Ротамстедской экспериментальной станции в Англии был поставлен специальный опыт на заброшенном участке пашни (Broadbalk, Wilderness). Сотрудники станции решили выяснить, что произойдёт с посевом пшеницы, если прекратить всякое вмешательство человека; не собирать урожай, не применять никакой агротехники. Для этого участок площадью 0,4 га, на котором ранее в течение 38 лет ежегодно собирали урожай пшеницы, в 1882 г. был отгорожен колючей проволокой, причём последний урожай не был снят. Ни люди, ни скот на участок не допускались; сюда лишь залетали птицы.

Через 4 года сорняки вытеснили пшеницу. За ограждением можно было заметить лишь немного чахлах экземпляров этой культуры, но в течение следующих двух лет и они

³²³ См. «Самый красивый в мире рукотворный ландшафт», <http://deletant.livejournal.com/156493.html>

³²⁴ Формирование мозаики нарушений, аналогичных природным по пространственному паттерну и временной динамике – необходимый момент в появлении техногенных аналогов разрушающихся природных местообитаний. Это максимизирует их привлекательность для «диких» видов фауны и флоры. См. сноски 60, 77 и «Про восстановление доагрикультурного лесного покрова», <http://wolf-kitses.livejournal.com/269689.html>

³²⁵ См. Мильков Ф.Н., 1978. Рукотворные ландшафты. М.: Мысль. 86 с.

исчезли. Затем на участке стали появляться кустарники и всходы деревьев. Тогда участок разделили пополам: одну половину оставили нетронутой, другую периодически расчищали от кустарников и подроста деревьев. Впоследствии часть расчищаемой площади отвели под пастбище для овец.

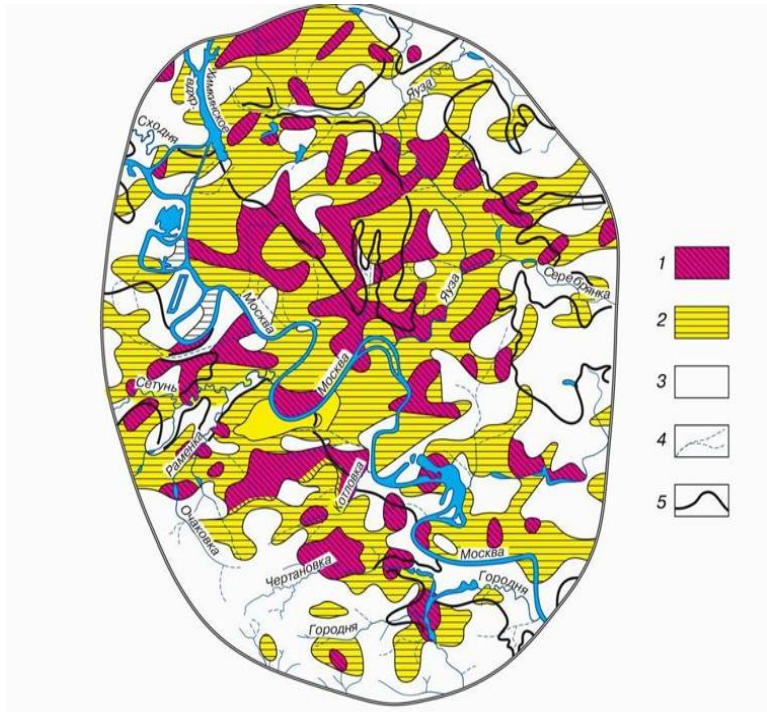


Рис. 21. Город как максимальная степень трансформации ландшафта («вторая природа»)

Обозначения. Техногенная изменённость рельефа на территории г.Москвы. 1. – Сильная (изменены абсолютные отметки, глубина расчленения более 3 м/км², засыпана гидросеть). 2 – Частично изменённый, 3 – Практически неизменённый, 4 – Утраченная гидросеть. 5 – Границы долинного комплекса.

Источник. В.А.Королёв, 1996., ibid.

По истечении 80 лет облик заброшенного пшеничного поля коренным образом изменился. На заповедном участке сформировался лес из *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *A.campestre* с *Crataegus oxyacantha* в подлеске. В тенистых местах растёт *Hedera helix*, а на прогалинах – *Mercurialis perennis*, *Rubus fruticosus*, *Viola sp.* Таким образом, на месте заброшенного пшеничного поля спонтанно сформировалась растительность, близкая к характерному для этой территории климатическому типу широколиственных лесов.

Многим ботаникам и лесоведам известна знаменитая Линдуловская лиственничная роща на Карельском перешейке близ Ленинграда – старинная культура лиственницы, заложенная ещё в 1738 г. Она окружена еловыми лесами. После формирования лиственничного древостоя под пологом лиственницы стала постепенно внедряться ель,

образовавшая второй ярус и изобилирующая в подросте. Возобновление лиственницы под пологом не происходит. В связи с появлением ели прежде разнообразный по видовому составу покров из светолюбивых трав стал обедняться, в нём получили преобладание *Vaccinium myrtillus*, *Oxalis acetosella* и другие таёжные кустарнички и травы, образовался моховой покров (наблюдения автора). Нетрудно предвидеть, что, после того как отомрёт поколение вековых лиственниц, здесь сформируется ельник-черничник – климаксовое растительное сообщество в местных условиях.

На юге Франции, близ Монпелье, более 150 лет назад был создан парк. В нём были посажены пинии *Pinus pinea* и другие декоративные деревья; одновременно были высажены кустарники для формирования подлеска. Вмешательство человека в жизнь парка было прекращено в 1933 г., и в дальнейшем растительность развивалась естественным путём. В течение 30 лет на участке появилось немало спонтанных растений, из них некоторые (*Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus*, *Asparagus acutifolius* и др.) проявили высокую конкурентную способность. Элементы лесной растительности заняли в парке те места, которые вообще были лишены растительного покрова. Прежде *Quercus ilex* был представлен всего лишь одним неплодоносящим деревом, теперь его насчитывается 49 экз. разного возраста. Появился ранее отсутствовавший здесь *Quercus pubescens*. В заброшенный парк часто прилетают птицы, что способствует внедрению орнитохорных видов. Роль спонтанных видов, характерных для лесов окрестностей Монпелье, неуклонно возрастает. В настоящее время растительность парка представляет собой начальную стадию формирования дубового леса из *Quercus ilex* с рядом свойственных ему кустарников и трав (*Phyllirea media*, *Viburnum tinus*, *Rhamnus alaternus*, *Asparagus acutifolius*, *Carex distachya*, *Ruscus aculeatus*, *Rubia peregrina* и др.) Этот комплекс очень близок к естественному флористическому комплексу сообществ *Quercus ilex*. Можно предвидеть, что по мере отмирания пинии господство в древесном ярусе приобретёт *Quercus ilex* и здесь сформируется дубовый лес средиземноморского типа, характерный для естественной растительности этого региона.

Известны случаи гибели заброшенных полезащитных полос (например, в Оренбургской обл.), созданных в конце 1940-х – начале 1950-х годов текущего столетия. Хорошо известно, что плодовый сад, оставленный без ухода, гибнет через 10–15 лет.

Можно было бы привести ещё много примеров, показывающих, что культурные фитоценозы существуют только при условии постоянного ухода за ними (внесение удобрений, борьба с сорняками, вредителями и т.п.), они требуют огромной затраты средств и сил на поддержание их состава и структуры, не способны противостоять внедрению других видов. Культивируемые растительные сообщества иногда по своей продуктивности превосходят естественные. Пшеничное поле даёт больше биомассы, чем целинная степь, на месте которой оно создано, плантации сахарного тростника – больше, чем естественные заросли *Phragmites communis*, некоторые лесные культуры – больше, чем естественные леса.

Однако эффект высокой продуктивности культивируемых фитоценозов кратковременен, а поддержание такого уровня сопряжено с трудоёмкой агротехникой. В большинстве случаев культурные сообщества представлены монокультурами, а последние, как известно, вызывают истощение почвы. Теории создания устойчивых самовозобновляющихся культурных фитоценозов ещё, в сущности, нет³²⁶».

Напротив, при ограничении посещаемости и пресечении застройки леса ближнего Подмосковья, сильно нарушенные рекреацией, восстанавливаются, приобретая таёжный облик. Чернобыльская зона отчуждения после прекращения хозяйственной деятельности стала своего рода заповедником, где «краснокнижные» виды (рысь, чёрный аист,

³²⁶ Горчаковский П.Л., ibid. С. 124–126.

неясыти бородастая и длиннохвостая, большой подорлик и пр.) восстановили численность, и начали расселяться окрест³²⁷.

Подчеркну: всякая эксплуатация природных ландшафтов «развивает» мозаику нарушений на территории, много большей её зоны влияния (рис. 4). Традиционные таёжные промыслы (охота аборигенных народов, сбор ягод и грибов, подсочка сосны) на первый взгляд вообще не влияют. Это неверно: даже здесь лес покрыт сетью тропинок-путиков, в ловушках, оставшихся непроверенными, гибнут животные (включая нецелевые виды³²⁸), охотники ставят избушки, частота посещений массива пропорциональна риску возникновения пожара. Ослабленные подсочкой стволы легче заселяются короедами и другими стволовыми вредителями, превращаясь в очаг их распространения и т.д.

Пример. «Выше уже было сказано о появлении в деревьях большого количества лаек и беспородных собак, приученных к охоте за белкой [в 1900–1910-х гг. – *Авт.*]. Большинство их гораздо лучше, чем белок, отыскивало и облаивало выводки глухарей. Всю осень в лесу гремели выстрелы. Известно, что молодые глухари очень смиры и хорошо выдерживают облаивание собакой, чем облегчают охоту даже неопытному стрелку. Выводки глухарей

³²⁷ См. Константинов В.М., Бабенко В.Г., Лебедев И.Г., 1998. Состояние и перспективы сохранения лесного орнитологического комплекса и редких видов птиц в ближайшем Подмосковье// Редкие птицы центра Европейской части России. Матер. совещ. М.: МПГУ. С. 83–85.; также результаты исследования диких животных чернобыльской зоны в 2014 г., <http://chernobyl.in.ua/chernobylskie-trofei.html>; Домашевский С.В., Гацак С.П., Чижевский И.В., 2012. Дневные хищные птицы и совы Чернобыльской зоны отчуждения// Беркут. Т. 21. Вип. 1–2. С. 64–81; «Радиационные заповедники», http://w3.rfbr.ru/default.asp?doc_id=5796

³²⁸ При нынешней интенсивности промысла гибель нецелевых видов (морских черепах, водоплавающих птиц и пр.) настолько часта, что чувствительно сокращает их популяции, в ряде случаев ведя к вымиранию. Так, дрейфтерные сети характеризуются наибольшими приловом высших позвоночных животных – птиц и зверей, не являющихся объектами промысла.

«В проконтролированных наблюдателями сетях японских рыбаков общей длиной более 100 тыс. км было обнаружено 183646 морских птиц 31 вида. Большинство из них принадлежали к семействам чистиковые и буревестниковые. Печальная статистика японского дрейфтерного промысла в наших водах такова: 32,1 % всех погибших птиц составляли буревестники (в основном тонкокловый), 28,3 % – кайры (в основном толстокловая), 19,3 % – топорок, 11,4 % – большая конюга, 5,7 % – глупыш и 1,2 % – ипатка. В среднем за год в дрейфтерных сетях японского флота погибает более 94 тыс. птиц, в том числе 32,5 тыс. тонкокловых буревестников, 23,3 тыс. толстокловых кайр, 15,3 тыс. топорков, 12,7 тыс. больших конюг и 5,7 тыс. глупышей.

Показатели смертности морских птиц в сетях российских рыбаков не менее впечатляющие: суммарная гибель птиц составляет в среднем 46 тыс. особей в год, среди которых на первом месте – буревестники (16,0 тыс.), за ними топорок (13,2 тыс.), кайры (8,4 тыс.), большая конюга (3,2 тыс.) и глупыш (2,4 тыс.)). См. «Дрейфтерные сети: смертоносная статистика и перспективы», http://birdsrussia.ru/about/articles/driftternyy-promysel-smertonosnaya-statistika-i-perspektivy/?sphrase_id=140

Ежегодно в сетях гибнут примерно 4600 морских черепах; в основном в Мексиканском заливе при ловле креветок тралом. См. Эльвира Кошкина. Новые рыболовные сети сохраняют жизнь черепахам, <http://science.compulenta.ru/634479/>

истребляли полностью, не упуская и глухарок. Обстановка ещё более обострялась во время белковья, когда на промысел выходили все имеющие ружьё и собаку.

К концу октября молодые глухари становятся более рослыми и крепкими на рану, поэтому при стрельбе по ним из плохоньких ружей во время белковья, как правило, накапливалось много раненых птиц, улетавших от охотника и погибавших в лесу. Я дважды находил убитых глухарей, упавших на отаву лесной пожни под канонаду первых дней белковья у д. Яковлево.

С каждым годом глухарей становилось всё меньше, но решающий для них период наступил, когда во всех борах и суборах [Приветлужья] началась «подсочка» – добывание живицы из зрелых сосен. Жители Киселёва и Яковлева с неприязнью рассказывали мне, что в местах массовой подсочки не остаётся ни одной нетронутой сосны; весь лес вытоптан, так как сборщики живицы постоянно ходят от дерева к дереву. Кроме того, сбор живицы начинали с ранней весны и захватывали, таким образом, весь период гнездования глухарей. В результате все гнёзда глухарей разорялись.

В эти же годы увеличилось количество дорог и усилился наплыв рабочих из Харьковщины, Тамбовщины и других районов. Он ст. Якшанга до Яковлева и Панина появилась новая узкоколейка. Широкое использование леса с привлечением людей со стороны способствовало быстрому уничтожению глухариних угодий и самих глухарей. Уже в 1951 году, когда А.И. Зайцев пошёл осенью за глухарями со своей отличной лайкой, он нашёл и убил только одного глухаря. В Яковлеве, где глухари всегда были вблизи деревни, они тоже полностью исчезли³²⁹»

Мозаика нарушений наиболее развита вокруг крупных городов³³⁰. В отличие от сельских поселений они

а) требуют интенсивной добычи ресурсов, от стройматериалов и топлива до продуктов питания, на обширной периферии, составляющей их зону влияния (как раньше писали, «уезд этого города»),

б) рост городов «экспортирует» нарушения внутрь их зоны влияния, через развитие сети дорог и других коммуникаций, «пятна» садовых участков, пожаров, свалок и других нарушений в местах массового отдыха и пр. (рис. 22). Кроме них, городской регион покрывается «шрамами» карьеров по добыче камня, песка, гравия, глин, и пр. стройматериалов.

Пример. Распространённые в Подмоскowie карбонатные породы – известняки и доломиты каменноугольного возраста «известны в качестве строительного и облицовочного материала в Москве с XIV века, что привело к тому, что столицу Русского государства называли «белокаменной». Наиболее известны месторождения Мячковское, Коробчевское, Пушкинское, Городищевское, Домодедовско-Подольское, Щуровское и Тучковской группы. Всего их в области выявлено около 30. На них карьерным способом добываются не только плотные разновидности, идущие на изготовление облицовочных плиток и тёсаных блоков, но и каменный материал для получения строительного щебня, цементного сырья, металлургических флюсов, для стекловарения, производства извести и т.п....

³²⁹ Формозов А.Н., 1976, *ibid.* С. 186–187.

³³⁰ См. Карпачевский М.Л., Зенкевич Ю.Э., Аксенов Д.Е. и др., 2009. Природа Подмоскowie: утраты за 1992– 2008 гг. и современные угрозы. Фрагмент карты масштаба 1: 850000, http://www.biodiversity.ru/publications/books/forest/MO_poster_92-08.pdf Нарушения: красным – вырубка лесов, гари, погибшие древостой; фиолетовым – застройка лесных участков, оранжевым – застройка открытых пространств, строительство объектов инфраструктуры.

В Подмоскowie известно более сотни месторождений глинистого сырья (глины и покровные суглинки), приуроченных к осадочным образованиям от верхнего карбона до антропогена включительно. В зависимости от качества они и находят своё применение. Наиболее ценными являются тугоплавкие гжельско-кудиновские глины верхнекарбонного и юрского возрастов, которые используют для приготовления керамики и фарфора (Гжельский керамический завод, Дулёвская фабрика). Месторождения их известны в Раменском (п. Гжель-Кудиново), Орехово-Зуевском, Можайском (у с.Поздняково и с.Горетово) и в других районах...

По разведанным запасам песков Московская область занимает ведущее место в стране – здесь известно более 200 месторождений песка и гравия. Песок и гравий имеют важное значение в автодорожном строительстве, приготовлении строительных растворов и бетона. Для этих целей используются гравийно-песчаные залежи ледникового и аллювиального происхождения. Они сосредоточены в основном на Клинско-Дмитровской гряде (Мансуровский, Сычёвский карьеры).

...Предприятия, добывающие полезные ископаемые, и горнообогатительные комбинаты занимают в Подмоскowie значительную площадь – 300 км². Ежегодно из карьеров перемещается 48 млн.т. грунта. При подготовке карьеров вырубаются леса, захватываются сельхозугодья, проводятся водопонижающие и мелиоративные работы. Вследствие добычи ископаемых в области возникло более 300 карьеров, из которых 90 – крупные, влияющие на геологические и геоморфологические процессы. В районах разработок сильно меняются гидробиологический и водный режимы, уничтожается почвенный и растительный покров, беднеет флористический и фаунистический состав, активизируется эрозия почв. Наиболее негативно на среду влияет добыча фосфоритов, доломитов, песчано-гравийного материала.³³¹»



Рис. 22. Стихийные свалки в местах массового отдыха (ст.Подосинки Казанской ж/д, массив входит в рекреационную зону г.Куровская). *Фото автора.*

³³¹ Волгин А.В., Добродеев О.П., Zubov В.И., Иноземцев А.А., Матвеев Н.П. и др., 1998. Очерки экологии Подмоскowie. Учебное пособие. Под ред. В.И.Зубова. М.: МПГУ. С. 16, 160.

Другой пример – знаменитый «невский гранит», облицовывающий петербургские набережные, добывается в финских шхерах на значительном расстоянии от самого города (рис. 23).

Нарушения, связанные с переполнением стоков, происходят независимо от того, выбрасываются в природную среду собственно отходы производства или же «человеческий материал», на нём отработавший и нуждающийся в естественных экосистемах для восстановления сил. С развитием крупных городов выяснилось: их «скальный ландшафт», загрязнённый воздух и экстремальный климат плохо подходят для постоянного пребывания людей.



Рис. 23. Мозаика антропогенных нарушений в зоне влияния города, связанная с застройкой и развитием последнего

Источник: Булах А.Г., 2001. Камни, среди которых живут горожане// Соросовский образовательный журнал. № 9.

Качественный труд горожан, а тем более здоровье их потомства настоятельно требуют рекреации – как минимум еженедельного отдыха на природе³³². Что люди стихийно чувствуют: уже в 1970–1980-х гг. в

³³² См. «Климатогенная роль городского озеленения», <http://wolf-kitses.livejournal.com/327745.html>; «Про климатогенную роль растительности», <http://novostinauki.ru/news/32480/>; «Роль городского озеленения в формировании благоприятного микроклимата», <http://naturschutz.livejournal.com/24602.html>; Александр Березин. «Способность зелёных насаждений очищать воздух городов многократно недооценивается», <http://naturschutz.livejournal.com/29213.html>

СССР зафиксирована линейная связь между людностью города и продолжительностью пребывания горожан на природе (человеко-часов в год). Она же отмечена в урбанизированных регионах большинства развитых стран Европы и Северной Америки³³³.

Для природных сообществ это оборачивается развитием сети нарушений, сравнимой с созданной выносом загрязнений из города, но размещённой в пространстве иначе (рис. 24, 25). Так, рис. 24 показывает «ленты» повышенной рекреационной нагрузки по долинам рек, вызванные наплывом отдыхающих из Москвы. Это важнейший фактор деградации естественных водно-болотных местообитаний ближних пригородов, побуждающий водоплавающих и околоводных птиц переселяться в их техногенные аналоги – на пруды рыбхозов, поля фильтрации и пр.

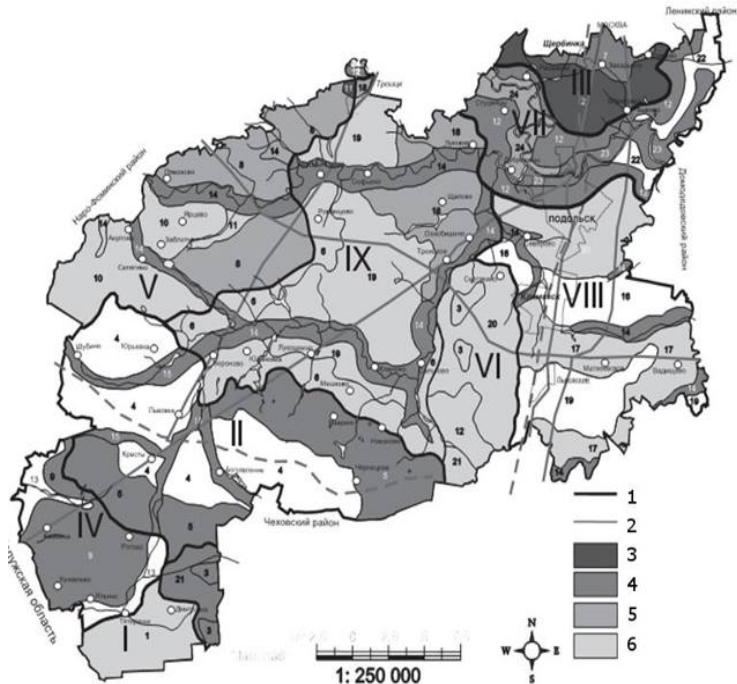
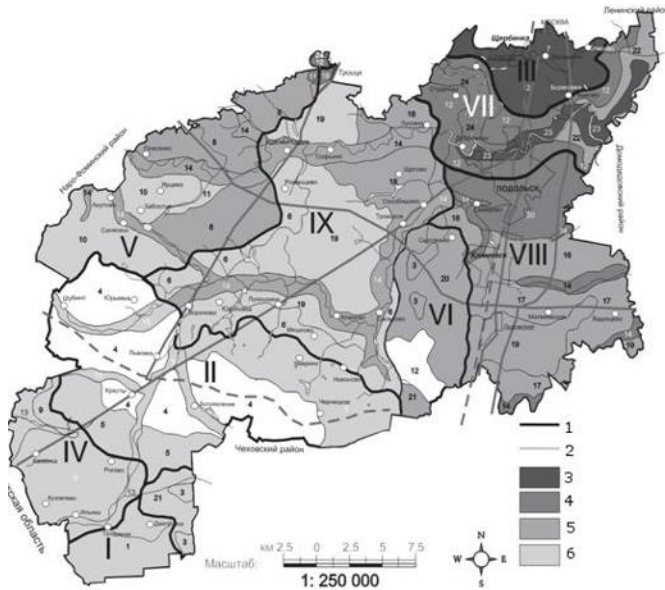


Рис. 24. 1. Рекреационная освоенность территории Подольского района Московской области

³³³ Яницкий О.Н., 1987. Экологическая перспектива города. М.: Мысль. 278 с.



2. Суммарное антропогенное воздействие на территорию района

Рис. 24. Уровень рекреационной нагрузки в разных типах ландшафта в ближних пригородах (Подольский район Московской области)

Обозначения: легенда сверху вниз: границы ландшафтов, границы местностей, уровень рекреационной освоенности территории/суммарное антропогенное воздействие: очень сильное, сильное, среднее, слабое и очень слабое. I–IX – Ландшафты: Лопаснинский, Крестовский, Москворецко-Битцевский, Средненарский, Апрелевско-Кунцевский, Чеховский, Пахринский, Климовский, Моча-Пахринский.

Источник. Очагов Д.М., Коротков В.Н.(ред.). 2001. Природа Подольского края. М.: ЛЕСАрт. С. 181–182.

Вынос загрязнений из города воздушными и водными потоками вызывает разнообразные нарушения естественных экосистем в десятках – первых сотнях км вокруг (рис. 25), от снижения продуктивности до накопления тяжёлых металлов. Историческая динамика последнего видна по отложениям тяжёлых металлов и некоторых других загрязнений в последовательных слоях торфяников. Так, в дальнем Подмоскowie (Шатурторф, Талдом) значительные концентрации тяжёлых металлов появляются уже в слоях, отложенных в XIV веке, когда Москва стала крупным центром. Хотя примитивная индустрия средневекового города воздействовала лишь на него самоё, он часто горел (до десятка крупных пожаров в столетие, когда выгорал целиком), и дымы разносили загрязнения на значительные расстояния.

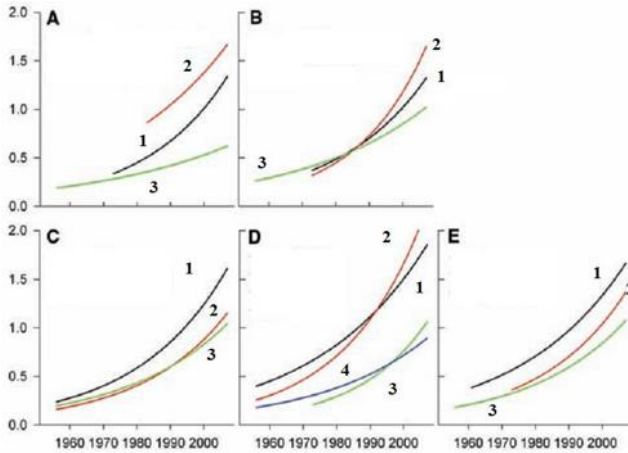
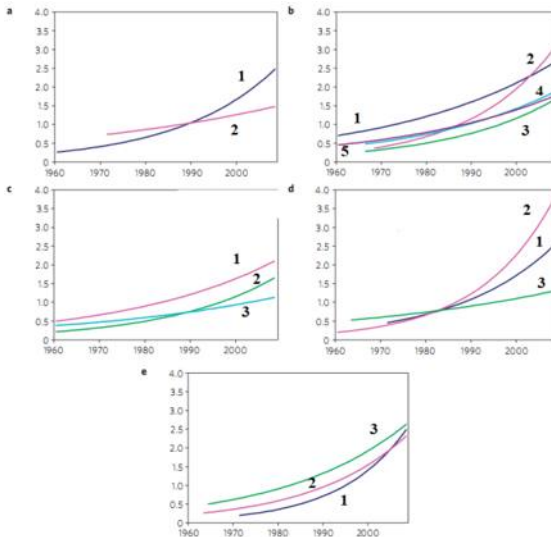


Рис. 25. 1. Запад США. Моделируемые тенденции изменения смертности деревьев: **а)** по регионам, **б)** по высоте над уровнем моря, **с)** по диаметру ствола, **д)** по видам деревьев, **е)** по частоте пожаров

Обозначения. **A.** 1 – Северо-запад Тихоокеанского побережья, 2 – Калифорния, 3 – внутренние районы США. **B.** 1 – < 1000 м.н.у.м., 2 – 1000–2000, 3 – >2000. **C.** 1 – <15 см, 2 – 15–40 см, 3 – > 40 см. **D.** 1 – *Abies*, 2 – *Pinus*, 3 – *Tsuga*, 4 – другие. **E.** 1 – <25 лет, 2 – 25–250 лет, 3 – >250 лет



2. Бореальные леса Канады. **а)** районы страны, **б)** виды деревьев, **с)** классы диаметра ствола, **д)** высота н.у.м., **е)** географическая широта

Обозначения. **а.** 1 – Запад США, 2 – Восток США. **б.** 1 – Американская осина *Populus tremuloides*, 2 – сосна Банкса *Pinus banksiana*, 3 – чёрная ель *Picea mariana*, 4 – белая ель

Picea glauca, 5 – другие виды. с. 1 – <10 см, 2 – 10–15 см, 3 – >15 см. d. 1 – <500 м.н.у.м., 2 – 500–1200, 3 – > 1200. е. 1 – <51⁰ с.ш., 2 – 51–54⁰, 3 >54⁰.

Рис. 25. Рост смертности деревьев от загрязнений, выносимых воздушными массами из города, и учащения пожаров, вызванных рекреацией

Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Смертность, % стволов в год.

Источники: 1. Phillip J. van Mantgem, Nathan L. Stephenson, John C. Byrne, Lori D. Daniels, Jerry F. Franklin, et al., 2009. Widespread Increase of Tree Mortality Rates in the Western United States// Science. 23 January. V. 323. P. 521–523; 2. Changhui Peng, Zhihai Ma, Xiangdong Lei, Qian Zhu, Huai Chen, Weifeng Wang, Shirong Liu, Weizhong Li, Xiuqin Fang, Xiaolu Zhou, 2011. A drought-induced pervasive increase in tree mortality across Canada's boreal forests// Nature Climate Change. V. 1. Published online: 20 November 2011. doi: 10.1038/nclimate1293

Уточнение деталей. «Недостаток минеральных веществ в жидких атмосферных осадках сфагновые мхи компенсируют атмосферной пылью, которая растворяется в кислых выделениях мхов. Важно также, что как очень древние растения, мхи имеют безбарьерный тип поглощения элементов, то есть обладают низкой избирательной способностью при поглощении элементов из окружающей среды. Поэтому мхи поглощают то, что выпадает на верховые болота из атмосферы, а то, что не успевает поглотиться растениями, попадает в нижележащий слой торфа и прочно закрепляется в нём. Это происходит за счёт исключительно большой сорбционной способности торфа. Его удельная поверхность достигает 200 м²/кг. Кроме того, над болотами воздух круглый год несколько холоднее, чем над окружающими лесными массивами.

Торф Подмосковья накапливается практически непрерывно последние 10000 лет со времени окончания последней ледниковой эпохи. Важно также то, что торф – прекрасный материал для определения возраста слоёв палеоботаническим и углеродным методами. Всё отмеченное выше позволяет использовать торф верховых болот в геохимическом мониторинге атмосферы.

Предпринятое нами изучение многих колонок торфа из разных районов, в том числе и из подмосковной Мещеры, показало, что минимальное содержание зольных элементов, в том числе свинца, меди, цинка и др. находится в слоях торфа глубже 1,5 м от поверхности. Эти слои образовались более 1500 лет назад. Низкие концентрации минеральных веществ, практически одинаковые для одних и тех же элементов в разных районах, позволяют считать это отражением общего низкого уровня загрязнения атмосферы того времени, отвечающего природному геохимическому фону. Расчёты показывают, что скорость поступления свинца на болота из атмосферы составляла всего 0,01–0,5 мг/м², тогда как в настоящее время она составляет 10–40 мг/м².

В слоях торфа, образовавшихся в последние 1500 лет, во всех разрезах торфа Русской равнины отмечается сначала медленный, а в более молодых слоях – более интенсивный рост содержания зольных элементов. Поскольку водный режим изученных болот в это время не менялся, можно считать, что эта особенность связана с ростом запылённости атмосферы. Последняя, очевидно, определялась миграцией орд кочевников в более южной лесостепной зоне и экспансией земледельческих племён с юга в лесную зону. При подсечно-огневой системе земледелия атмосфера загрязнялась золой растительности и почвенной пылью. Содержание последней возрастало с расширением площадей пашни. Последующее развитие горнорудной промышленности, выплавка и обработка металлов ещё больше усиливали поступление многих металлов в атмосферу. Особенно возросло поступление техногенных веществ в атмосферу в XIX веке, когда каменный уголь в большом количестве стал сжигаться в печах заводов и в топках транспортных средств. В золе каменного угля особенно высока концентрация многих металлов.

Общая интенсификация техногенных процессов в XX веке, особенно во второй его половине, вызвала небывалые ранее масштабы загрязнения атмосферы. Вся эта история загрязнения атмосферы и была записана в соответствующих по возрасту слоях торфа

верховых болот. Например, концентрация свинца в верхних горизонтах торфа по сравнению с природным фоном, зафиксированным в более глубоких его слоях, возросла в 20–30 раз. В удалённых от источников техногенного загрязнения торфяниках Нижней Печоры концентрация возросла только в 1,5 раза, а в торфяниках Нижнего Енисея она вообще не обнаружена. Примечательно, что рост загрязнения обнаружен в болотах так называемых «фоновых» территорий, удалённых от современных источников техногенного загрязнения на десятки километров³³⁴».

Другой пример: в крупных южных городах с интенсивным движением автотранспорта, летом, когда жарко и солнечно, возникает фотохимический смог – едкая сизая дымка с повышенной концентрацией озона, перекисей и свободных радикалов. С ростом интенсивности трафика и/или температуры, ускоряющих смогообразующие фотохимические реакции, она вырывается из города и распространяется на с/х посевы поблизости, отчего те болеют и гибнут. Выносу загрязнений городских дорог и жилых кварталов на ближайшие водоёмы, луга, лесные массивы способствуют городские бризы, развивающиеся в местах, где дорожная сеть и застройка мозаично перемешаны с водоёмами и пятнами природных или сельскохозяйственных ландшафтов³³⁵.

Отсюда естественен вывод о необходимой стратегии природоохраны. Если человек эксплуатирует природные территории, снимая «урожай» в виде какого-либо сырья (или «полезных услуг») – при размещении отходов в природных сообществах), создавая специфические мозаики нарушений, то миссия природоохраны состоит в том, чтобы сдерживать разрастание этих мозаик и в каждом отдельном случае не дать им переходить предел, за которым начнётся необратимое истощение ресурса, чтобы не пришлось запрещать добычу.

Подобное «сдерживание энергии» природопользователей даёт возможность долговременно-устойчивого использования ресурсов территорий, будь то отдельные локальности или вся планета. Напротив, «практический» природопользовательский интерес, ориентированный на максимальную выгоду (особенно сегодня, когда он подогрет рыночными стимулами и подстёгнут научно-техническим прогрессом, совершенствующим орудия эксплуатации) непрактичен и даже вреден, ибо в долговременном плане ведёт к деградации природной территории. Последняя «обходится вдвое дороже» – приходится запрещать эксплуатацию вовсе, и вкладываться в восстановление разрушенных экосистем. Как осуществить вышесказанное в каждом конкретном случае, см. лекции 2–3.

³³⁴ Очерки экологии Подмоскovie, *ibid.* С. 37–38.

³³⁵ *Стойберг Ф.В.*, 2000. Экология города (урбоэкология). Киев: изд-во «Либра».

Лекция 2. Мировая динамика и устойчивое развитие

Краткое содержание. Концепция пределов роста (limits to the growth) в момент появления (1972 г.) и 30 лет спустя. Модель World 3-91 Денниса и Донеллы Медоуз: устройство, моделируемые сценарии развития, точность и адекватность прогнозов. Параллель с S-образной моделью роста популяции. Связь идеи устойчивого развития (1987 г.) с преодолением выхода за пределы, начавшегося в эти годы. Правила экологической устойчивости территорий и их выполнение. Механизмы кризисного и устойчивого развития, устанавливаемые моделью, их соответствие реальности. Экономия на регенерационных вложениях и социализация рисков как наиболее общая, и накопление загрязнений в системе быстрее, чем их успевают очищать как конкретная причины развития кризиса и коллапса.

1. Пределы роста» и рождение «устойчивого развития»

Три варианта модели пределов роста (World3³³⁶, World3-91 и World3-2000) созданы в начале 1970-х, 1990-х и 2000-х гг., каждому посвящена увлекательная научно-популярная книга³³⁷». Они развивали идеи моделей мировой динамики World1 и World2 своего учителя, профессора *MIT* Джея Форрестера, создавшего метод системно-динамического моделирования.

«World1 была прототипом, созданным в ответ на запрос Римского клуба по взаимосвязям в глобальной системе различных тенденций и проблем. Модель World2 была заключительной официально документированной работой Форрестера, она описана в его книге «Системная динамика»³³⁸. Модель World3 – развитие модели World2 в

³³⁶ См. *Аурелио Печчеи*. Человеческие качества. Изд. 2^е. М.: Мир, 1985. С. 144–150. Далее везде, где не оговорено иное, речь идёт о варианте World3–91. См. модель и «Инструкцию по самостоятельной работе» с ней, <http://naturschutz.livejournal.com/703.html>

³³⁷ «Пределы роста. Доклад по проекту Римского клуба «Сложные положения человечества» (М.: изд.-МГУ, 1991. 207 с.), «За пределами роста. Учебное пособие» (М.: Прогресс-Традиция. 304 с.) и «Пределы роста: 30 лет спустя». Здесь и дальше в кавычках везде цитируется последняя книга, если не указано иное. Её авторы рассматривают состояние глобальной системы в следующем порядке: сначала движущие силы быстрых изменений в мировом масштабе, затем планетарные пределы и далее, способы, которыми человечество может обнаружить пределы и отреагировать на них.

³³⁸ Изданной лишь недавно на русском (М.: АСТ – СПб: Terra fantastica, 2003. Серия «Phylosophy». 379 с.). См. также его «Динамику развития города» М.: Мир, 1974. 281 с.

результате проекта «глобальных угроз человечеству», заказанного Римским клубом и проведенного на деньги Фонда Фольксвагена, \$250000. Сумма ничтожная для результата, полностью перевернувшего общественные настроения в развитых странах, особенно в сопоставлении с затратами США на НИОКР, а тем более вооружения... В сравнении с предшественниками, здесь переработаны структура модели и существенно расширена статистическая база данных. Профессор Форрестер был духовным отцом модели World3 и методов системной динамики, на которых она основана» (Медоуз и др., 2008: 315).

Прогнозы модели стали первым Докладом Римскому Клубу; следующие пошли ежегодно по актуальным проблемам мирового развития, охраны окружающей среды, прогресса технологий и пр. Первый вариант World3 отражает ситуацию конца 1960-х гг., когда ещё можно было, сохранить экологическую устойчивость, «затормозив» ниже линии предела (рис. 46А). Второй – конца 1980-х, когда эта возможность была упущена, выход за пределы состоялся, но согласованными усилиями всех стран ситуацию можно было ввести в рамки.

2. Смысл «устойчивого развития»

Тогда родился термин «устойчивое развитие», отражавший надежду на это «введение»³³⁹. Устойчивое общество «удовлетворяет свои потребности, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять их собственные нужды». Точней всего не русский или английский (*sustainable development*), а немецкий вариант (*nachhaltige Entwicklung*), т.е. развитие «продолжающееся», могущее длиться и дальше, потенциально бесконечно. Что чётко указывает на *требование* оставить нашим потомкам не меньше ресурсов, чем пользуемся мы сегодня (включая биологическое разнообразие и «услуги» естественных экосистем»³⁴⁰) и *запрет* перекладывать на них экологический риск, созданный современным производствами и бытом.

³³⁹ В докладе «Наше общее будущее» комиссии ООН по окружающей среде и развитию, возглавлявшейся премьер-министром Норвегии Гро Харлем Брунтланд, <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>

Комиссия стала одним из организаторов конференции в Рио и автором «Повестки на XXI век», http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml

³⁴⁰ Об «экосистемных услугах» см. **лекцию 1.4** и сноски 76, 186, 232. По данным Роберта Констанцы с соавт. (The value of the world's ecosystem services and natural capital// Nature. V. 387. 1997. P. 253–260), «экологическое обслуживание», предоставляемое хозяйству современной дикой природой, разрушенной где-то на половину-две трети, стоит примерно \$33 трлн. в год. А суммарный продукт мировой экономики оценивается на уровне \$18 трлн. в год.

Третий вариант World3 отражает ситуацию «далеко за пределами», с начавшимся их разрушением (эрозия экологической ёмкости биосферы), когда декада-другая, и будет совсем поздно. Другой мир, возможный в 1970-х, останется нереализованным даже в усечённом виде, а человечество отбрасывается далеко назад – где-то к раннему капитализму XVI-XVII века.

Этот глобальный экологический кризис и описан в модели. Авторы используют слово «**коллапс**», в смысле невозможного разрушения урбанистической и промышленной структуры человечества, развивавшейся последние 400-500 лет. Оно необратимо – в отличие от обратимого падения численности популяции и с/х производства, также происходящих в стандартном сценарии, но восстанавливающихся к 2200 году.

Согласно модели, кризис гарантирован в случае, если мировая капиталистическая экономика в будущем (1975³⁴¹–2050 гг.) развивается по **стандартному сценарию** («бизнес как всегда»), полагаясь на рынок и технологии – что вторые решат любую проблему, а первый адекватноотрегулирует, какие из них и в каком порядке решать. Прошлые тенденции промышленного развития и природопользования здесь просто продолжаются в будущее, а *рост* как количественное (причём экспоненциальное) увеличение значимых компонентов системы – потребления индивидов, индустриального капитала, населения и всего прочего – резко превалирует над *развитием*.

Как пишут авторы, различие роста и развития – самое важное в работе. «Согласно определением, данным в словарях, «расти» означает увеличиваться в размерах вследствие поглощения или прироста материалов. «Развиваться» – расширять или реализовывать потенциальные возможности, становиться полнее, интенсивнее или улучшать своё состояние. Когда что-либо растёт, его больше количественно; когда развивается, оно становится качественно лучше или по меньшей мере просто другим. Количественный рост и качественное

Важно понимать, что 1) все существующие методы оценивания «работ» дикой природы по кондиционированию среды обитания человека даются сильно по минимуму, также как цифры «экологического следа», о которых ниже и 2) как бы ни было сильно давление природоохранных движений граждан, рыночная экономика не может использовать эти оценки, не изменяя самой себе, ибо они заменяют критерии оценивания – текущую прибыльность бизнеса/производства на устойчивость эксплуатации, более или менее долговременную.

В одну телегу впрячь не можно коня и трепетную лань... Вот один из примеров: попытка включить в Индекс развития человеческого потенциала малую толику его экологической «цены» в виде выбросов CO₂, см. *Дмитрий Целиков*. Предложено реформировать индекс развития человеческого потенциала, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/646256/>

Поэтому надо менять социально-экономическую систему на соответствующую критериям устойчивости и ориентации на долговременный выигрыш, как единственно совместимую с сохранением биосферы. Она обсуждается далее.

³⁴¹ В двух последующих вариантах – с 1995 и 2005 год соответственно.

улучшение подчиняются различным законам. Наша планета развивается во времени без увеличения размеров. Наша экономика – подсистема конечной и нерастущей Земли – должна, в конце концов, адаптировать этой модели развития» («За пределами роста», С. 19).

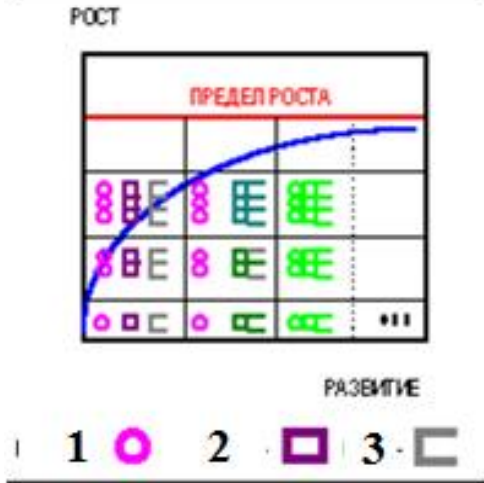
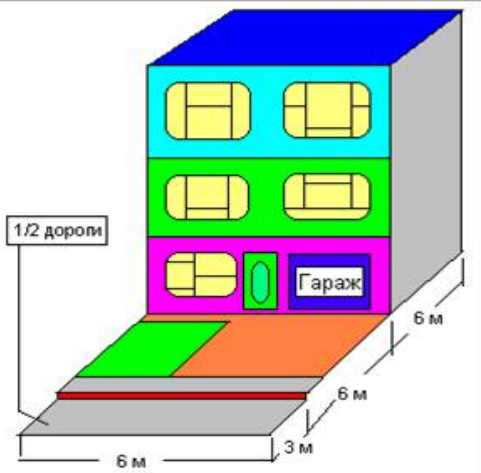


Рис. 26. 1. Проявление роста vs развития в городской застройке
Обозначения. 1 – Котельная, 2 – Жилой блок, 3 – Гараж.



2. Схема блока для линейного дома

Рис. 26. Разница роста и развития на примере организации городской среды

Источник: Мунин П.И., 2000. Новый взгляд на устойчивое развитие// Экополис 2000: экология и устойчивое развитие города. Мат-лы III Международной конференции по программе «Экополис» (24–25 ноября 2000, Биологический ф-т МГУ. М.: изд-во РАМН.

Рис. 26 иллюстрирует разницу роста и развития на примере организации городской среды. В первом случае просто растёт число однотипных компонентов урбандишпафта, что «съедает» территорию города и ведёт к экспансии «урбанизированного ядра» в регион (рис. 26. 1). Во втором усложняется организация системы, с совмещением разнородных функций в одном конструктивном элементе (рис. 26. 2). Это сберегает пространство, а значит, и природный ландшафт в городе и вокруг.

3. Сценарии модели и их соответствие реальной динамике

Стандартный сценарий малопривлекателен до крайности. Экспоненциальный рост показателей развития популяции³⁴² вдруг сменяется быстрым спадом – тем самым коллапсом. Коллапс приходит «вдруг» потому, что наша интуиция, основанная на линейной экстраполяции и «продлении» текущей ситуации в будущее, отказывается прогнозировать столь резкий перелом. О чём интересно написано в «Логике неудачи» Дитриха Дёрнера, С. 131–134.

Первоначальные выводы Медоузов поддерживались следующими вариантами моделей, лишь корректируясь и уточняясь. Действительное развитие мира хорошо соответствовало прогнозу, а невязки происходили под действием тех же факторов (запаздывание и искажение сигнала), что существенны и в самой модели.

Грэм Тёрнер сравнил прогнозы разных сценариев первого варианта модели World3 с реальным развитием мира с начала 1970-х до конца 2000-х гг.³⁴³. Он получил хорошее соответствие со стандартным сценарием, когда развитие идёт по схеме «бизнес как всегда», что означает коллапс в середине XXI века. Авторы, бывшие тогда мальтузианцами, лишь недооценили а) демографический переход и б)

³⁴² Модель позволяет снимать с развивающейся популяции множество самых разных данных. Наиболее существенны валовые характеристики общественного производства (численность населения, выпуск промышленной продукции, производство продуктов питания, уровень загрязнения) и душевые, отражающие качество жизни индивида (душевое потребление продуктов питания, промтоваров, услуг и ожидаемая продолжительность жизни). См. верхнюю и нижнюю картинки в прогонах сценариев. По этим параметрам ориентируются при самостоятельном управлении моделью. Скажем, студенческой группе ставится задача, накладыывая на развивающийся процесс ряд внешних ограничений и меняя их, постепенно «нащупать» такую комбинацию параметров, которая уведёт от кризисного развития и обеспечивает устойчивость, см. <http://naturschutz.livejournal.com/21337.html>

³⁴³ Turner G.M., 2008. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality// Global Environmental Change. V. 18. P. 397–411.

рост потребления и переоценили в) истощение невозобновимых ресурсов, г) рост грамотности и прочих «вложений в человека».

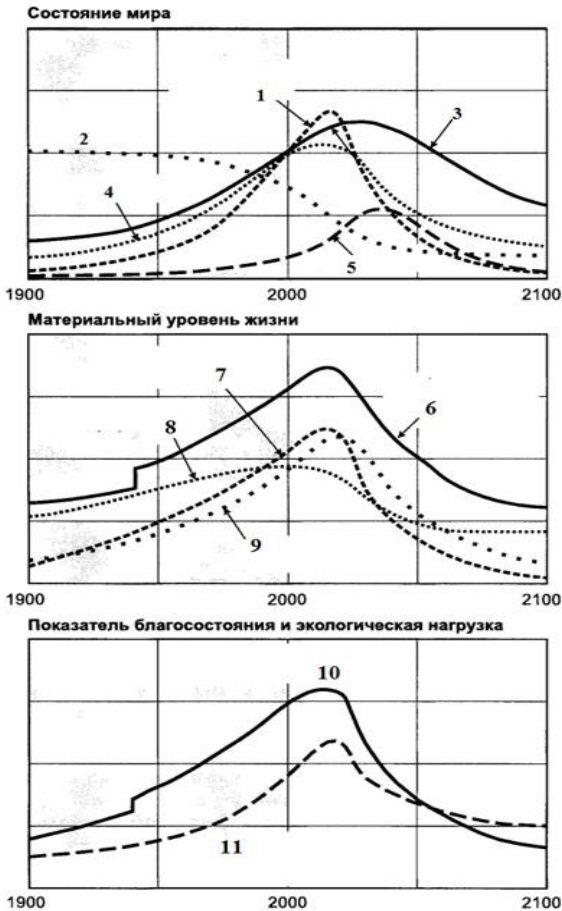


Рис. 27. Экологический кризис и коллапс в стандартном сценарии («Бизнес как всегда»)

Обозначения. 1 – Объём промышленного производства, 2 – Невозобновимые ресурсы, 3 – Численность населения, 4 – Объём производства продуктов питания, 5 – Уровень загрязнения окружающей среды, 6 – Продолжительность жизни, 7 – Производство потребительских товаров на душу населения, 8 – Производство продуктов на душу населения, 9 – Производство услуг на душу населения, 10 – Показатель благосостояния человека, 11 – Экологическая нагрузка.

Развитие производства и выбросы загрязнений с последствиями спрогнозировано точно. Видно несоответствие реальной динамики со

сценариями, где экологические проблемы (в первую очередь загрязнение и падение плодородия почв) решались прогрессом технологий и/или изменениями в поведении людей, осознавших опасность кризиса. Как ни надеялись авторы на эти последние, «надо систему менять». В какую сторону, ясно из их данных (рис. 28).

«Тем, кто больше уважает цифры, мы можем сообщить: итоговые сценарии модели World3 оказались на удивление точными – прошедшие 30 лет подтвердили это. Численность населения в 2000 году – порядка 6 млрд. чел. в сравнении с 3,9 млрд. в 1972 г. – оказалась именно такой, какой мы её рассчитывали по модели World3 в 1972 г. Больше того, сценарий, показывавший рост мирового производства продовольствия (с 1,8 млрд. т в год в зерновом эквиваленте в 1972 г. до 3 млрд. т в 2000 г.) практически совпал с реальными цифрами» (Медоуз и др., 2008: 24).

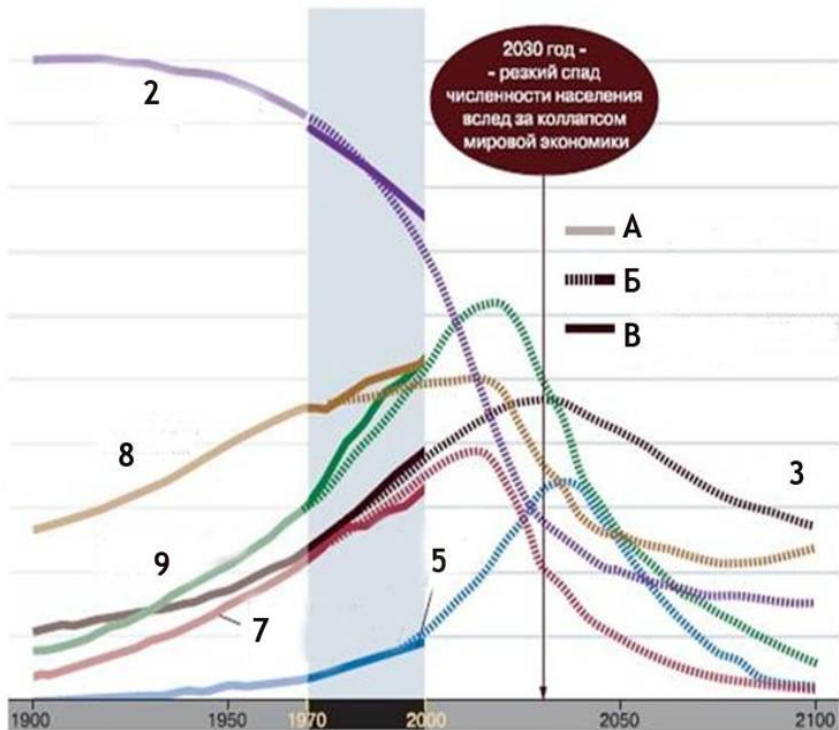
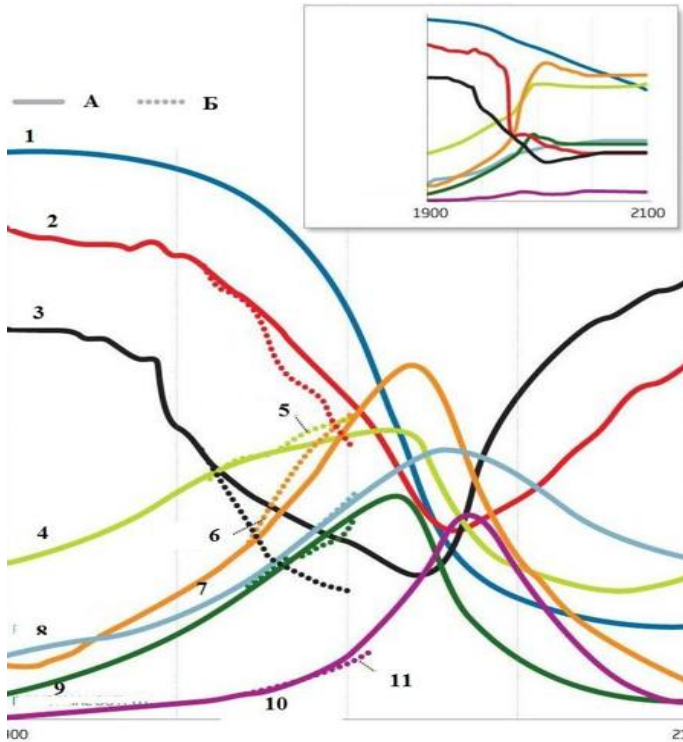


Рис. 28. 1. Сравнение прогнозов модели World3 начала 1970-х гг. с реальным ходом развития до 2000 года. Общая схема

Обозначения. *A* – Исторические данные, *B* – Тренд, предсказанный в 1972 г., *B* – Наблюдаемые изменения в 1972–2008 гг. Прочие обозначения см. рис. 27.



2. Сравнение реальных тенденций развития мира (точки) с прогнозами при стандартном сценарии (сплошные линии) и сценарии «нулевого роста» (врезка)

Обозначения. 1 – Невозобновимые ресурсы, 2 – Число рождений, 3 – Число смертей, 4 – Производство пищи, 5 – Пищевых калорий на душу населения, 6 – Производство электроэнергии на душу населения, 7 – Производство услуг, 8 – Численность населения, 9 – Промышленное производство, 10 – Загрязнение (общее), 11 – Выбросы парниковых газов.

Рис. 28. Источники: 1. Turner G.M., 2008. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality// Global Environmental Change. V. 8. P. 397–411. В обработке «Химии и жизни». 2012. № 8. 2. New Scientist. 16 октября 2008.

Примечание. См. также сравнение предсказаний модели с реальным состоянием мир-экономики к 2010 г. в: Hall Ch. A.S., Day K.W., Jr, 2009. Revisiting the Limits to Growth After Peak Oil// Amer. Sci. V. 97. № 3. P. 230–237. Модель предсказывала к этой дате 6,9 млрд. населения, на деле его 6,7 млрд.; 35 рождений на 1000 – их 45; 11 смертей на 1000 – их 8,5. Предполагалось, что к 2010 г. в распоряжении человечества будет лишь 53% ресурсов, использовавшихся в 1970 г. На деле осталось 50% меди, 50% угля, 70% почв и 30% рыбных запасов. Предсказанный уровень загрязнений (интегрально) 3, реально он ниже – по углекислому газу 2,1, по нитратам – 2; выход промышленной продукции на душу населения, предсказанное – 1,8, реально – 1,9.

Это значит, что модель состоятельна: её предположения и сделанные заключения актуальны и сегодня (критики же их называли «абсурдом»). В первую очередь эти:

«1. Мировая экономика использует множество ключевых ресурсов и образует отходы со скоростями, которые не являются устойчивыми. Источники постепенно истощаются. Истоки заполняются, а в некоторых случаях уже переполнены. Большинство существующих сегодня потоков в таких масштабах поддерживать продолжительное время невозможно, и тем более нельзя сделать это, если они ещё возрастут. Мы ожидаем, что уже в этом столетии многие из них достигнут максимума, а затем придут в упадок.

2. Такие высокие уровни потребления вовсе не являются необходимыми. Технические и организационные изменения, а также изменения в схемах распределения могут радикально уменьшить эти потоки, поддержав на том же уровне или даже увеличив среднестатистическое качество жизни населения мира.

3. Антропогенная нагрузка на окружающую среду уже превышает уровни устойчивости, её невозможно сохранить такой высокой в течение жизни более одного поколений. И тогда наступят негативные последствия, которые ухудшат здоровье человека, а экономика придёт в упадок.

4. Истинная цена сырья непрерывно растёт» (Медоуз и др., 2008: 82–83).

4. «Экологический след» и его использование в модели

Как результат выводов 1–4, ещё в 2002 г. автор концепции «экологического следа»³⁴⁴ Матис Вакернагель определил,

³⁴⁴ *Ecological footprint* – мера потребительского давления людей на биомы планеты. См. лекцию 1.3, оценки «следа» для разных стран, и всего человечества в период 1961–1999 гг.: Wackernagel M., Onisto L., Bello P., Linares A.C., Lopez Falfan I.S., Garcia J.M., Suarez Guerrero A.I., Suarez Ma.G., 1999. National natural capital accounting with the ecological footprint concept// Ecological Economics. V. 29. P. 375–390; Wackernagel M., Schulz N.B., Deumling D., Linares A.C., Jenkins M., Kapos V. Monfreda Ch., Loh J., Myers N., Norgaard R., Randers J., 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy// PNAS. V. 99. P. 9266–9271. «След» оценивает лишь одну сторону участия биосферы в производстве материальных благ нашим хозяйством – «производство ресурсов» (не всех), но не очистку отходов, см. <http://www.slideshare.net/Elziness/ss-13275998>

Поэтому не прекращаются попытки дополнить его цифрами, отражающими вторую сторону дела (природные «рекультивацию и рециклинг»), см. Дмитрий Целиков. Концепция экологического следа нуждается в пересмотре, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10009969/>

что человечество расходует на 20% больше ресурсов, чем необходимо для самоподдержания³⁴⁵. Сегодня – уже на 50%; по данным ООН, к 2050 г. мировое потребление ресурсов вырастет в 3 раза, в первую очередь в богатых странах³⁴⁶.

Варьированием параметров модели можно найти и другие сценарии, с другим протеканием кризиса, и вовсе устойчивые³⁴⁷. Я даю студентам самостоятельно «поиграться» с параметрами модели Медоуза, чтобы они могли, меняя комбинации параметров и отбирая всё более приближающиеся к устойчивости, уйти от кризисной траектории и выйти на так называемый **сценарий нулевого роста**.

Здесь все кривые после подъёма выходят на плато **без снижения**, т.е. без потери результатов предшествующего развития (рис. 29). Это касается как «валовой производительности» моделируемой системы, так и динамики качества жизни (см. рис. 27, 29).

Главная трудность здесь состоит в том, что почвенное плодородие или поглощение CO₂ ещё можно представить как единообразные функции природных сообществ, лишь количественно изменяющиеся по планете. Очистка же загрязнений всегда локальна, и разные загрязнения (как и иные деградиативные процессы: разрушение пастбищ, снижение уровня грунтовых вод, расширение городов) отличаются качественно, и часто идут на одной и той же территории, так что в единый гектар не сведёшь.

В модели World3 используется аналогичная мера потребительского давления мирового хозяйства на биосферу, названная экологической нагрузкой (в английском варианте, чтобы отличать от «следа», она названа не **EF**, а **HEF** – *Human Ecological Footprint*). Показатель **HEF** преобразует экологическую нагрузку, рассчитанную по методике Вакернагеля, в формат переменных, используемых моделью World3. Она получается как сумма трех составляющих: площади земель, используемых для выращивания зерновых; площади территорий, занятых городской и индустриальной застройкой, а также транспортной инфраструктурой; площади территорий, необходимых для поглощения загрязнений (рассчитывается пропорционально объемам выбросов стойких загрязнителей). Площадь везде измеряется в гектарах (10⁹ га).

Дальше экологическая нагрузка переводится в безразмерный вид относительно уровня 1970 г., принятого за 1. При прогоне сценариев **HEF** меняется от 0,5 в 1900 г. до 1,76 в 2000 г., в какие-то периоды он может превысить 3, что свидетельствует о крайней неустойчивости (это как раз сценарии, ведущие к выходу за пределы и катастрофе). В самых успешных сценариях **HEF** удерживается на уровне меньше 2 большую часть XXI в. Экологическая устойчивость мирового хозяйства, обеспечивающая самоподдержание, требует **HEF**<1,1; этот уровень пройден в 1980 г.

³⁴⁵ См. *Wackernagel M. et al.*, 2002, op.cit. В том числе на рубеже XXI века ему требуется на 20% больше земель, чем располагает планета. См. статью об этом Германа Дейли в *New Scientist* от 16 октября 2008 г., <http://endofcapitalism.com/2008/10/18/how-capitalism-is-killing-the-earth/>

³⁴⁶ См. *Дмитрий Целиков*. Мы живём так, словно у нас полторы планеты, <http://science.compulenta.ru/637034/>; ООН: к 2050 году мировое потребление ресурсов вырастет в три раза, <http://science.compulenta.ru/610428/>

³⁴⁷ См. «Сценарии работы модели World3», <http://naturschutz.livejournal.com/14061.html>

5. Условия экологической устойчивости

Что совпадает с определением устойчивого развития – удовлетворять свои потребности, не перекладывая «производимый» экологический риск на потомков, но компенсировать его прямо сегодня. Благодаря этому самым ресурсные возможности следующих поколений не уменьшаются, что есть соответствие трём условиям устойчивости Германа Дейли (лекция 1.6).

Все сценарии нулевого роста, с выходом кривых рис. 27–29 на плато приближаются к этому идеалу, так что они суть искомое *nachhaltige Entwicklung*. Ресурсы системы вкладываются лишь в качественную модернизацию её структуры и изменение жизни включённых в неё индивидов, без роста объёмов производства и потребления, т.е. антропогенный пресс на биосферу стабилизируется на уровне, совместимом с воспроизводством её биомов, а значит, и наших ресурсов.

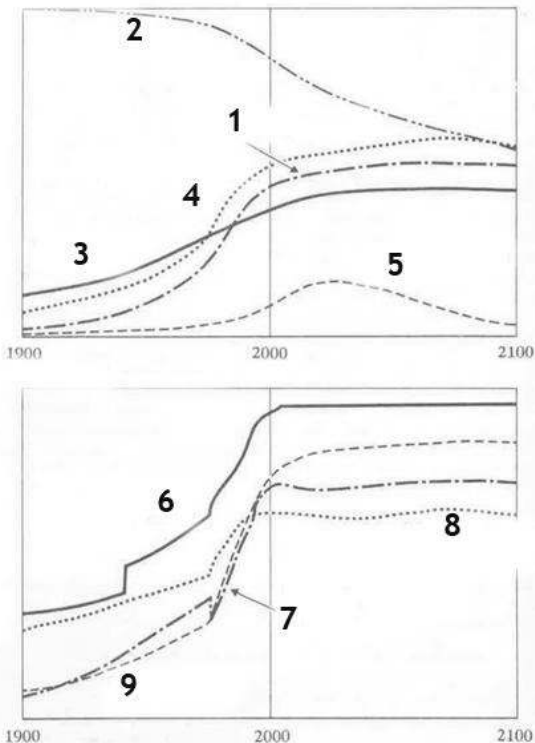


Рис. 29. Устойчивое развитие, достигающееся в сценарии нулевого роста (если бы его начали осуществлять с 1982 г. – упущенная возможность)

Источник: Медоуз Д. и др., 2008, op.cit.

Тогда можно ждать, что успеют «затягиваться» мозаики нарушений, производимые на разных стадиях эксплуатации природных биомов, при выбросе отходов на каждой из них³⁴⁸, и на досуге, при рекреации. Человек ведь не может «просто изъять» ресурс – дичь, лес, зерно – из эксплуатируемого (а особенно возделываемого) ландшафта, не нарушая его в большей или меньшей степени (рис. 4). Эксплуатация, возделывание и изъятие создают в производящем ландшафте сеть «пятен» нарушений, последствия которых более значимы (и тяжелы), чем само «снятие урожая» ресурсных видов. Вместе с экономическими причинами и системными изъятиями нынешней (капиталистической) мир-экономики (их анализ авторами пересказан ниже), то и другое гарантировано выведет интенсивность эксплуатации за предельный уровень.

Напротив, в стандартном сценарии коллапс наступает не столько из-за истощения ресурсов, сколько из-за переполнения стоков, снижающего экологическую ёмкость и самоочистительную способность биосферы. Здесь отходов выбрасывается больше, чем природа успевает очистить, а человек – регенерировать в ресурсы при поддержке «экосистемных услуг». Вся компьютерная популяция (люди – потребители товаров и владельцы капиталов – организаторы производства) в силу «экономического способа мышления» чем дальше, тем больше экономят на регенерационных вложениях и откладывают очистку отходов на завтра, лучше на послезавтра.

Тем самым экологический риск, «производимый» одновременно с полезными вещами на каждой из стадий цепочки «добыча ресурсов → транспортировка → изготовление материалов и комплектующих →

³⁴⁸ Сами вещи превращаются в отложенный отход тем в большей степени, чем сильнее реклама побуждает менять их на более новые, не дожидаясь поломки или износа. В развитых странах во всех видах потребления фиксируется снижение срока использования до смены на «более современную» модель. Также «заинтересованные» корпорации (и послушные им правительства) разными способами подталкивают к такой смене. Скажем, в Японии эта «борьба за экологию» через давление в пользу покупок того, что считается экологическим (или требование всем поменять старую технику на новую, «зелёную») называется *сэцудэн*, <http://yablor.ru/blogs/secuden/1696705>

«Правительство Японии заставило всех жителей перейти на новые модели телевизоров: обычное вещание «по объективным причинам» сменилось цифровым, и старые модели телевизоров пришли в негодность. И вся страна, все 150 миллионов человек (ну, конечно, за исключением детей) послушно обзавелась новенькими телевизорами. Старые телевизоры дружно оказались на помойке. ~~Это у нас экологическая программа такая.~~ Я там прибавила где-то, что правительству наверняка этот трюк понравился, и провернут его еще не раз. И, однако, быстро же это случилось! Вчера узнала, что сотовые компании, оказывается, объявили, что «переходят на новые волны», в связи с чем вам «потребуется сменить сотовый телефон на новую модель в обязательном порядке». Владельцев сотовых обзванивают и сообщают им об этом: мол, со следующего лета ваш старый сотовый не будет работать, потрудитесь купить у нас новый». См. <http://aridmoors.livejournal.com/289234.html>

транспортировка → изготовление самих вещей → транспортировка» *перекладывается на следующие поколения*. Поэтому риски накапливаются и не суммируются, а мультиплицируются. Такое развитие суть «проедание капитала», созданного природой, максимизирующее немедленный выигрыш³⁴⁹, вместо того, чтобы «жить на проценты», т.е. ориентироваться на долгосрочную устойчивость.

Плюс в «пятнах» нарушений, созданных эксплуатацией экосистем и/или размещением в них отходов производства³⁵⁰, парализуются отрицательные обратные связи восстановительных сукцессий, но запускаются «контуры разрушения» – положительные обратные связи, способствующие ещё большему нарушению, как только обилие «пятен» превысит некий предел (лекция 1.5, 9). Суммирование таких «выходов за флажки» по всем видам ресурсов и всем территориям (ландшафтам, природным биомам), с их взаимодействием и мультипликацией есть тот глобальный экологический кризис, который переживаем сегодня и в который мы втянуты с 1970–1980-х гг.

6. Капитализм как источник экологического кризиса

Таким образом, экологический кризис, моделируемый в World3, произойдёт и в системе с бесконечными ресурсами (но конечной биосферой и скоростью восстановления сообществ после нарушений), вследствие нарастающего «утопления в отходах». Что, в свою очередь, вызовет деградацию продуктивной способности биосферы и её «экосистемных услуг». Кризис вызван не недостаточностью ресурсов *per se*, но подрывом экологической ёмкости живого покрова планеты тем же способом, каким промысел, управляемый рынком, гарантированно подрывает рыбные запасы (лекция 1).

Здесь очевидна роль капитализма как общественного строя, основанного на частной собственности на средства производства,

³⁴⁹ Для потребителей он описывается параметрами качества жизни – душевое потребление пищи, промтоваров, услуг, и среднеожидаемая продолжительность жизни в данной популяции (СОПЖ, *life expectancy*, http://en.wikipedia.org/wiki/Life_expectancy). Для собственников – уровнем прибыли на вложенный капитал.

³⁵⁰ Или рекреационных нарушений. Соответствующая нагрузка в ближних пригородах, вроде Подольского и Егорьевского районов Московской области, распределяется неравномерно, но приурочена к поймам и берегам водоёмов. Возникает «сеть» нарушений, избирательно ликвидирующих травянистые ландшафты и лесные опушки, с одновременной изоляцией массивов водораздельных лесов друг от друга, и инсультацией их дорожно-тропиночной сетью изнутри. См. *Очагов Д.М., Коротков В.Н. и др., 2001. Природа Подольского края. М.: ЛЕСАРпт. 192 с.; Очагов Д.М., Коротков В.Н. и др., 2006. Природа Егорьевской земли: климат, рельеф, гидрографическая сеть, почвы, растительный покров, животный мир, краеведение. М.: ВНИИПрирода, 2006. 446 с.*

рыночной экономике и свободе предпринимательства. Особенно в нынешнем глобальном варианте, когда разные составляющие каждой вещи сделаны в массе стран, разбросанных по земному шару; то же с добычей сырья. Это предполагает дальние перевозки всего, чем торгуют на рынке: сырья, материалов, запчастей, комплектующих, готовых изделий, до рабсилы включительно.

Пример. «[Пишущая] Машинка, которой я сейчас пользуюсь, возможно, состоит из деталей, изготовленных из алюминия Ямайки или Суринама, железа Швеции, магния Чехословакии, марганца Габона, хрома Родезии, ванадия Советского Союза, цинка Перу, никеля Новой Каледонии, меди Чили, олова Малайзии, ниобия Нигерии, кобальта Заира, свинца Югославии, молибдена Канады, мышьяка Франции, тантала Бразилии, сурьмы ЮАР, серебра Мексики и деталей, содержащих следы других металлов со всего света. Вполне возможно, что эмаль содержит титан Норвегии, пластмасса сделана из нефти Ближнего Востока, переработанной с помощью американских редкоземельных катализаторов, и хлора, извлекаемого вместе с испанской ртутью. Формовочная смесь прибыла с австралийского побережья, в обрабатывающих станках использовался китайский вольфрам, а уголь добывался в Руре. И кто-то может сказать, что для выпуска «конечного продукта» потребовалось слишком много скандинавских елей». («За пределами роста», С. 97).

Естественным образом это ведёт к дополнительным затратам энергии, большому выбросу загрязнений и потерям готовых изделий, становящихся отходом немедленно, а не по прошествии времени пользования. Так, океанологи для прослеживания течений вместо классических бутылок с записками пользуются товарами, смытыми при перевозках, – скажем, из Восточной Азии в США. Один раз это были грошовые резиновые утята, совершившие путешествие через Берингов пролив и вокруг канадской Арктики³⁵¹ (рис. 30). А самый крупный «флот потерянных вещей» составили 34000 хоккейных перчаток «Nike».

Другой пример – китайская переработка рыбы, идущей на приготовление филе вторичной заморозки. «Из Норвегии часть трески возвращается в Россию, но уже как импортируемая норвежская рыба. Судьба другой части пойманной в Баренцевом море трески еще более удивительна. Ее везут... в Китай. Рабочая сила в Китае дешева, организация труда эффективна, поэтому выгодно привозить за тысячи километров замороженные тушки, размораживать их, готовить из них филе, снова замораживать и отправлять в обратный путь. Китай постоянно увеличивает экспорт филе вторичной заморозки. Конечно, в

³⁵¹ Тогда, в январе 1992 г., в северной части Тихого океана бушевал шторм. Вообще, в тот период суда теряли в море до 10000 контейнеров. Команда *Ever Laurel* боролась с ураганным ветром и гигантскими волнами, пытаясь сохранить судно и доставить груз. Однако 12 контейнеров – таки были смыты, по стечению обстоятельств один раскрылся, и по морю пустились порядка 30000 пластиковых игрушек для ванной — красных бобров, зеленых лягушек, голубых черепах и желтых утят. Что существенно помогло океанологам, см. *Николай Колдунов «Резиновые странники»*, http://www.oceanographers.ru/mypict/Rubber_duck_koldunov.pdf

эту группу продуктов входит не только и не столько треска: тут и минтай, и хек, и другие рыбы.... Понятно, что китайская переработка – это своего рода «насос», который выкачивает ресурсы из Мирового океана³⁵².»

Всё это хорошо иллюстрирует разные стороны экоопасности современной экономики:

- и в связи с интенсивностью перевозок. Их загрязнение, вместе со смытым с берегов пластиковым мусором, уже образовало огромные «мусорные острова» в районах циклических течений в центре Тихого океана, в Саргассовом море и пр., – также как «на задворках» известных курортов, вроде Мальдивов. Владельцы роскошных отелей не желают вкладываться в переработку, послушные им власти просто пересыпают мусор на один из необитаемых островов или отвозят куда подальше в океан³⁵³.

- и в связи с неадекватной ценой углеводородного топлива, отрицающей поговорку «За морем телушка полушка, да руль перевоз»,

- и в связи с экономикой США, где средний потребитель неспособен прожить без дешёвых китайских товаров³⁵⁴.

7. Социально-экономические механизмы, определяющие негативную динамику системы

Во всех кризисных сценариях критически важна не нехватка ресурсов (они всегда остаются), но *неспособность системы справиться с ситуацией*: Как пишут авторы, «В большинстве прогнозов ... World3, включая те, что мы не приводим в книге, мировая система несколько не исчерпывала тот или иной ресурс полностью – это касается и земель, и продовольствия, и ресурсов, и способности среды поглощать загрязнения. Заканчивался не сам ресурс, а способность мира *справиться* с изменившейся ситуацией» (Медоуз и др., 2008: 246).

Единственное и самое важное исключение – это биоразнообразие, видовое и ценогическое, полностью и необратимо «заканчивающееся» под антропогенным давлением. Начав с истребления мегафауны в плейстоценовом перепромысле и заканчивая такой трансформацией ландшафта в развитых странах, что неустойчивыми и склонными к вымиранию делаются *обычные виды*, с уничтожением целых биомов вследствие сокращения площади, фрагментации и пр. (табл. 4).

³⁵² Спиридонов В.А., Мокиевский В.О., 2004. Просто треска. М.: WWF. С. 33.

³⁵³ См. «Мусорная планета», <http://masterok.livejournal.com/421840.html>; Жирков И.А., 2010. Жизнь на дне. Био-география и био-экология бентоса. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 142-146; «Снова о мусоре», <http://naturschutz.livejournal.com/22823.html>

³⁵⁴ См. «Год без «Сделано в Китае», <http://wolf-kitses.livejournal.com/314893.html>



Рис. 30. Путешествие резиновых утят

Источник: Еженедельный журнал.

Общеизвестна ведущая роль в этом международной торговли и других компонентов глобального капитализма. Из «злой четвёрки» факторов, способствующих вымиранию, они определяют и/или усиливают три³⁵⁵.

8. Обманутые надежды

Родившись, «устойчивое развитие» вызвало большие надежды. В 1992 году в Рио страны мира с большой pompой приняли «Повестку дня

³⁵⁵ См. «Вымершие и вымирающие животные», <http://naturschutz.livejournal.com/66901.html>; «Про антропогенное вымирание...»

на XXI век», чуть позже – национальные программы перехода к экологической устойчивости. Но всё так и осталось на бумаге и/или на словах³⁵⁶.

Сейчас видно, что эта возможность полностью упущена, 20 лет прошли впустую. Человечество не только не вернулось к пределам, но движется по кризисной траектории *быстрей*, чем предполагалось в модели; возможный конец недавно смоделировали в NASA, подтвердив выводы о коллапсе, грозящем капиталистической цивилизации при продолжении «бизнеса как всегда»³⁵⁷.

В то же время по всем пунктам «Повестки...» (экономия воды и энергии, переработка отходов, сохранение биоразнообразия и пр.) достигнуты *важные частные успехи*, дающие принципиальные решения такого рода проблем. Подробно исследованы их причины, порождающие механизмы, влияющие параметры природного и общественного контекста (что часто бывает непросто – вид может вымереть раньше, чем найдут факторы уязвимости, которые надо знать для успеха охраны). Для всех проблем «с понятной этиологией» созданы и опробованы технологии их решения. Наконец, есть люди, и целые движения, жизненно заинтересованные в их решении, готовые оказать политическое давление в их поддержку.

³⁵⁶ Существенный прогресс в охране природы в ситуации «пока гром не грянет...» был возможен лишь в ситуации «холодной войны», когда СССР и другие страны социализма противостояли странам капитала (т.н. «свободный мир»: США и их сателлиты в Европе и «третьем мире»). Столкновение плановой и рыночной экономики, конкурентных обществ с солидарными, было не только военным. Куда большую роль играли психологическая война и «реклама образом жизни»; их важной частью было «сыпать соль на раны» – указание на экологические проблемы противостоящего способа производства на фоне собственных достижений в данной области. Что требовало «подтягиваться» от обоих; поэтому как бы наперегонки, одна за другой, у нас и на Западе, в 1960-1980-е гг. реализовывались важнейшие меры в этой области, составившие национальную и международную инфраструктуру экологической политики. Ранее не было ни ОВОС, ни экологической экспертизы, ни регулярного развития сети ООПТ... См. «Историю охраны природы в период 1945-ныне», <http://naturschutz.livejournal.com/6167.html>

После гибели СССР мир стал однополярным, мировому капиталу в отсутствие конкурента – советского коммунизма не нужно специально доказывать людям собственную экологичность или поддерживать социальное государство. Поэтому бизнес радостно скидывает с себя компенсацию экологических рисков, как и социальные затраты, подчиняясь рефлексу, описанному в «Коллапсе» (см. **Заключение**). Производя экологические и социальные риски, их компенсацию он перекладывает на общество; давления только природоохранников недостаточно, чтобы это пресечь. Нужно, чтобы давили все «обычные люди», интересы которых и бизнеса противоположны, вероятность чего в следующие десятилетия будет расти, ибо близок момент, когда «жареный петух клонет...».

³⁵⁷ См. «Коллапс, смоделированный недавно», <http://naturschutz.livejournal.com/70527.html>; «20 лет борьбы за планету: много слов, мало дел», <http://naturschutz.livejournal.com/55214.html>. О чём написали Веббы аж в начале XX века...

Дело за малым – **социальным влиянием**, чтобы общество к ним «повернулось лицом» и начало регулярные действия в пользу устойчивого развития (хотя бы выполнило давно решённое). Как ниже увидим, главным препятствием к этому выступают не «эгоизм», «невежество» и прочая психология *индивидов*, а *капитализм* как общественный строй, характеризующийся триадой частной собственности на средства производства, рыночной экономики и «свободы предпринимательства».

Именно он «не пускает» к экологической устойчивости, ибо её не достичь без общественной собственности и плановости: в развитии городов, в пространственном размещении производственных мощностей, в распределении ресурсов между разными сферами общественного производства. Причём главным критерием выбора одних, отвержения других вариантов плана оказывается долгосрочная устойчивость существования, а не максимальная прибыльность вложений³⁵⁸. Здесь благо людей, больше заинтересованных в уверенности в завтрашнем дне, самореализации и мастерстве, чем в деньгах, преобладает над интересами бизнеса. А общественная собственность на средства производства нужна для того, чтобы работодателем были не бизнесмены, а всё общество, иначе придётся подлаживаться под интересы первых. Они же противоположны и интересам людей, и общему благу, в силу описанной разницы критериев эффективности.

9. «Неспособность справиться» с кризисом в современном мире

Сегодняшнее развитие экологического кризиса даёт яркую иллюстрацию к выводам авторов про «неспособность с ним справиться» в мире глобального капитализма³⁵⁹. Скажем, здесь многие боятся

³⁵⁸ Лучше всего, если план составляется в ситуации, когда «торопиться некуда» и соревноваться ни с кем не надо, иначе усилится роль вторых критериев, а это опасно, см. «Не поддаваться на провокации», <http://vas-s-al.livejournal.com/469911.html>

³⁵⁹ Уже 25–30 лет полностью свободного от ограничений, которые в предшествующие периоды ему ставили а) существование стран социализма, дающих альтернативу общественному устройству, б) мощное коммунистическое и рабочее движение, победы которого в 1930–1960-е годы существенно сузили как «святость-неприкосновенность» частной собственности, так и «свободу предпринимательства». Как показано в «Новом духе капитализма» (С. 10–42), сейчас эта общественная система успешно избавилась от обоих ограничений и развивается максимально свободно, будучи ограничена лишь экологической ёмкостью биосферы и способностью рабочей силы к воспроизводству при данном уровне эксплуатации. То есть сейчас уже 30 лет как развитие человечества максимально приблизилось к идеализациям World3, и оба ограничения оказываются превзойденными, как она и предсказывает. См. «Гибельные тенденции в глобальном капитализме», <http://www.socialcompas.com/2013/10/11/gibel-ny-e-tendentsii-v-global-nom-kapitalizme/>

истощения ресурсов, но не думают, что реальная проблема в другом. Раз возникнув, такая тревога стимулирует научно-технические поиски, по итогам которых прежний ресурс заменяется на другой, непочатый, или совершенствуется технология добычи, так что суммарные запасы ресурсов меняются незначительно³⁶⁰.

А вот устойчивость использования при таких переходах сильно снижается, производится дополнительный экологический риск, требуются лишние затраты на удержание качества среды обитания людей в социально-приемлемых параметрах. Происходит это из-за увеличения экологической «цены» приращения эффективности производства (и лежащего в его основе ресурсопользования) после выхода за пределы:

1. По мере достижения всё большего уровня жизни поезд потребления не только не тормозит, но лишь набирает скорость³⁶¹. В отличие от демографического перехода, «потребительского перехода» не происходит, хотя его ждали, надеялись, пытались приблизить, пропагандируя «экологичное потребление». Возникает вопрос – почему «переход» не случается на уровне общества, ведь индивиды вполне готовы к этому?

Уточнение деталей. «Социологи отмечают, что ныне владение модным смартфоном у американских и германских подростков котируется выше, чем обладание ранее престижной машиной. Это подтверждает и статистика: в самой автомобилизированной стране – США идет устойчивое снижение числа заявок на получение водительских прав, особенно заметное среди подрастающего поколения. С 2005 г. не растет и длина пути, пройденная средним американским автомобилем за год: почти десять лет она была равна примерно 3000 милям, а ведь в 1985 году составила всего 1750. В Великобритании такое же сокращение началось в 2006 г. Есть мнение, что это связано с переходом людей к работе на дому благодаря Интернету, и это прямо подтверждают опросы, в которых 46% молодых американцев предпочитают доступ к Интернету владению автомобилем³⁶².

³⁶⁰ Страхи типа «нефть кончается» многожды оказывались преждевременны – хотя модель «пика нефти» Кинга Хабберта верна, и однажды проблемой придётся заняться, но контрпродуктивно всё время кричать «волки». Постоянное совершенствование технологии добычи очень долго – до самого краха – выигрывает войну с законом убывающей доходности (от истощения запасов). Поэтому момент «прохождения пика» у нефти и прочих невозобновимых ресурсов постоянно отодвигается, хотя происходит рано или поздно. Но первыми скорее всего кончатся фосфориты, важнейшее сырьё в производстве фосфорных удобрений, без которых немыслимо интенсивное с/х. Уже сейчас надо думать, как использовать в этом качестве осадок, забивающий просвет канализационных труб. См. *Алексей Гиляров. Исчерпание запасов фосфатов...*, op.cit.

³⁶¹ См. лекцию 1 и «Состояние потребления...»

³⁶² См. про отказ скандинавской молодёжи от автомобилей: «В Финляндии распространяется т.н. «стокгольмский феномен». В столице Швеции лишь 9% 18-летних записывается на курсы вождения. В настоящее время около 40% жителей хельсинкского региона получает водительские права в возрасте 18 лет. В сельской местности около 60% 18-летних приобретает водительские права. В прошлом году водительские права получили в общей сложности 43000 18-летних. По словам директора отдела Ведомства безопасности движения *Trafi* Сами Мюнттинена, снижение популярности водительских прав обусловлено

Работать и учиться также следует рядом с домом, а международное перемещение студентов должно быть прекращено: системы виртуальной реальности и дистанционное образование сократят всевозможные путешествия. Особая роль в грядущих преобразованиях принадлежит трехмерным принтерам; они совершат подлинную революцию, обеспечивая занятость на местах, мелкосерийное производство запчастей и готовых изделий, причем подогнанных под конкретных потребителей продукции. Это позволит отказаться от перемещения товаров из одной точки земного шара в другую и сократит энергозатраты.

Вместо скоростных личных автомашин в таких локальных сообществах станут использовать общественные низкоскоростные устройства на электрической или мускульной тяге – мопеды, велосипеды. Они будут объединены в сеть с помощью всевозможных датчиков и подчиняться единому управлению, как для безопасности движения, так и для того, чтобы каждый мог найти себе транспортное средство.

Вот как решают проблему в шведском городке Векшё³⁶³. В парковках под общественными зданиями стоят только общественные автомобили, не использующие ископаемого топлива. Каждый служащий, который добирается до работы на велосипеде или «зеленом» городском автобусе может забронировать такой автомобиль для дальнейшего путешествия. Опыты по внедрению электротранспорта с привычной для молодежи платой «за трафик» уже проводят такие ведущие компании, как «Даймлер» и «Пежо».³⁶⁴

И «обеспокоенные» граждане готовы экологизировать потребительское поведение. «Голосуя деньгами», они выбирают рыбу, пиломатериалы, машины и пр. продукцию, произведенную с меньшим ущербом для дикой природы: выловленную без подрыва популяции и/или сетями, безопасными для морских птиц, черепах и тюленей; пиломатериалы – из экологически сертифицированных лесов. Они ездят в машинах, требующих меньше топлива и выбрасывающих меньше загрязнений, живут в «энергетически пассивных домах».

Авторы показывают, что *проблема в положительной обратной связи, управляющей воспроизводством капитала – как денег, или машин, или оборудования* (стоимость, приносящая прибавочную стоимость, может предстать в любом материальном обличье). При капитализме более прибыльные производства и технологии получают больше всего инвестиций, отчего первыми расширяют производство, делают больше товаров, чем ещё больше увеличивают прибыли и т.д. Менее материал- и энергоёмкие производства, меньше выбрасывающие загрязнений, меньше

ростом популярности экологических ценностей. Кроме того, в крупных городах водительские права не нужны, благодаря хорошо действующему общественному транспорту», http://yle.fi/uutiset/molodyzhn_ne_interesuyut_voditelskie_prava/6594759

³⁶³ Швеция здорово продвинулась в экологизации городской жизни по всем направлениям, см. «Город будущего», <http://natureschutz.livejournal.com/25795.html> Также здесь экономика растёт при *снижении* выбросов CO₂; она же уменьшила с 1990-х гг. потребление нефти на 40%, при выросшем автопарке. См. *Игнатьева А.А.*, *op.cit.*

³⁶⁴ *Комаров С.М.* Цивилизация старьевщика// Химия и жизнь. 2013. № 11–12. Впрочем, данные о снижении (даже простой остановке) потребления материалов и образования отходов в Великобритании сомнительны. Приобретение же товаров длительного пользования не то что не останавливает, но интенсифицирует смену марок на «более современные», см. «Состояние потребления...».

вредящие дикой природе (второе – в условиях «экологичного потребления», обильно представленного в «первом мире») снижают себестоимость, поэтому увеличивают прибыль. Дальнейшее понятно.

Пусть бизнесмен, откликнувшись на запросы общества, внедряет новую «экологичную» модель ... скажем, автомобиля «Пежо». Она даёт, условно, на 30% меньше загрязнений в выхлопе и жрёт на 30% меньше бензина на километр. Когда он под это найдёт инвестиции, на них перестроит / усовершенствует автозавод, выпустит все машины «чистой» серии, продаст их и они поедут по улицам, суммарный выхлоп от них будет *больше*, чем от машин прежней, «грязной» серии. То же – с расходом топлива, материалов на корпус и пр.

Почему так? «Экологичных машин» надо сделать *больше, чем «грязных» до этого* – настолько, чтобы «законную прибыль» получил и банкир, и заводчик (или акционеры банка с заводом). Все они заинтересованы в экспоненциальном росте прибыльности своих занятий, почему на «их» производствах «экологичных» машин или иных изделий «в штучках» делают больше ровно настолько, что суммарный ущерб от них перевешивает пользу для окружающей среды. А часто – и экономии ресурсов.

Это т.н. **парадокс Джевонса**³⁶⁵: повышение эффективности использования некоего ресурса вследствие технологического прогресса ведёт к ещё большему повышению спроса на этот ресурс и увеличению общего потребления, поскольку «более экономичные» производства привлекают больше инвестиций и непропорционально увеличивают выпуск в сравнении с «неэкономичными». То есть системные принципы капитализма не просто пересиливают «души прекрасные порывы» индивидов, выступающих элементами этой системы, но *обращают их в противоположность*, как и с раздельным сбором мусора³⁶⁶.

³⁶⁵ Он же «рикошетный эффект» (англ. *Rebound effect*). «Например, при росте КПД двигателя на 5% можно тратить на пройденный путь меньше горючего. Однако водители автомобилей при этом начинают дальше и дольше ездить – перемещение стало обходиться дешевле, значит можно интенсивнее пользоваться автомобилем. В результате этот эффект может полностью нивелировать пользу от роста КПД двигателя. Складывается парадокс: уровень потребления ресурсов может после внедрения энергоэффективных технологий становиться *больше*, чем был до их внедрения» См. *Игнатьева А.А.*, *op.cit.*

³⁶⁶ Ещё показательная ситуация, описанная в «Что делает со своими отходами...». При капитализме «экономический способ мышления» (максимизировать прибыль, беречь своё время, минимизировать затраты, об «общем» же беспокоиться не раньше чем его деградация в виде социальных или экологических проблем коснётся себя любимого) присущ не только предпринимателям, но господствует во всём обществе.

Соответственно, средний гражданин определяет «себя» скорее через быт с потреблением (где важно получить больше за меньшие деньги, заплатить налоги меньше и позже и пр.), чем через труд с производством, имеющих отношение к общему благу. Поэтому даже если в опросах он демонстрирует «экологические убеждения», на деле берёт своё время настолько, что не очень готов разбираться, куда что кидать. Поэтому в

Это – любимые примеры Д.Медоуза. На лекциях он всегда привлекает внимание к важнейшему в системных связях: объединённые ими индивиды ведут себя совершенно иначе, чем изолированные – так, как предполагается структурой связей, а не так, как им хотелось бы³⁶⁷. Всё это не считая «скрытого потребления» сырья при его добыче и экспорте.

Да и эффективность использования ресурсов в развитых странах преувеличена: раз за разом оказывается, что за ней стоят фокусы со статистикой. Вместе с глобальным процессом переноса производств в страны с «китайской ценой» рабсилы³⁶⁸ оно делает обобщения из «**Цивилизации старёвщика**» крайне сомнительными *на уровне общества*, притом что *на уровне индивидов* (или локальных сегментов общества, как в Стокгольме-Ванкувере³⁶⁹) всё налицо.

То есть в другой системе – с плановой экономикой и общественной собственностью – благие намерения людей реализовались бы «как полагается»: в уменьшении потребительского давления на природу, заповедании малонарушенных лесов и других биомов³⁷⁰, создании

каждом контейнере отлагается некий процент чужеродных примесей (см. выше), отражающий уровень «экологического лицемерия» в обществе. Почти всегда он *достаточно высок*, чтобы сильно удорожить переработку мусора и/или усложнить её технологически, тем более критичен даже небольшой процент ошибок при раскладке мусора по контейнерам.

³⁶⁷ И когда вполне закономерно у них не получается вести так, как они хотят, они тратят большую часть душевных сил на (само)оправдание и прочие рационализации, почему «хотели как лучше, а получилось как всегда». Что хорошо видно в упражнениях, способствующих развитию системного мышления, см. Деннис Медоуз, Линды Бут Свини «Сборник игр для развития системного мышления». М.: Просвещение, 2007. 288 с.

³⁶⁸ См. Александр Березин. Эффективность использования ресурсов в развитых странах сильно преувеличена, <http://naturschutz.livejournal.com/77597.html>; «Потенциальные Китай», <http://lj.rossia.org/users/san4es/272150.html>

³⁶⁹ См. Роджер Бейли. Как сделать городское пространство социальным? <http://tolk.ru/?p=7745>

³⁷⁰ Массивы малонарушенных лесов оконтуривают на картах по сохранности специфики «доагрикультурного» покрова и по возможности развития в спонтанном режиме, с естественной оконной и пожарной динамикой, то есть по уровню подобных нарушений не ниже фонового. Для этого они должны иметь площадь >50000 га с минимальной шириной 10 км. См. сноску 60 и «Малонарушенные лесные территории...», С. 10–14.

Помимо реализации естественной пожарной динамики, это необходимое условие поддержания минимально жизнеспособных популяций (**МЖП**) крупных хищников – волка, рыси, медведя, тигра и пр. В идеале заповедники выделяются по ареалам таких **МЖП**; их территория не может быть меньше, иначе экосистема не будет саморегулирующейся. Или, точнее, формообразующее влияние антропогенно-преобразованных сообществ «сбоку» будет сильнее, чем внутреэкосистемных процессов, которые хочется от подобных воздействий защитить. Увы, это реализуемо далеко не всегда, территория большинства заповедников (тем более национальных парков и пр. ООПТ, не изъятых полностью из хозяйственного использования) недостаточна или слишком нарушена. Поэтому человеку приходится вмешиваться, «выправляя» экологическое равновесие в нужную сторону методами биотехники. Иначе нарушенные сообщества, предоставленные самим себе, с

«зелёного кольца» вокруг городов и пр. А здесь они оборачиваются противоположностью: ещё большей нагрузкой. Красивый афоризм Маркса из «Британского владычества в Индии», что прогресс при капитализме уподобляется «тому отвратительному языческому идолу, который не желал пить нектар иначе, как из черепа убитого», справедлив и сейчас.

Плановая экономика лучше рыночной тем, что её критерии эффективности – не прибыль, а устойчивость производства (и воспроизводства рабочей силы). При сравнимой индустриальной, научной и урбанистической базе она растёт медленнее, поскольку затраты на регенерацию ресурсов (включая социальную инфраструктуру и рабочую силу) делаются *одновременно* с затратами на производство полезных вещей «из» этих ресурсов. При капитализме же – сильно потом, когда ситуация ухудшится настолько, что потребуются многожды большие затраты и усилия. См. подробнее ниже.

Поэтому суммарный выхлоп а/м в СССР – ГДР – ЧССР (главная причина «плохой экологии» крупного города) был значительно меньше, чем в ЕС: действовали стимулы развивать общественный транспорт вместо частного. И наоборот: только столкнувшись с тотальной автозависимостью городов, в развитых странах пробуют как-то сменить вектор развития в сторону первого. Поэтому же при сравнимой урожайности пестицидная нагрузка в ГДР была существенно меньше, чем в ФРГ – как и количество вносимых удобрений, и разрушение экосистем «между полями»³⁷¹. Да и нормы загрязнений в СССР определялись иначе, по не-возникновению у работника хронического заболевания от соответствующей профвредности, а не острого, позволяющего обратиться в суд, как в США (табл. 14).

Таблица 14

Сравнение некоторых американских и советских стандартов на воздействие загрязнителей воздуха на рабочих местах в промышленности, 1976 год

Вещество	Стандарт США, мг * м ⁻³	Стандарт СССР, мг * м ⁻³
Алдрин	0,25	0,01
Анилин	19,0	0,1
Оксид углерода	55,0	20,0
Диоксан	360,0	10,0
Этиловый спирт	1900,0	1000,0

высокой вероятностью развиваются в сторону усугубления нарушений или стабилизируются в нарушенном состоянии «навечно». Тот же подход применим и к прочим биомам.

³⁷¹ См. «Аисты против капитализма», <http://www.socialcompas.com/2013/10/08/aisty-protiv-kapitalizma/>

Этилмеркаптан	25,0	1,0
Окись этилена	90,0	1,0
Гептахлор	0,5	0,01
Цианистый водород	11,0	0,3
Метилхлороформ	1900,0	20,0
Хлористый винил	1300,0	30,0
Акролеин	0,25	0,7
Анизидин	0,5	1,0

Источник: Ekel G.J., Teichner W.H., 1976. An analysis and critique of behavioural toxicology in USSR. Washington DC., US Government Printing Office.

Стандарты США – это восьмичасовые взвешенные средние концентрации, советские – максимальные значения, которые нельзя превышать; фактически они ещё строже, чем можно судить просто по цифрам. Первые дают бизнесу максимум свободы экономить на здоровье рабочих, устанавливая предельные концентрации загрязнителей елико возможно высоко, лишь бы не развилось профзаболевание, в связи с которым можно судиться. Вторые устанавливали пределы «по нижней планке», чтобы не нанести даже однократный ущерб здоровью трудящихся, ценившемуся выше экономической выгоды.

2. Рост объёмов ресурсопользования и потребления товаров сопровождается непропорциональным ростом производства отходов на единицу конечной продукции и/или извлекаемого сырья. На староосвоенных территориях, особенно в городах, поддержание социально-приемлемой чистоты сред обитания – воздуха, воды, почвы – требует всё больших затрат, представляя собой «бег на месте».

Дело в том, что по мере истощения богатых запасов ресурсов (руд металлов, нефтяных скважин, рыбных запасов и пр.) нужно переходить ко всё более бедным. Добыча одного и того же объёма руды, нефти и пр. требует всё больше энергии и сопровождается большим объёмом пустой породы, перемещённой, отправленной в отвал и пр. Одновременно требуются всё более мощные (тратящие больше топлива) экскаваторы, рыболовецкие суда и другие средства добычи ресурсов; то же относится к производственным мощностям, служащим для их переработки, обогащения и пр. (рис. 31).

Рис. 31.А. показывает, что содержание меди в руде, добываемой в США, непрерывно снижается. Скачок в 1930-е г. и некоторое повышение в 1980-е вызваны экономическим кризисом и закрытием шахт, ставших нерентабельными – работать продолжили лишь добывавшие более бедную руду. То же верно для прочих руд (рис. 31.Б).

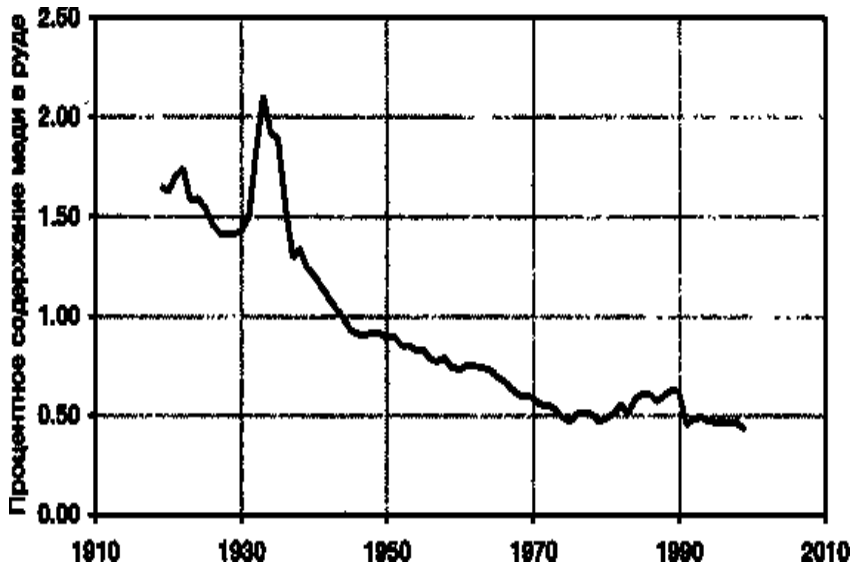


Рис. 31. А. Снижение содержания металла в руде: меди в рудах, добываемых в США
Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Содержание металла, %

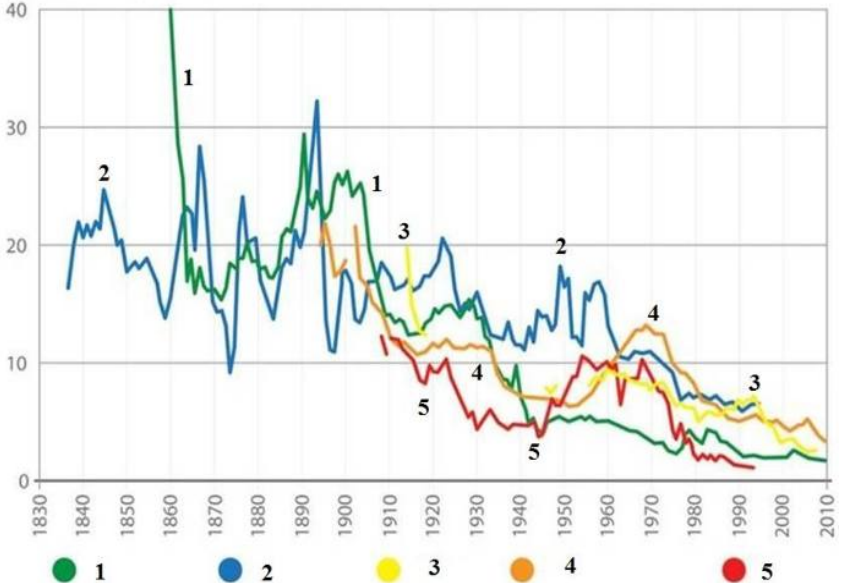


Рис. 31. Б. Снижение содержания металла в руде: золота в разных странах мира
Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Содержание металла, г/т руды. 1 – Австралия, 2 – Бразилия, 3 – Канада, 4 – ЮАР, 5 – США.

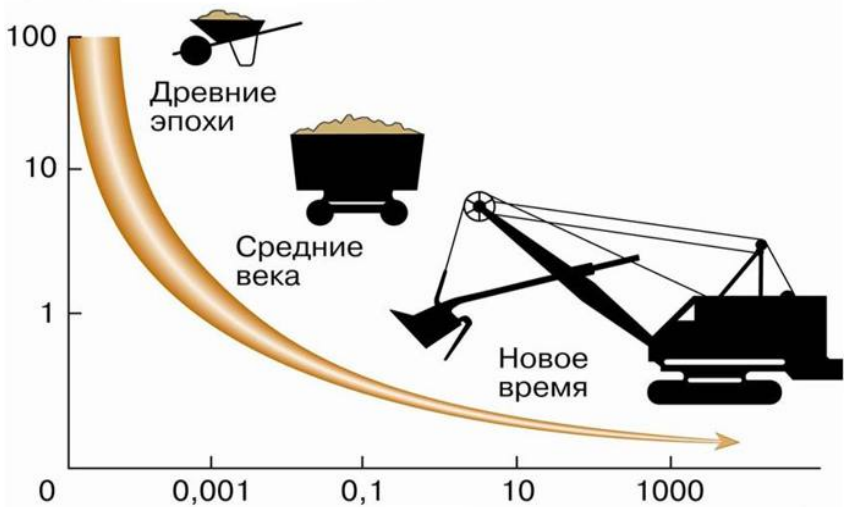
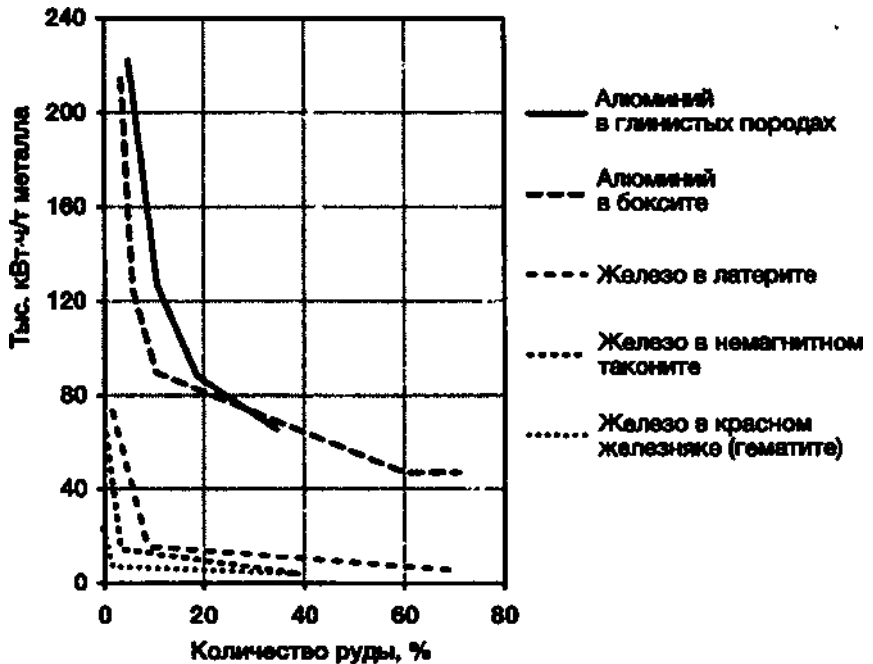


Рис. 31. В. Снижение содержания металла в руде: усреднение по всем рудам
 Обозначения. Ось X – Количество руды в единичном месторождении, млн т., ось Y –
 Содержание полезных компонентов в рудах, %.



Рис. 31. Г. Стоимость обработки земли в 1998 г., \$/га (ордината), а зависимости от доли
 пахотных земель, ещё не вовлечённых в оборот (абсцисса, %)



Д. Затраты электроэнергии на выплавку металла в зависимости от богатства руды
 Обозначения. Ось X – Количество руды, %, ось Y – Тис. кВт*ч/т руды, 1 – Железо в латерите, 2 – Железо в немагнитном таконите, 3 – Железо в красном железняке (гематите).

Рис. 31. Источники: А. «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 3.21. Б. «Будущее на свалке. Чем грозит пик добычи металлов, что такое ресайклинг и зачем он нужен», http://www.gazeta.ru/science/2012/06/20_a_4633317.shtml В. Старостин В.И., 2001. Минерально-сырьевые ресурсы мира в третьем тысячелетии// Соросовский образовательный журнал. № 6. С. 48–55. Г. «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 4.2. Д. То же, рис. 4.7

Падение среднего содержания сырья в медной руде с 8% до 3% резко увеличивает объёмы пустой породы в расчёте на тонну готовой продукции, ниже 3% – увеличивает ещё быстрее. Так, на месторождении Батт в Монтане (описано в главе 1 «Коллапса») среднее содержание меди в руде упало с 30% до 0,5%, и вместо 3 т. пустой породы на тонну меди приходится уже 200 т. отходов. Табл. 15 показывает среднемировые объёмы отходов, производимых при добыче 1 т. металла³⁷².

³⁷² См. также Бигнем-Каньон, штат Юта, США, где ведётся разработка гигантского меднопорфирового месторождения открытым способом. Медная руда здесь была впервые обнаружена в 1850 г. С 1863-го началась разработка карьера, продолжающаяся по сей день. Это крупнейшее в мире антропогенное образование, <http://naturschutz.livejournal.com/55584.html>

Таблица 15

Производство металлов и добыча руды, 1991 г.

Металл	Объём производства, млн т	Объём добычи руды, млн т	Необходимо т. руды для добычи 1 т металла
Fe	571	1428	3
Cu	12,9	1418	110
Au	0,02245	741	303000
Zn	8	1600	200
Pb	2,98	119	40
Al	23,9	104	4
Mg	7,45	25	3
Ni	1,23	49	40
Sn	0,2	20	100
W	0,0315	13	400

Источник: Смирнова Е.В., 2006. Потребление и окружающая среда // Информационный бюллетень НИАЦ «Экология и рациональное природопользование». Вып. 3. С. 5–23.

Примечание. См. самые большие в мире шахты по добыче золота (в списке – только частные), <http://natschutz.livejournal.com/24472.html> и самые большие машины в мире (горные комбайны и карьерные самосвалы), <http://natschutz.livejournal.com/105808.html>

Темп истощения невозобновимых ресурсов виден на примере природного газа. Беря уровень потребления 2000 г., оставшихся неразведанными, но доступных ресурсов хватит на 260 лет, до 2260 года. Если потребление газа растёт $\approx$ на 2,8% ежегодно (что и происходит с 1970 года), газа хватит лишь на 75 лет, до 2075 г. Тогда для поддержания нынешнего потребления каждые 25 лет нужно разведывать такие же запасы, какие были открыты к данному моменту за все предыдущие годы.

Реальная скорость роста потребления газа скорее всего будет выше: многое побуждает переходить с нефти и угля на газ – меньшее загрязнение, борьба с изменением климата, попытка избежать быстрого истощения нефти и пр. При темпах роста 5% сегодняшних запасов хватит всего на 45 лет.

2. У каждого из видов сырья рост потребления сперва увеличивает степень вторичной переработки, но затем она снова падает. «Добыть» его в третьем мире (купив или поставив сговорчивое правительство) оказывается дешевле рециклинга в своей стране. Именно из-за этого (а не из-за меньшей материалоемкости изделий и большей экономии сырья на

производстве, как считают авторы) цены на сырьё падают³⁷³. Что хорошо видно на примере металлов (табл. 16).

Таблица 16

Динамика доли рециклированных металлов в зависимости от общих объёмов их потребления

Потребление металлов, тыс.тонн/год	Цинк, % вторичного металла	Медь, % вторичного металла	Свинец, % вторичного металла	Алюминий, % вторичного металла
<100	4.0	14.2	23.0	13.6
100-200	10.1	17.0	30.1	18.0
200-400	18.8	15.7	35.6	21.9
400-600	29.0	27.3	-	31.3
600-1000	32.0	27.0	48.0	-
>1000	32.0	20.2	48.0	25.5

Примечание. Данные за 1960-90 гг. для 29 стран, на долю которых приходится 60–65% мирового потребления цинка, меди, свинца и 80% – алюминия.

Источник: Люри Д.И., 1999б. Развитие ресурсопользования и региональные экологические кризисы. Автореф. дисс. докт. геогр. наук. М. 35 с.

Табл. 16 показывает, что при всех разговорах о рециклинге доля отслуживших товаров, утилизируемых как сырьё, а не обращающихся в отход, «на длинной дистанции» скорей уменьшается. Добыча меди и золота наносит наибольший вред окружающей среде; для этих металлов подсчитано, что их уже больше добыто («находится на руках» у людей, используется в хозяйстве и лежит на свалках), чем оставшиеся запасы. Добыча тем не менее продолжается³⁷⁴.

Всё это происходит в условиях, когда единственным выходом может быть «больше вкладываться в разработку свалок отходов как месторождений вторичного сырья»³⁷⁵. Но корпорации лишь усиливают освоение новых и более–менее нетронутых «обычных» месторождений, часто более бедных и/или труднодоступных, увеличивая «производимый» экологический риск, вместо использования отходов как вторичных месторождений сырья. Таковы разрекламированные альтернативы нефти

³⁷³ Organization for Economic Cooperation and Development. Sustainable development: critical issues. Paris: OECD, 2001. P. 278.

³⁷⁴ См. Сампай П., 2002. Пора перестать зависеть от добычи полезных ископаемых// Россия в окружающем мире – 2003. М.: изд-во МНЭПУ. С. 159–188.

³⁷⁵ См. Дмитрий Целиков. Шахтёры большого города: в поисках забытых сокровищ, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/ekologiya/10007164/>; Комаров С.М., 2014. LED и потерянные ресурсы// Химия и жизнь. № 11, <http://elementy.ru/lib/432579>

и газу, вроде сланцевых нефти и газа³⁷⁶, нефтяных песков, газификации угля, газоконденсатных жидкостей и пр. Причём обычно известно, где искать эти «месторождения» и как перерабатывать, «подражая» природным процессам очистки³⁷⁷.

Все препятствия – социально-экономического характера: требуется изменить логику капитализма. Если экономическая логика планового хозяйства нацелена на долговременную устойчивость развития территории и использования её ресурсов (природных, трудовых и пр.), то рыночного – направлена на максимизацию краткосрочного выигрыша каждым из хозяйствующих.

Отсюда «экологичность» плановой экономики состоит в следующем³⁷⁸. Какую территорию и вид эксплуатируемых ресурсов ни возьми, составление планов развития (города, территории, региона, с окрестной природой и ресурсами рабсилы) на научной основе требует

³⁷⁶ См. Александр Березин. Новое исследование предсказывает перепроизводство нефти к 2015 году и обвал нефтяных цен, <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/economy/689982/>

Вообще, бум вокруг сланцевых нефти и газа возник потому, что лоббисты добычи в 2005 г. протолкнули закон, выводящий процесс гидроразрыва пластов из-под надзора Агентства охраны окружающей среды США (EPA), осуществляемого в рамках Закона о безопасности питьевой воды. Нефтяная и газовая промышленность – единственные в Америке, кому EPA разрешает закачивать под землю гарантировано опасные материалы (без проверки) непосредственно вблизи подземных запасов питьевой воды (!). Этот процесс при добыче сланцевых нефти и газа требует закачки исключительно токсичных жидкостей и требует массы воды, дальше оказывающейся загрязнённой. См. Уильям Эндаль. «Пузырь сланцевого газа в США лопнул», <http://www.warandpeace.ru/ru/exclusive/view/78275/>

Хороший пример, как бизнес через дружественных законодателей навязывает обществу экоопасные производства при формальной строгости законов в области охраны природы. Экологические последствия данного решения чувствуются уже сейчас, вплоть до попыток Лесной службы США пробить разрешение на добычу сланцевого газа в нацпарках (см. <http://www.socialcompas.com/2014/02/19/ssha-budut-li-doby-vat-slantsevy-j-gaz-v-natsparkah/>).

³⁷⁷ См. Александр Березин. Предложен принципиально новый метод очистки отходов промышленных предприятий, <http://naturschutz.livejournal.com/39075.html>; Канализация нового поколения поможет снизить потребление воды, одновременно генерируя биогаз, http://compulenta.computerra.ru/archive/applied_research/674198/

³⁷⁸ И наоборот – экоопасность рыночной экономики состоит даже не столько в развывании предприимчивости индивидов. Как всякое индивидуальное качество, она может служить охране природы, а может и разграблению. Проблема в конкурентной среде, которую создаёт общество частной собственности и свободного предпринимательства = капитализм. Здесь критерии «эффективности поведения» – максимальная прибыльность вложений (скажем, в промысел рыбы); кто пытается действовать на основе иных критериев (скажем, неистощительного использования рыбных запасов) – разоряется. К другим критериям эффективности капитализм перейти не может (или может, но только временно и локально, что изучала Элинон Острём). Эти же несовместимы с долговременной устойчивостью эксплуатируемых природных сообществ, они разрушаются с подрывом ресурсных запасов. Вложения в восстановление сообществ и очистку отходов те же причины толкают отложить на потом... проблема разрастается в геометрической прогрессии, притом что технологически вполне решаема.

вкладываться в их регенерацию и реабилитацию ландшафтов одновременно с эксплуатацией³⁷⁹.

Уточнение деталей. «Опять же, здесь нет лишних расходов на конкуренцию между компаниями. Не случайно известное биологам условие равновесия между конкурирующими видами, которое дают уравнения Лотки-Вольтерра (без разделения ниш), означает трату известной части ресурсов именно и только на самоё конкуренцию, а не на воспроизводство популяций. И наоборот: экоопасность рыночной экономики – в том, что вложения в добычу ресурсов делаются сегодня, а в регенерацию – завтра, а лучше и послезавтра. Не только частные корпорации, но и рыночно мотивированные граждане стараются всячески оттянуть этот момент, заплатить налоги, идущие на охрану среды, как можно меньше и по же и т.д.

Ибо это работа на общее благо, у которого нет конкретного выгодополучателя, при капитализме не имеющая ни смысла, ни мотивации. Соответственно, упускается время, нарушения естественных экосистем не только не успевают «затягиваться», но разрастаются до уровня, при котором мультиплицируются. Поэтому социально-экономическая система человечества производит загрязнения быстрее, чем природа и человек успевают их очищать, дальнейшее понятно³⁸⁰».

Надежды на технологические решения ложны по той же причине. Сейчас мы имеем необходимые технологии для решения *всех* природоохранных проблем, и даже в приемлемый срок. Проблема не в их отсутствии, а в коммерческих выгодах и общественных стереотипах (определяющих, какие из технологий развивать, в какие производства вкладываться), способствующих движению по кризисной траектории вместо ухода с неё к устойчивости. Когда в обществе доминируют интересы бизнеса, его ориентация на максимальную прибыль сегодня захватывает и обычных людей. В принципе заинтересованные в устойчивом существовании, они обращаются в «гениев–потребителей», чем поддерживают бизнесменов в экономии на природоохранных налогах, очистке отходов и регенерационных затратах. То и другое радикально склоняет чашу весов в пользу развития первого рода технологий и держит в небрежении вторые.

Современный капитализм – такое же препятствие для решения проблем загрязнения, разрушения природных биомов и антропогенной регенерации сырья из отходов, как самодержавие для электрификации России³⁸¹. Скажем, есть явные достижения в переработке отходов; благодаря им уже можно сказать, что «современная мировая экономика, как и природа, теперь развивает отрасли переработки», что она

³⁷⁹ Тем более идеология СССР и других «стран коммунизма» требовала «уверенности в завтрашнем дне», т.е. всеобщей занятости и безкризисного развития (ибо кризисы конъюнктуры больше всего угрожают устойчивости жизни и работе людей, бизнес от них скорее выигрывает).

³⁸⁰ См. **Заключение.**

³⁸¹ См. <http://wolf-kitses.livejournal.com/140458.html>

изменяется в сторону экосистемного идеала³⁸², превращаясь из отрасли, зависящей в основном от рабочей силы, в капиталоемкую и энергоёмкую сферу деятельности.

«В ней используются механические ворошители компоста, измельчители, сетчатые фильтры, котлы-утилизаторы, смесители шлама, автоматы для приёма пустой посуды, возвращающие потребителям залоговую стоимость за бутылки, банки и многое другое³⁸³. Управляют отраслью компании, участвующие в программе переработки мусора для промышленных предприятий и муниципалитетов³⁸⁴.

Самые предусмотрительные производители выпускают продукцию такой, чтобы после использования её можно было разобрать и утилизировать. Новые модели **BMW**, например, оснащены пластиковым внутренним корпусом, который полностью поддается переработке – он специально так изготовлен. На пластики всё чаще наносится специальная маркировка, в которой указывается тип полимера. Разные типы пластмасс нельзя смешивать между собой, а маркированную продукцию легко рассортировать и утилизировать отдельно.

Мелкие усовершенствования, если их много, вместе могут привести к большому изменению. В 1976 г. изобретена новая конструкция ключа для алюминиевых банок с прохладительными напитками. После того, как банку открыли, ключ больше не отделялся от неё и в итоге поступал на утилизацию вместе с пустой банкой. К концу тысячелетия североамериканцы ежегодно использовали более 105 млрд. алюминиевых банок, из которых на переработку поступало примерно 55%. Это значит, что каждый год переработка только ключей для банок сэкономила 16000 т. алюминия и примерно 200 млн. кВт*ч электроэнергии...

Однако переработка твёрдых отходов связана лишь с конечной и наименее сложной частью материальных потоков. Эмпирическое правило гласит: на каждую тонну мусора, образуемого у конечного потребителя, приходится примерно 5 т. отходов на стадии производства и ещё 20 т. – в

³⁸² Здесь авторы проводят ту же мысль, что А.С. Керженцев: «Разделение и переработка материалов после использования – это шаг навстречу устойчивому развитию. Материалы начинают перемещаться в экономической системе по замкнутым циклам – подобно тому, как это происходит в природе. В экосистемах отходы, производимые одним процессом, становятся сырьём для других процессов. Огромное количество экосистем, особенно почвенных, занято переработкой «отходов природы»: вещества разлагаются на составляющие, которые природа использует снова и снова». (op.cit., С. 128–129).

³⁸³ См. Андрей Величко. Создан робот для сортировки промышленного мусора, <http://compulenta.computerra.ru/archive/automation/603769/>; Иван Карташев. Разработана технология производства дешёвого спирта из любого органического сырья, <http://compulenta.computerra.ru/archive/biotechnology/346446/>; Дмитрий Целиков. Об унитазак..., op.cit.

³⁸⁴ См. Катрин де Сильви, 2011. История мусора: от средних веков до наших дней. М.: Текст. 516 с.

месте добычи ресурса (на шахтах, нефтяных скважинах, участках вырубki леса, на с/х полях и т.п.). Лучший способ уменьшить эти потоки отходов – увеличить срок службы конечной продукции и снизить потребность в первичном сырьё» (Медоуз и др., 2008: 128).

Легко видеть, что стратегия производителя и торговца при «бизнесе как всегда» прямо противоположна (исключая рывки в кризис, вроде энергетического после войны Судного дня). Пока существует капитализм, вывоз отходов в страны третьего мира (полная переработка там невозможна³⁸⁵, а неполная крайне опасна и лишь консервирует нищету переработчиков³⁸⁶) выгоднее рециклинга в развитых. В соответствии с логикой капитализма, большинство участников рынка идут этим путём, а оазисы полной и высокотехнологичной переработки скорей изолируются от практик большинства и всё больше контрастируют с ними, чем меняют их.

Лишь плановая экономика социализма позволит переработке с антропогенной регенерацией сырья возобладать над спихиванием отходов «дикой природе» или «соседям послабее». Соответствующие технические достижения уже есть, план, ориентированный на устойчивость, а не прибыль, заставит внедрить их везде, где необходимо, не используя до последнего «грязное» оборудование в отсталых регионах, в провинции и пр. А сегодня, независимо от прогресса науки (или общего – цивилизации), развязывание предприимчивости индивидов и рыночные отношения в XXI веке также губительны для биоресурсов, как в XVII.

10. Политические аспекты экологического кризиса

Далее авторы архивно указывают, что 1) причины замалчивания и отрицания выхода за пределы или опасностей коллапса – в том, что это проблемы **политические**, неотделимые от вины и ответственности за происходящее; 2) какие страны и социальные группы должны предпринять максимум усилий по изменению ситуации. «Любое упоминание о снижении роста тут же приводит к наболевшей проблеме распределения ресурсов³⁸⁷ и к поиску ответственных за создавшееся

³⁸⁵ Даже в развитых странах, при вышеописанных технологических достижениях, перерабатывающие компании предпочитают использовать ручной труд бездомных, мигрантов и других представителей underclass. См. *Ю.В.Ермолаева*. Мусорособиратели: вредный труд, необходимый обществу? <http://www.socialcompas.com/2014/09/13/musorosobirатели-vredny-j-trud-neobhodimy-j-obshhestvu/>; *Джеффри Хэйс*. Мусор в Китае, <http://wolf-kitses.livejournal.com/371288.html>; сноску 139.

³⁸⁶ См. *Дмитрий Целиков*. Токсичные отходы опаснее инфекционных заболеваний (для жителей развивающихся стран), <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/meditsina/10006704/>

³⁸⁷ И антиресурсов – заводов, производящих прибыль одним и проблемы со здоровьем/экологический риск другим, иногда вместе с зарплатой, а иногда нет. См. сноску 139.

положение. ... Экологи часто используют формулу, которую они называют *IPAT* (*Impact, Population, Affluence, Technology* – нагрузка, население, благосостояние, технология). Экологическая нагрузка любой страны зависит от численности населения *P*, умноженного на уровень достатка *A* и на уровень технологического развития *T*, поддерживающего этот уровень достатка³⁸⁸.

Снижение нагрузки на среду обитания требует, чтобы каждое общество приняло меры к уменьшению самого большого из этих множителей. В странах Юга самый значимый фактор – численность

³⁸⁸ Здесь неточность – благосостояние развитых стран поддерживают в том числе (а то и в первую очередь) устаревшие производства, опасные для людей и природы, выносимые ТНК в страны «третьего» и «второго» мира в рамках закономерности, описанной ещё в 1932 г. японским экономистом К.Окамацу и красиво названной «летающие гуси», <http://wolf-kitses.livejournal.com/168361.html>

Согласно ему технически лидирующая страна постепенно передаёт свои производственные мощности следующим за ней странам. С ростом их собственного технологического и кадрового потенциала, с ростом оплаты рабочей силы её капиталисты переносят производства в страны, по уровню технико-экономического развития стоящие впереди за ними, и т.д. Сначала вниз по цепочке передаётся текстильное производство, потом химическое, потом металлургия, за ней автомобилестроение и наконец, электроника. Теория Акамацу опиралась на опыт Японии, в то время ещё развивающейся страны (одной из двух таких, действительно сумевших «развиться», вторая – СССР).

На уровне отдельной фирмы действуют свои закономерности, впервые сформулированные Р. Верноном в теории «жизненного цикла» продукта. Суть в том, что каждый технологически новый продукт проходит в своём развитии четыре фазы: внедрение, экспоненциальный рост, замедление роста и закат. На первом этапе фирма–новатор остаётся монопольным производителем и экспортёром данного товара. На втором иностранные компании начинают осваивать это новшество и отчасти замещать экспорт пионерной фирмы. На третьей они становятся уже серьёзными конкурентами на внешних рынках; на четвёртой – настолько овладевают производством данного товара, что сильно конкурируют с фирмой–пионером на внутреннем рынке её страны.

Таким образом, исторически сложившаяся структура международного разделения труда постоянно модернизируется переносом из высокоразвитых стран в менее развитые самых трудоёмких, материалоемких и энергоёмких и экологически опасных производств. Туда же «сбрасываются» технологии и виды изделий, прожившие первые стадии своего жизненного цикла. Так сказать, отходы технологического развития развитых стран отравляют возможности развития развивающихся, держа их в зависимости.

Следовательно, глобальный капитализм устроен так, что развивающиеся страны не могут воспользоваться «преимуществами отсталости». Их индустриализация осуществляется не «своими силами», а почти исключительно ТНК и их филиалами. Поэтому туда «сбрасываются» всё, отработавшее своё, и невыгодное в более развитых странах. Даже если страну индустриализируют «свои» капиталисты, в 99% случаев они поступают так же, поскольку от мирового рынка зависят больше, чем от национальных производительных сил и, соответственно, являются компрадорскими, а не «национальными».

Схема «сбрасывания» наиболее отсталых звеньев технологических цепочек, «концы которых» находятся в странах «золотого миллиарда» (им и достаются «вершки» производства) в целом напоминает многоярусный фонтан. «Вода» – устаревшие технологии, производства, оборудования, – переливается из верхних ступеней в нижние и, естественно, блокирует возможность опережающего развития.

населения P^{389} , Запада – благосостояние A , Восточной Европы – развитие технологий T . A определяется высоким уровнем потребления: количеством часов, проведённых перед телевизором, за рулём автомобиля или просто в тиши комфортабельной комнаты. Экологическая нагрузка в зависимости от уровня достатка выражается в потреблении материальных потоков, энергии, а также связанных с этим выбросов в окружающую среду. Если кто-то выпивает в день 3 чашечки кофе, нагрузка будет зависеть от того, какая посуда при этом использовалась: пластиковые одноразовые стаканчики или традиционные керамические чашки.

Использование многоразовой посуды влечёт за собой расход моющих средств и воды, а также небольшой поток новой посуды, чтобы заменить ту, что разобьётся за год. Если же человек использует пластиковые стаканчики, то поток отходов включает в себя все стаканчики, использованные за год, а также нефть и химикаты, потраченные при их производстве и транспортировке к месту использования³⁹⁰» (Медоуз и др., 2008: 149–150).

Неэффективные, устаревшие производства в странах «третьего мира» (а сейчас и Восточной Европы) расходуют на единицу продукции много больше ресурсов, чем модернизированные аналоги в развитых странах, однако это увеличивает качество жизни не в первых, а во вторых. Чем богаче ресурсами страны периферии миросистемы (бывшие соцстраны и развивающиеся), тем выше риск, что из этого следует не «хорошая жизнь», а проблемы.

Плантации монокультур – кофе, какао, хлопка, арахиса, как и рудники, несут прибыль владеющим ими корпорациям и/или покровительствующим им чиновникам. А местному населению остаются отравленные (засоленные) подземные воды, эродированные почвы, отвалы пустой породы и прочие разрушенные ландшафты³⁹¹. Это описано Джаредом Даймондом для самого бедного штата США с лучше всего сохранившейся дикой природой – Монтаны, и сырьевой страны из числа развитых – Австралии (глава 13 «Коллапса»).

³⁸⁹ Остановка роста которой требует распространения не средств контрацепции, а бесплатного образования, особенно для девочек. Сегодня для всех стран Юга, кроме Африки, Индии и Йемена с Палестинской автономией, этот прогноз устарел или устаревает ввиду демографического перехода, главным фактором делается уровень развития технологий, как в Восточной Европе. См. *Екатерина Бордунова*. «Молодёжь в странах Ближнего Востока», <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0415/student03.php>; *Николай Третьяков*. Образование – самый важный фактор в демографических прогнозах, <http://compulenta.computerra.ru/archive/socdem/625299/>

³⁹⁰ Способы выращивания кофе в разных странах также отличаются по урожайности используемых сортов, риску потери почвенного плодородия, изнурительности труда и зарплате рабочих и пр.

³⁹¹ См. *Сампал П.*, 2002, *op.cit.*

Таким образом, современное производство, транспортировка, добыча сырья наносят экологический ущерб сразу на разных уровнях (от здоровья людей до разрушения природных биомов и вымирания видов), но в одном направлении – приватизации прибыли и социализации убытков. Как понудить бизнес, отхвативший «вершки», компенсировать ущерб, понесённый населением, получившим «корешки»? Как научить его проводить экообустройство и экореставрацию нарушенных ландшафтов в том (самом благоприятном) случае, если «загрязнитель платит», есть средства, свободное время, рабочие руки, техника и прочие ресурсы?

Правда, авторы дальше лукавят: «В «реальном мире» существует множество других пределов, включая социальные и административные. Некоторые из них неявно введены в модели World3, поскольку основные параметры модели взяты из «реальной» истории за прошедшие 100 лет. Однако в модели World3 нет войн, нет забастовок, нет коррупции, нет терроризма... Смоделированное население делает всё, что может, для решения проблем, без оглядки на политическую борьбу, этническую нетерпимость или коррупцию. Поскольку в модели нет многих социальных пределов, она рисует в целом очень оптимистичную картину нашего будущего» (Медоуз и др., 2008: 174).

Именно отсутствие политической борьбы делает моделируемый мир хуже реального. Ведь только она окорачивает «экономический способ мышления», господствующий в модели именно потому, что там нет политики и социального действия, отдельных от экономической активности, а то и противопоставленных ей. Как бы «дружно» индивиды ни «решали проблемы развития», они могут лишь встроиться в мир, организованный и устроенный владельцами капиталов; а там экологический кризис гарантирован. Они не могут не только устроить войну или заняться террором, но и ужесточить экологическое законодательство, невыгодное корпорациям, и его соблюдать, вкладываться во вторичную переработку собственных изделий после использования и пр.

Как пишут сами авторы: «С консервативной точки зрения экономика США может функционировать в том же объёме, что и сейчас, но с вдвое меньшими затратами энергии и при таких же денежных расходах, что и сейчас или даже ниже – за счёт современных технологий. Это позволило бы США приблизиться к современному уровню энергоэффективности, достигнутому в Западной Европе и уменьшить мировое потребление нефти на 14%, угля на 14% и газа на 14%. Такие же или даже большие улучшения в области эффективности вполне достижимы в области эффективности вполне достижимы и в Восточной Европе, и в менее развитых в промышленном отношении странах мира» (Медоуз и др., 2008: 122).

Однако без политической борьбы обе благоприятные возможности нереализуемы в принципе. В США – поскольку там государство полностью подчинено бизнесу и обслуживает его интересы, возможность давления общества для уменьшения производимых им экологических и социальных рисков существенно меньше, чем в Европе, где сильны левые и экологические организации³⁹². В странах Восточной Европы тому же препятствуют «летающие гуси».

4. Стоимость эксплуатации ресурсов непрерывно растёт даже при стимулируемом системой отставании вложений в регенерацию сырья, как и стоимость поддержания ключевых параметров среды обитания человека на приемлемом уровне чистоты. См. на примере мероприятий по очистке отходов разных производств в бассейне р.Делавар (рис. 32), как возникает своего рода «бег на месте»³⁹³.

«В истории с загрязнением Рейна можно увидеть и успехи, и неудачи в защите водной среды от отходов. После Второй мировой войны растущие уровни загрязнения постепенно привели к уменьшению концентрации растворенного кислорода в водах Рейна, а ведь от кислорода зависят практически все речные формы жизни. Уровень кислорода достиг минимума примерно в 1970 г., и река стала почти безжизненной, но к 1980 г. положение улучшилось, в основном в результате больших финансовых вложений в очистку сточных вод. Однако с токсичными тяжелыми металлами (ртутью и кадмием) очистным сооружениям справиться не удавалось, и их концентрация в водах Рейна уменьшилась только потому, что страны, через территорию которых протекает река, приняли очень жесткие законы против загрязнения окружающей среды.

В результате к 2000 г. тяжелых металлов в воде оставалось уже очень мало. Но вот в иле и донных отложениях они по-прежнему есть, а поскольку тяжелые металлы химически не разрушаются, их концентрация по-прежнему велика, особенно в дельте Рейна. Концентрация хлора тоже остаётся высокой. Страны, находящиеся ниже по течению, до сих пор не придумали способ борьбы с главным источником хлора – соляными копиями в Эльзасе – хотя и предполагается, что их, наконец, закроют. Загрязнение нитратами из-за стоков с сельскохозяйственных полей, где используются химические удобрения, тоже остается высоким.

³⁹² Как именно это происходит, подробно описано в книге профессора Йельского университета Майкла Паренти «Демократия для избранных. Настольная книга о политических играх США» (перевод с 7-го английского издания М.Горбатко. М.: Республика, 2006. 416 с.). В тех сферах, где это противодействие недостаточно развито – вроде охраны дикой природы в Финляндии – ситуация сходна с американской.

³⁹³ Или обратные им показатели – предельно допустимые уровни загрязнения воды, воздуха, почвы, пищи и пр. компонент среды обитания. Вместе они образуют социально-приемлемый уровень экологических рисков.

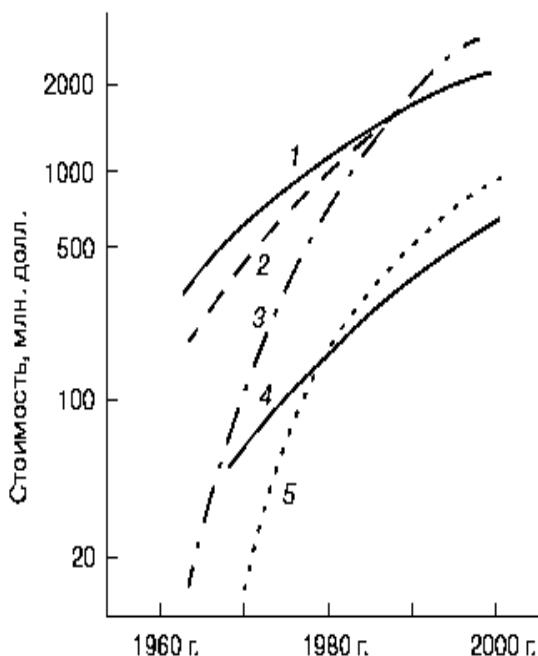


Рис. 32. «Бег на месте» в борьбе с загрязнениями – поддержание приемлемой чистоты водоёмов, воздуха и пр. требует всё больших вложений (ось ординат, \$ млн.)

Обозначения. 1 – Обработка стоков, 2 – Твёрдых отходов, 3 – Автомобильных загрязнений, 4 – Промышленных отходов, 5 – Энергетических отходов.

Источник: Королёв В.А., 1996. Современные проблемы экологической геологии// Соросовский образовательный журнал. 1996. № 4. С. 60–69.

Поскольку источники таких загрязнений не точечные, а распределенные, очистные сооружения в этом случае бесполезны. Единственный способ борьбы – изменить принятые методы ведения сельского хозяйства по всему бассейну Рейна. И несмотря на остающиеся проблемы, стоило отпраздновать появление первого лосося в водах реки в 1996 г., ведь в долине верхнего Рейна, около Баден-Бадена, лосось исчез больше 60 лет назад...

Вложением нескольких десятков миллиардов долларов в очистные сооружения бывшие сточные ямы удалось превратить в водоемы с качеством воды, пригодным для разведения лосося. Самый известный пример, наверное, Темза. Даже вода Нью-Йоркского залива с 1970 г. стала чище... Более чистая вода означает, что выбросы в расчете на единицу человеческой деятельности уменьшились сильнее, чем за это же время выросли объемы самой деятельности. Экологическая нагрузка на

водотоки уменьшилась. То же самое происходит во многих промышленно развитых странах и с качеством воздуха. За счет сочетания строгого законодательства, финансовых вложений в технологии очистки, а также перехода на новые, более чистые технологии производства, уровень загрязнения воздуха пылевыми частицами, диоксидом серы, монооксидом углерода и свинцом в США и в Великобритании за последние несколько десятилетий был уменьшен очень резко.

И даже концентрация тех загрязнителей, которые сложно уловить (например, оксиды азота NO_x и озон в нижних слоях атмосферы), тоже уменьшилась. Это произошло, несмотря на то, что за прошедшее время производство энергии и тепла только возросло, да и транспортная отрасль набрала еще большие обороты в перевозке людей и грузов. Удалось добиться определенных успехов в избавлении от более современных токсичных веществ, таких как полихлорированные бифенилы (*ПХБ*), *ДДТ*, другие пестициды. И все же такой успех в основном носит локальный характер (Медоуз и др., 2008: 134–136).»

Но постоянно растущие «затраты на очистку» среды вложены в развитых странах, где потребительское давление выше всего – то есть наименее эффективно. Ведь именно там выше и образование загрязнений, и больше нарушены естественные экосистемы, т.е. восстановить приемлемое состояние трудней и дороже.

5. То же самое верно для отходов производства: с ростом степени очистки цена конечных продуктов экспоненциально растёт. В какой-то момент (наибольшая крутизна экспоненты) небольшое приращение степени очистки означает радикальное увеличение стоимости. Рис. 33 показывает эту тенденцию для оксидов азота. Обеспечение 50% степени очистки от них достаточно дешёво; при переходе к 80% очистке стоимость вырастает, но приемлемо; расходы на большее очищение так растут быстро, что делаются непомерными. Развитие технологий лишь сдвинет кривые рис. 33 вправо, но не изменит характера. Может быть, в будущем эти производства (или транспортные средства) перейдут на технологию, исключаящую выброс дымовых газов, загрязнённых оксидами азота и другими современными загрязнителями. Однако у них будут свои загрязнения, стоимость очистки которых возрастает по той же кривой.

Соответственно, предприниматели из всех сил откладывают этот момент, используя послушную им прессу, партии и политиков. Поскольку загрязнения накапливаются нелинейно, за время задержки ситуация успеет ухудшиться, потребуется ещё большая степень очистки и пр.

«Загрязнитель воздуха – оксиды азота NO_x – можно извлекать из выбросов по низкой цене до определенного значения, однако для высоких степеней очистки расходы начинают стремительно расти. Кривая

предельной стоимости извлечения оксидов азота NO_x рассчитана для 2010 г. для Организации экономического сотрудничества и развития Европы и для бывших республик Советского Союза в евро на тонну извлекаемых веществ» (Медоуз и др., 2008: 248).

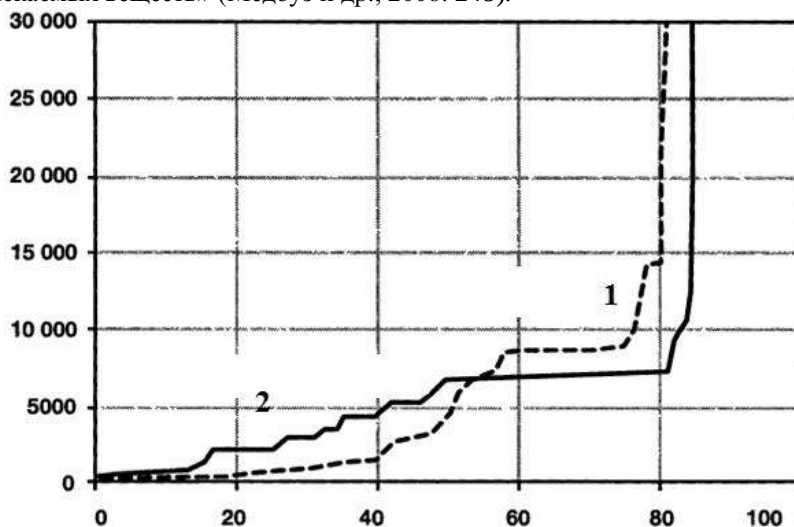


Рис. 33. Стоимость конечной продукции как функция степени очистки отходов соответствующего производства

Обозначения. 1 – Бывшие республики Советского Союза, 2 – Страны Организации по экономическому сотрудничеству и развитию Европы. Ось X – Степень очистки, %, ось Y – Предельная стоимость, евро/т

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 6.6.

Доиндустриальная экономика основана прежде всего на сельском хозяйстве и сфере услуг. Когда контур роста капитала начинает действовать, растут все сектора экономики, но промышленный сектор некоторое время растёт быстрее всех. После того, как промышленная база построена, дальнейший рост смещается в сферу услуг. Последние на первый взгляд кажутся «бесплотными», однако предприятия по продаже услуг также требуют, чтобы их постоянно поддерживали материальные потоки, притекали ресурсы и оттекали отходы.

Нужно строить больницы, школы, банки, магазины и отели. Они потребляют воду, топливо, электричество, продукты питания, для них изготавливается специфическое оборудование, а транспорт обеспечивает «метаболизм». «Понаблюдайте за грузовиками, доставляющими продовольствие, бумагу, топливо и оборудование, или за мусоровозами, вывозящими отходы; попробуйте оценить, сколько воды подается через водопроводы и отводится через канализацию, и тогда станет совершенно

ясно, что сфера услуг требует, чтобы ее постоянно поддерживали физические потоки (притоки ресурсов и стоки отходов)» (Медоуз и др., 2008: 67). Всё это создаёт значительную нагрузку на окружающую среду.

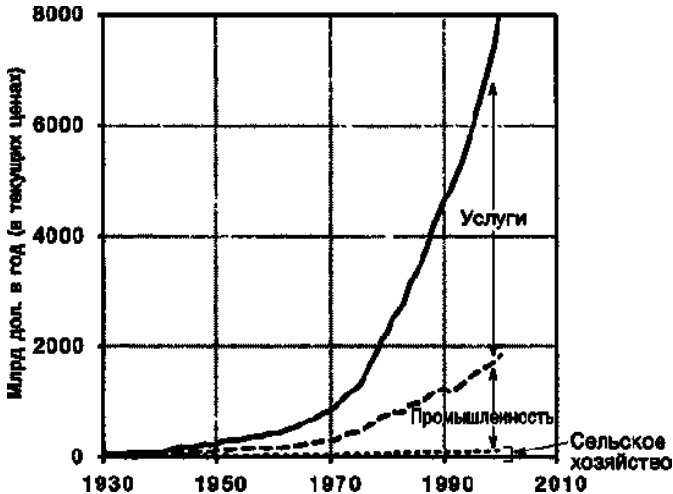


Рис. 34. Рост экономики США в XX веке

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 2.12.

См. рис. 34; хотя с 1960-х гг. основной вклад в рост ВВП США даёт сектор услуг, национальные промышленность с сельским хозяйством не «усыхают», но растут в абсолютном выражении. В развивающиеся страны выносятся производства с отсталыми, ресурсоёмкими и загрязняющими технологиями, передовые же разрабатываются на месте, в непосредственной близости от НИОКР, центром которых США остаются и останутся на ближайшую перспективу³⁹⁴.

Уточнение деталей. Важно отметить, что «постиндустриальная экономика» — это миф, идеологический лозунг³⁹⁵. «Даже работа с информацией нуждается в поддерживающих материальных потоках. Персональный компьютер — это несколько кг пластмассы, металла,

³⁹⁴ См. «В России наука умирает, а США остаются «мировым мозгом», <http://tolk.ru/?p=7981>

³⁹⁵ См. Сергей Ермолаев. Почему капиталистическое общество не может быть постиндустриальным? <http://wolf-kitses.livejournal.com/91477.html> Упор на «услуги» и «инновации» в развитых странах возможен только за счёт зависимого развития стран «периферии» современной мир-экономики, куда первые (её «ядро» в терминах миросистемного анализа) вывозят капитал, экспортируют технологии и услуги по модели «летающие гуси». Чем консервируют их отсталость, с неспособностью воспользоваться её преимуществами, чтобы догнать «ядро»; войти туда получалось лишь «плацдармам в борьбе с коммунизмом», как у Южной Кореи с Гонконгом. См. Артём Курничёнок. «Как Гонконг пришёл к успеху?», <http://liva.com.ua/hong-kong-riot.html>

стекла и кремния. «Средний компьютер в 1997 г. весил 25 кг и потреблял 150 Вт электроэнергии, а при его изготовлении больше 60 кг материалов уходило в отходы... Люди, которые работают с информацией – создают, обрабатывают, используют ее – еще и каждый день едят, водят машины, живут в домах, работают в зданиях с системами отопления и кондиционирования, и даже в век электронных средств передачи информации расходуют огромное количество бумаги.

Контур положительной обратной связи, описывающий деятельность мирового капитала, работал столь интенсивно, что физический капитал увеличивался быстрее, чем росла численность населения. В период с 1930 по 2000 гг. денежное выражение мировой промышленной продукции выросло в 14 раз... Если бы в этот период население не выросло, то уровень материального благосостояния увеличился бы в 14 раз, но в реальности произошло иначе, и промышленное производство на душу населения увеличилось только в 5 раз. В период с 1975 по 2000 гг. промышленная экономика практически удвоилась, но производство на душу населения возросло меньше чем на 30 %» (Медоуз и др., 2008: 69).

Развитие процессов 1–5 надёжно фиксируется в последние 50–80 лет, причём они *«обгоняют» экономический рост*. Что обобщили авторы в перечне симптомов выхода за пределы и развития по кризисной траектории (7):

«– Для компенсирования обслуживания окружающей среды, которое раньше не требовало расходов и производилось самой природой, привлекаются дополнительные капиталы, ресурсы и рабочая сила. Например, этого теперь требуют обработка сточных вод, очистка воздуха, воды, борьба с участвовавшими и усилившимися наводнениями, с расплодившимися сельскохозяйственными вредителями, восстановление питательных веществ в почве, опыление, сохранение биоразнообразия и т.д.;

– Капитал, ресурсы и рабочая сила отвлекаются от производства промышленной продукции и направляются на добычу ресурсов в более рассредоточенных и бедных месторождениях, расположенных дальше и залегающих глубже;

– Развиваются новые технологии, позволяющие использовать доступные в небольших количествах, менее ценные ресурсы, обладающие низким качеством и бедным содержанием целевых продуктов, поскольку высококачественные ресурсы уже израсходованы;

– Разрушаются природные механизмы самоочищения, растут уровни загрязнения.

– Выбывание капитала (амортизация) превышает инвестирование, его восполнение недостаточно, в результате капитал сокращается, что особенно заметно в отраслях, где оборудование рассчитано на большой срок службы;

– Растут потребности в капитале, ресурсах и рабочей силе в промышленном и оборонном секторах, поскольку необходимо обеспечить защиту и доступ к остающимся запасам ресурсов, которые расположены в меньшем числе всё более удалённых областей или враждебных районов;

– Откладываются инвестиции в человеческие ресурсы (образование, здравоохранение, строительство жилья), поскольку средства направляются в первую очередь на немедленное потребление, неотложные вложения, на уплату долгов или обеспечение обороноспособности³⁹⁶;

– Растёт относительная доля долгов в фактическом годовом объёме производства;

– Ухудшаются состояние здоровья населения и качество окружающей среды;

– Увеличиваются противоречия, особенно между ресурсами и стоками;

– Изменяется структура потребления, поскольку население больше не в состоянии платить за реальные потребности и может позволить себе только необходимое;

– Растёт общественное недовольство методами, используемыми всё чаще правящим классом для сохранения или увеличения своей доли в истощающейся ресурсной базе;

– В природных системах усиливается хаос, «природные» катаклизмы наступают чаще и становятся сильнее, поскольку устойчивость окружающей среды уменьшается» (Медоуз и др., 2008: 201–202).

Поэтому кризис – это *выход за пределы*, сопровождающийся их *разрушением*³⁹⁷, и *переполнением стоков*. Противопоставляя вслед за А.С. Керженцевым³⁹⁸ процессы анаболизма–катаболизма в естественных экосистемах и в современной экономике, видим, что так называемый «постиндустриальный сектор» – лишь вершина «производственной пирамиды», аналогичной экологической.

³⁹⁶ К слову, это одна из причин официально объявленной (голландским королём Виллемом-Александром) ликвидации социального государства в развитых странах. Две другие: вывод производств в страны «третьего мира», под угрозой которого профсоюзы и левые партии развитых стран сдали все завоёванные позиции, вместо давления на бизнес в пользу людей труда стали его обслуживать и ему угождать, и исчезновение страха перед привлекательной альтернативой после гибели СССР. См. «Epic fail социал-демократии», <http://www.socialcompas.com/2014/05/12/epic-fail-sotsial-demokrati/>

³⁹⁷ Поэтому процесс входит в клинч – стремление сохранить и не снизить прежний уровень ресурсопользования в условиях истощения ресурса и/или разрушения воспроизводящего ландшафта достижимо только за счёт ещё большей нагрузки на последний, ещё большей концентрации усилий на добыче ресурсов вместо перестройки хозяйствования в сторону антропогенной регенерации. Это ведёт к ещё большему разрушению эксплуатируемых ландшафтов, и так далее. Поэтому для каждого из ресурсов и/или эксплуатируемых территорий (ландшафтов) перестройку хозяйства в сторону большего участия человека в их воспроизводстве нужно производить *заранее*, до «вползания» в кризис. Или, коль это последнее произошло – быть готовым к временному снижению объёмов ресурсопользования. См. **лекцию 3**.

³⁹⁸ См. Керженцев А.С., 2000, *op.cit.*

В природе в основании «пирамиды» – продуценты, в хозяйстве – производство продуктов питания: ему требуются наибольшие площади, оно хуже всего поддаётся концентрации и пр. «Над ними» в природе надстраиваются фитофаги, консументы первого порядка; в экономике это добыча нефти, угля, другого сырья. Третий уровень: отрасли, производящие «хлеб экономики», самые энергоёмкие и массовые продукты: сталь – 40% общего энергопотребления, цемент – 15%, пластики – 15%, бумага и картон – 10% и алюминиевые сплавы – около 7% (Комаров С.М., 2013. «Цивилизация старьёвщика»). Дальше их переделывают в *изделия* групп «А» и «Б»: средства производства и предметы прямого потребления.

Каждый следующий слой «уже» предыдущего: его функционирование требует меньшей территории и материальных потоков, при большей роли знаний и информации. Отсюда объёмы материальных потоков, поддерживающих мировое хозяйство, зависят не от развитости «постиндустриального сектора», но лишь от *формы пирамиды*. В сегодняшнем «капитализме без границ», как и в модели Медоузов, за всякое увеличение «экологичности» её «верхушки» платится непропорциональным расширением её экоопасного «основания» пирамиды (рис. 8). Что «грязь» переносится в другие страны, не суть важно.

11. Пределы реального мира, их отражение в модели

Далее авторы приводят факты, иллюстрирующие как превышение пределов, так и неустойчивость использования основных видов ресурсов, в первую очередь то, что лимитирует развитие и вызывает коллапс в стандартном сценарии. Это производство загрязнений с темпом, опережающим возможность очистки, и сокращение производства продуктов питания, из-за потерь с/х земель и их загрязнения, снижающего плодородие. Табл. 17 показывает, насколько человечество приблизилось к отдельным пределам модели, в 1990 году. Сейчас ситуация хуже; к тому же пределы, учитываемые в модели, табл. 17 представляет не полностью (а есть ещё биоценотические, см. «Вместо аннотации»).

Таблица 17

Пределы использования разных ресурсов планеты: прогнозы «World3» и реальная ситуация

Ресурсы	Предел	1990 г., использование
Земельные	3.2 млрд. га	1.5 млрд. га
Водные	10000 км ³ /год	4000 км ³ /год

Лесные	6 млрд. га	2 млрд. га
Нефть	2500 млрд. баррелей	610 млрд. баррелей
Минеральное сырьё всего	200 лет при нынешней добыче	
Урожайность зерна	65 ц/га	25 ц/га
Емкость стоков	10	1

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, *op.cit.*

12. Земля

По возобновимым ресурсам это в первую очередь **плодородные земли**, пастбища и другие территории, эксплуатируемые для производства продуктов питания (в большей и лучшей части, увы, неустойчиво). С одной стороны, их «съедает» урбанизация, с другой – эрозия. Хотя сейчас производство продовольствия растёт в основном за счёт роста продуктивности используемых площадей, а не введения новых, интенсификация с/х не противоречит неустойчивости использования, а сопряжена с ней³⁹⁹.

Поэтому даже интенсивное земледелие пока не даёт возможность использовать постоянные поля и пастбища, без «покушений» на природные ландшафты вокруг. Или, точнее, для этого урожайность должна расти быстрее, чем теряется почвенное плодородие от эрозии, засоления, застройки, затопления при строительстве ГЭС, чего до сих пор не достигнуто.

Ввод новых земель примерно уравнивает потерю старых только по площади, но не качеству. Самые плодородные и удобные земли обрабатываются первыми, они в значительной степени истощены и/или захвачены ближайшим городом (непрерывный рост которого поддерживается в том числе и их продуктивностью). Приходится включать в оборот всё худшие участки – легко эродируемые, плохо обеспеченные водой, и требующие расходов на орошение.

Уточнение деталей. «По оценкам экологической программы ООН, выполненным в 1986 г., за прошедшие 1000 лет люди превратили около 2 млрд. га плодородных земель в пустоши, на которых земледелие невозможно. Это больше, чем все современные посевные площади, вместе взятые. Около 100 млн. га утрачено из-за засоления, на других 110 млн. га снижается продуктивность. Скорость, с какой утрачивается плодородный слой почвы – гумус, постоянно растёт. До промышленной революции она составляла примерно 25 млн. т. в год, последние несколько столетий – порядка 300 млн. т. в год, а за недавние 50 лет – по 760 млн. т. Потеря гумуса приводит не только к уменьшению плодородия, но и к росту содержания углекислого газа в атмосфере.

³⁹⁹ См. «Пашни Земли», <http://naturschutz.livejournal.com/78578.html>

Первое сравнительное исследование потерь почв, проведённое несколькими сотнями региональных экспертов, было опубликовано в 1994 году. В нём сделан вывод о том, что 38% (562 млн. га) сельскохозяйственных земель, используемых в настоящее время, уже деградировали (также как 21% постоянных пастбищ и 18% лесов). Степень деградации варьирует от средней до тяжёлой⁴⁰⁰.

Как пишут авторы, оценки потенциально пригодных для обработки земель на планете варьируют от 2 до 4 млрд. га. Разброс зависит от критериев пригодности, определяющихся социально-приемлемым уровнем риска (через сколько лет использования данное общество готово терять эти земли от эрозии и пр.), поэтому лучше брать нижние оценки. 1,5 млрд. га уже используется под выращивание зерновых, и эта цифра мало меняется в последние 30 лет.

Сегодня несокращение валового производства продовольствия поддерживается двумя равно неустойчивыми процессами⁴⁰¹. Восполнить выбытие можно, во-первых, за счёт сведения лесов (нераспаханных степей, прерий и других травянистых ландшафтов почти не осталось). Однако расчищенные новые земли малопродуктивны или легкоэродируемы и быстро вовлекаются в процесс опустынивания. Во-вторых, некоторое приращение с/х земель возможно за счёт орошения. Однако пресная вода представляет собой следующий предел; её потребление стремительно растёт, в с/х быстрее, чем в промышленности и в городах (рис. 35). Нехватка её больше всего ощутима там, где требуется орошение.

Кроме того, поливное земледелие сопряжено с повышенным риском потери земли от засоления⁴⁰² и/или опустынивания. Традиционные формы поливного земледелия также опасны для здоровья работников, ибо ведут к образованию очагов малярии, шистосомоза, филяриоза, и пр. инфекций. Хроническая заражённость населения значительно сокращает жизнь и возможности улучшения существования⁴⁰³.

Фактически, чем выше продуктивность сельхозземель, используемых в интенсивном сельском хозяйстве сегодня, тем больше вероятность потери этих гектаров от эрозии, засоления, опустынивания, загрязнения и других форм амортизации. «В больших водоёмах мира существует 61

⁴⁰⁰ См. *Gardner Gary*, 1996. *Shrinking Fields: Cropland Loss in a World of Eight Billion* // Worldwatch Paper 131. Washington, DC: Worldwatch Institute. 62 pp.

⁴⁰¹ См. *Sherr S.J.*, 1999. *Soil degradation: A threat to developing-Country Food Security by 2020?* // IFPRI Discussion Paper, V. 27. Washington DC: IFPRI, February 1999. P. 51.

⁴⁰² Он особенно высок при выращивании хлопчатника и других технических культур. Его сильно снизили после открытия в СССР промывки засоленных земель с восстановлением их продуктивности, впервые реализованной в хлопководстве Муганской степи Азербайджанской ССР. См. *Полад-заде П.А.*, 2006. *Вода животворящая*. Записки профессионала. М.: ЧеРо. 238 с.

⁴⁰³ См. «IQ и инфекции», <http://wolf-kitses.livejournal.com/243964.html>

крупная мёртвая зона – области, в которых питательные вещества (в основном удобрения и частицы эродированной почвы, попавшие в воду со стоками с полей) привели к уничтожению практически всех форм жизни⁴⁰⁴. В некоторых местах это происходит круглый год, в других только летом, после того как весенние стоки смыли удобрения с полей, расположенных выше водной поверхности.

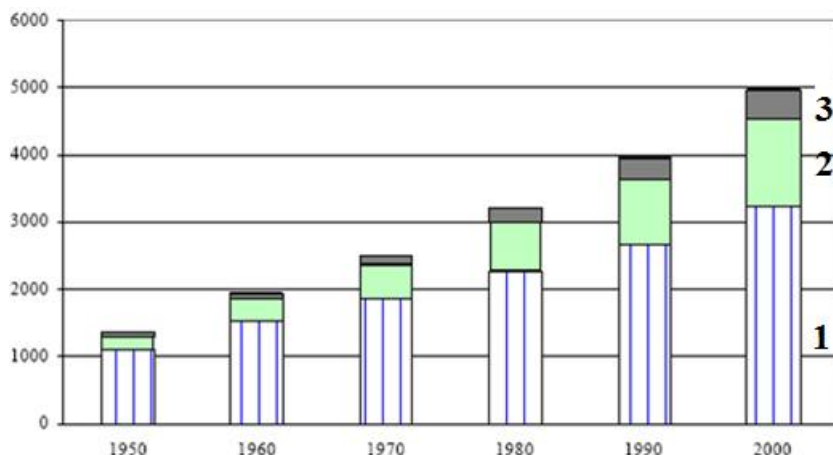


Рис. 35. Рост водопотребления в современном мире: 1 – В сельском хозяйстве, 2 – В промышленности, 3 – В быту

Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Объёмы, м³

Источник: Марфенин Н.Н., 2002. Концепция «устойчивого развития» в развитии// Россия в окружающем мире – 2002. Аналитический ежегодник. М.: изд-во МНЭПУ. С. 144–176.

Мертвая зона Миссисипи покрывает 21000 км² – что эквивалентно площади штата Массачусетс. Технологии сельского хозяйства, используемые на этих территориях, приводят к значительным нарушениям экологического равновесия и устойчивыми их назвать никак нельзя».

Всего за последние 1000 лет около 2 млрд. га плодородных земель деградировало – стало пустошами, где земледелие невозможно; примерно столько же, сколько используется сейчас. Около 100 млн. га пашни потеряно из-за засоления, на других 110 млн. га снижена продуктивность по той же причине. Ещё хуже, что потеря гумуса и верхнего плодородного слоя почвы не постоянна, а ускоряется. До промышленной революции она составляла примерно 25 млн. т./год, последние несколько столетий – порядка 300 млн. т./год, а последние 50 лет – по 760 млн. т./год. Помимо

⁴⁰⁴ См. Алексей Гиляров. «Чтобы водоём не цвёл, надо снизить поступление в него фосфора», <http://naturschutz.livejournal.com/41213.html>

подрыва сельхозпроизводства, это увеличивает содержание углекислого газа в атмосфере и способствует потеплению климата. Степень деградации варьирует от средней до тяжёлой⁴⁰⁵. Размер потерь почвы в 1945–1990 гг. виден из того, что производство продовольствия было бы 17% выше, если бы их избежали⁴⁰⁶.

Истощение почвы затрагивает два вида возобновимых ресурсов. Первый – её качество (мощность, продуктивность, содержание гумуса). На грамотно обрабатываемых землях оно постоянно или растёт, если иначе (землю эксплуатируют истощительно, чтобы получить максимальный урожай, а там хоть трава не расти) – снижается. Второй – неустойчивое использование самой земли. Если миллионы гектаров деградируют и их просто бросают, а общая площадь пашни и пастбищ не уменьшается, запасы потенциальных с/х земель (обычно это леса) быстро сокращаются, при росте бедлендов, требующих реабилитации.

Это не может быть вечным. Действительно, в современном мире пик совокупной площади постоянной пашни пройден в 1980 г. Сейчас она сокращается, как и обеспеченность почвенными ресурсами на душу населения (рис. 36); а производство продуктов питания и фонд необходимых для этого площадей зависят от двух параметров – роста продуктивности с/х и скорости ввода в оборот новой пашни (если исходить из свехотимистичного предположения, что с года X. все хозяйствуют рационально и земли теряться уже не будут). Также предполагается, что рост населения идёт в соответствии со средним прогнозом ООН (рис. 37).

Рис. 37 показывает, что момент выхода за пределы в отношении сельхозземель больше зависит от способности общества к изменениям, чем исходных запасов и технологий обработки. Ресурсное богатство и мощь технологий даже вредят: в целом, чем богаче страна некоторым ресурсом (лес, минеральное сырьё, и пр.), тем быстрее он уничтожается рынком.

Казалось бы, ресурсное богатство даёт время, чтобы перейти от истощительного использования наличных запасов к устойчивому. На деле наоборот: оно побуждает набрать слишком высокий темп потребления ресурса, гарантирующий исчерпание или деградацию. В том числе потому, что используется предпринимателями как аргумент «ещё время есть», можно ловить, рубить, пахать без должной экологической компенсации ещё год, два, пять, десять....

⁴⁰⁵ Oldeman L.R., 1994. The Global Extent of Soil Degradation// Soil Resilience and Sustainable Land Use. Eds. Greenland D. J., Szaboles T. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i26803_001.pdf
См. также Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD),
<http://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod>

⁴⁰⁶ World Resources 1998–1999. WRI. P. 157.



Рис. 36. Неустойчивость использования сельхозземель в современном мире
 Источник: Марфенин Н.Н., 2001. Биосфера и человечество за 100 лет// Россия в окружающем мире – 2001 (Аналитический ежегодник). М.: изд-во МНЭПУ. С. 6–40.

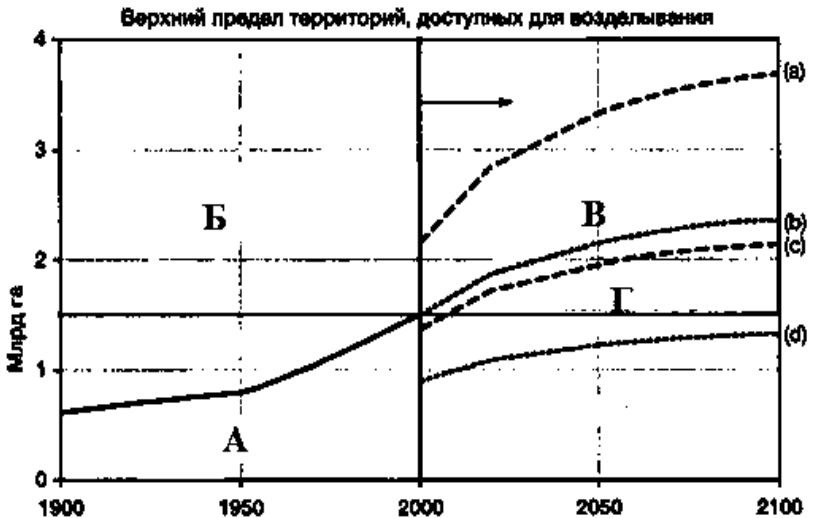


Рис. 37. Возможное будущее сельскохозяйственных земель

Обозначения. Ось X – годы, ось Y – площади, млрд. га. Серое – площади, чьё использование начато в XXI веке, белое – давно используемые. А – Обрабатываемые земли и их фактическая урожайность, Б – диапазон новых площадей, доступных для обработки, В – Площади земель, необходимые при сохранении текущей урожайности, Г – Площади земель, необходимые при удвоении текущей урожайности. Стрелка – Сценарии развития.

Сплошная линия – наблюдаемый рост общей площади с/х земель с учётом фактической урожайности до 2000 г., пунктир – прогнозируемый после 2000 г. при разных уровнях урожайности. (b): необходимый при сохранении текущей урожайности, с обеспечением продовольствием на уровне нынешнего распределения, то есть со значительной долей голодающих⁴⁰⁷, (a): на уровне потребления нынешних жителей Западной Европы. (d) и (c): то же для случая, если продуктивность поднимется вдвое.

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 3.4

Но ввиду нелинейности роста запас времени, созданный ресурсным богатством, кончается всегда неожиданно, и раньше, чем хочется⁴⁰⁸. Напротив, бедность ресурсами с самого начала толкает к большим вложениям в антропогенную регенерацию. Это хорошо видно при сравнении землепользования на богатых почвах Центрально-Чернозёмного региона России и Великих равнин США с таковым на бедных (Новгородская область), см. лекцию 3.

Сочетание трёх процессов – урбанизации, роста населения и потерь от эрозии, засоления и пр. ведёт к неуклонному уменьшению площади обрабатываемой земли на душу населения. В 1950 на одного жителя планеты приходилось 0,6 га, к 2000 г. – только 0,25. «После Второй мировой войны в развивающемся мире отмечены существенный рост производства сельскохозяйственной продукции и рост урожайности (рис. 38). Хотя во многих земледельческих районах этот рост был вполне устойчивым, в других регионах он опирался на два неустойчивых процесса: расчистку новых земель с низкой продуктивностью или высокой уязвимостью и интенсификацию производства за счет

⁴⁰⁷ Не только в третьем мире, но и, например, в США, см. «Угнетение бедностью», <http://www.socialcompas.com/2014/08/20/ugnetenie-bednost-yu/>

⁴⁰⁸ Что хорошо видно при прогоне сценария модели World-3, отличающегося от стандартного удвоенным запасом ресурсов. «Если в системе вдвое больше невозобновимых ресурсов, чем мы предположили в Сценарии 1, и если разработки в ресурсодобывающих технологиях позволят отодвинуть момент, когда цены на добычу начнут расти, то промышленность сможет развиваться дополнительно 20 лет. Численность населения достигнет максимального значения около 8 млрд. чел. в 2040 г., при этом уровень потребления будет гораздо выше. Но при огромном уровне загрязнения (кривая выходит за пределы диаграммы), ведущим к падению урожайности и требующим не меньших инвестиций в сельское хозяйство. В конце концов, численность населения падает, поскольку продовольствия недостаточно, а высокий уровень загрязнения оказывает негативное воздействие на здоровье людей» (Медоуз и др., 2008: 196). Иными словами, удвоение запасов ресурсов удлинит период бескризисного развития не вдвое, а *всего лишь на 20 лет*, за которые ситуация ещё и становится качественно хуже, чем в стандартном сценарии.

чрезмерной эксплуатации почв, в результате чего плодородные слои разрушались⁴⁰⁹» (Медоуз и др., 2008: 87).

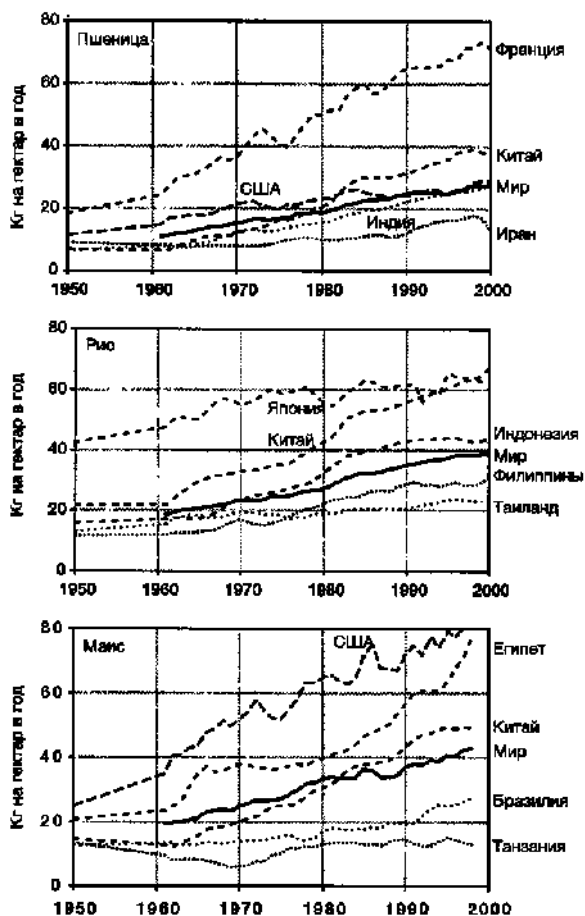


Рис. 38. Рост урожайности зерновых культур в разных странах мира, данные FAO.

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 3.3.

Примечание. «Урожайность пшеницы, риса и маиса (кукурузы) выше в промышленно развитых странах. В некоторых странах с развивающейся экономикой (Китай, Египет и Индонезия) урожайность быстро растет. В других странах со слабо развитой экономикой урожайность по-прежнему невысока, хотя потенциал для ее увеличения есть. (Чтобы минимизировать влияние на урожайность погодных условий, она на графиках усреднена по трехлетним интервалам.) (Источник: FAO.)».

⁴⁰⁹ Scherr S.J., 1999, op.cit.

13. Этапы «зелёной революции»

В этих условиях прокормить население удаётся лишь в меру роста урожайности. Благодаря зелёной революции «с 1950 по 1975 г. производство зерна росло примерно на 3,3% в год, быстрее, чем рост населения, составивший 1,9%. В 1960 г. с гектара собирали 2 т. риса, в 1995 г. – 3,6, а на экспериментальных полях, т.е. в практически идеальных условиях – до 10 т. В 1967 г. в США урожайность кукурузы составила 5 т./га, в 1997 г. >8 т., а лучшие хозяйства в самые удачные годы снимали по 20 т./га».

«Зелёная революция» состоит в переходе от традиционного (экстенсивного) с/х к современному, интенсивному. Он включает этапы:

- 1) насыщение сельского хозяйства машинами; обработка почвы машинами вместо рабочего скота;
- 2) массированное внесение минеральных удобрений,
- 3) использование достижений с/х науки (передовая агротехника, плодосмены, многопольные севообороты, агрохимические и почвенные карты, ветеринарное и агрономическое обслуживание хозяйств),
- 4) массированное применение пестицидов (увеличивающихся с подъёмом урожайности и пищевой ценности возделываемых культур),
- 5) введение новых высокоурожайных сортов⁴¹⁰.

Переход может быть постепенным (100–150 лет), как в развитых странах, или экстренным, для решения проблемы голода, возникшей в 1940–1960 гг. в связи с «демографическим взрывом» в «третьем мире». Тогда распространились короткостебельные гибридные сорта зерновых, с физиологией, специально приспособленной «откликаться» повышенной урожайностью на обильное удобрение, хорошую агротехнику и пр.⁴¹¹.

Получилось это только частично. Специфика физиологии короткостебельных гибридов даёт кратковременный эффект, а дальше выявляются их недостатки – истощение почвы и моногенная устойчивость к болезням и паразитам. Рано или поздно патоген её преодолевает, после чего урожай гибнет полностью на огромных территориях.

Это делалось при содействии развитых стран, социалистических и капиталистических. Особенно важны были Международный центр улучшения сортов пшеницы и кукурузы (**CIMMYT**) в Мексике и его

⁴¹⁰ См. Добровольский Г.В., 2002. Почвенные ресурсы России за 150 лет// Россия в окружающем мире – 2002. Аналитический ежегодник. М.: изд-во МНЭПУ. С. 2–40; Петриков А.В, 2007, op.cit. (особенно табл. 1–5).

⁴¹¹ См. Кулаева О.Н., 2000. Карликовые мутанты и их роль в «зелёной революции»// Соросовский образовательный журнал. Т. 6. № 8. С. 18–23.

руководитель Норман Борлоуг, удостоенный Нобелевской премии мира⁴¹²».

Уточнение деталей. «К середине XX века сельское хозяйство получило огромное количество минеральных удобрений, но ранее созданные сорта не могли трансформировать их эффективно в урожай зерна. Высокие агрофоны приводили к избыточному росту, набору большой зеленой массы и полеганию, что существенно снижало намолоты. При этом индекс урожая был значительно ниже 50% (отношение веса зерна к общему весу наземной массы, т.е. основное сухое вещество было в соломе и листьях).

Борлоуг в целях борьбы с полеганием предложил использовать признак короткостебельности, достаточно просто контролирующийся генетически и легко передающийся через гибридизацию любым перспективным линиям. Полученные им полукарликовые сорта также формировали большую наземную массу, но уже за счет высокой кустистости, не полегали и были весьма продуктивны с индексом урожая ~50%. Кроме того, они имели иную динамику восстановления азота и переноса в зерно его биологических производных.

Сорта, создававшиеся ранее, вначале накапливают соединения азота в зеленой массе, а затем после цветения переносят их в зерновки. Короткостебельные сорта отличаются тем, что восстанавливают и ретранслюцируют азот одновременно до конца налива семян. Таким образом, усвоение азота из почвы у них продолжается много дольше и приводит к большей продуктивности как отдельных растений, так и посева в целом.

Благодаря «зеленой революции», Мексика увеличила производство пшеницы в 3 раза за 15 лет (на аналогичный прирост Европе потребовалось 150) и из крупнейшего импортера превратилась в экспортера зерна⁴¹³».

Следующая задача – переход к сортам интенсивного типа. Они дают устойчиво высокие урожаи даже в неблагоприятных условиях и заимствуют у традиционных местных (низкоурожайных) сортов их повышенную устойчивость к болезням или «вредителям». Там она полигенная и неспецифическая, трудней «пробиваемая» приспособлением патогена.

Авторы показывают, что если возможно не терять земли и вдвое повысится урожайность, то еды хватит не только для нынешних 6 млрд., но и для 9, ожидаемых к середине XXI века. Неустойчивое использование с/х ресурсов сегодня – следствие многих факторов, включая нищету и отчаяние, расширение зон застройки, непомерный выпас скота на пастбищах, чрезмерное использование посевных площадей, недостаток знаний, получение большей экономической выгоды в краткосрочной перспективе и неучёт долговременной перспективы. И наоборот: подъём

⁴¹² Он говорил в Нобелевской речи: «зелёная революция была временным успехом в борьбе против голода и лишений; она дала людям передышку». («The green revolution has won a temporary success in man's war against hunger and deprivation; it has given man a breathing space»), http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-lecture.html ; Борлоуг Н., 2001. «Зелёная революция: вчера, сегодня, завтра»// Экология и жизнь. № 4, <http://www.ecolife.ru/journal/econ/2001-4-1.shtml>

⁴¹³ Соловьев В.А., 2002. Будет ли следующая «зелёная революция»?// Вестник ВОГиС. № 19. http://www.bionet.nsc.ru/vogis/vestnik.php?f=2002&p=19_2

производства продовольствия в третьем мире требует безвозмездной передачи современных с/х технологий из развитых стран. Бедным странам не купить: попытки же заработать на это дополнительные деньги за счёт местных ресурсов и отсталых производств гарантируют уничтожение дикой природы и потерю с/х земель.

При достаточности 230 кг зерна на душу населения в год продовольствия в мире хватает, чтобы накормить всё население планеты. По крайней мере, теоретически: если произведенное в 2000 г. общее количество зерна распределить равномерно, не тратить его на корм скоту, не терять урожай из-за вредителей, не дать гнить ему в негодных хранилищах и пр.

«Зерновые составляют примерно половину мировой с/х продукции (выраженной в калориях). Добавьте годовое производство клубневых культур, овощей, фруктов, улов рыбы и животноводческую продукцию (имеется в виду пастбищное животноводство, а не откорм скота зерном) и получится, что на рубеже тысячелетий продовольствия вполне достаточно для того, чтобы обеспечить шести миллиардам человек сбалансированное и разнообразное питание.

В современном с/х потери зерна после сбора урожая варьируются в зависимости от выращиваемой культуры и местности, составляя от 10% до 40%⁴¹⁴. Распределение зерна среди населения ещё очень далеко от равномерного. Большая часть зерна идёт на корм скоту, а не на питание людей. И вопреки тому, что теоретически зерна достаточно для всех, люди всё равно голодают. По оценкам Организации ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО), около 850 млн. чел. на планете страдают от хронического недоедания.

... Население растёт, и число голодающих остаётся практически неизменным. Среднее количество смертей в год от голода очень медленно снижается, и это считается большим достижением – ведь в мире растущего населения и подступивших пределов ситуация с голодом хотя бы не ухудшается. И всё-таки ещё есть области, охваченные голодом, и широко распространены зоны, где люди постоянно недоедают.

Из-за различий в плодородии почв и в климате невозможно получить одинаковый урожай с каждого гектара земли, максимум дают только самые плодородные участки. Тем не менее в большинстве регионов можно увеличить урожай, если следовать уже хорошо известным и распространённым методам.

Тщательное исследование почв и климата, проведённое ФАО в 117 странах Латинской Америки, Африки и Азии, показало, что лишь 19 из них не прокормят население с собственных земель, даже если

⁴¹⁴ См. таблицу 1 из: Сафаров М.Г., 2001. Гербициды: 2,4-Д// Соросовский образовательный журнал. 2001. № 9. С. 59–62.

задействуют каждый гектар потенциальной пашни и соберут максимальный урожай, какой только возможен за счёт современных технологий. Согласно этому исследованию, если все обрабатываемые земли будут отданы под выращивание урожая, если не будет потерь из-за эрозии, если погода будет идеальной, если управление будет грамотным и сельскому хозяйству доступны все необходимые технологии, эти 117 стран смогут увеличить производство продовольствия в 16 раз⁴¹⁵.

...Люди голодают не потому, что еды слишком мало. Они голодают потому, что не могут себе её позволить – просто не могут купить её. Производство большого количества дорого продовольствия им ничем не поможет» (Медоуз и др., 2008: 84–85).

Пример. «Причины голода кроются не в физических пределах Земли – по крайней мере, пока. Можно вырастить больше продовольствия. Из-за различий в плодородии почвы и климате возможно получить одинаковый урожай с каждого гектара земли, максимум дают самые плодородные участки (и/или к которым применены наилучшие знания, сорта и агротехника). Тем не менее в большинстве регионов можно увеличить урожай, если следовать уже хорошо известным и распространённым методам⁴¹⁵». Да, как только страна

⁴¹⁵ «Higgins G.M., Kassam A.H., Naiken L., Fischer G., Shah M.M., 1983, Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World (Rome: FAO). Выводы этого технического исследования подведены в нетехническом отчете: Paul Harrison, 1984. Land, Food, and People. Rome: FAO. Множитель 16 основан на крайне оптимистичных предположениях и применяется только к развивающимся странам, в которых на данный момент урожайность низка. Организация FAO не проводила подобных исследований для земель в промышленно развитых странах» (Медоуз и др., 2008: 318).

Понятно, что здесь главное препятствие – зависимое развитие, выгодное странам «первого мира» (установленное ими напрямую и/или с опорой на «их сукиных сынов») и консервирующее отсталость «третьего». Тогда страна превращается в плантацию товарных монокультур, вроде арахиса, кофе, какао, пастбище крупного рогатого скота и пр., а прочее продовольствие, и в первую очередь зерновые, приходится покупать на рынке на деньги от экспорта. Что ускоряет эрозию почвы и делает нехватку продовольствия нормой, ибо каждое ухудшение конъюнктуры цен на экспортную монокультуру владельцы плантаций компенсируют большей эксплуатацией земли с понятными последствиями.

Там, где этого нет, рационализация с/х производства быстро делает традиционных импортёров зерна и прочего продовольствия экспортёрами. Так произошло в Европе в конце 1970-х гг. (рис. 6–7 из: Марфенин, 2002, op.cit); сейчас там перепроизводство с/х продукции, и фермерам доплачивают за неиспользование земли. Среди прочего это позволило не только сохранить оставшиеся «острова» природных ландшафтов, но и локально увеличивать их за счёт превращения бывших с/х земель в леса (посадками) и болота (обводнением).

⁴¹⁶ Самый важный момент – невозможность заменить сельскохозяйственное производство чем-либо независимым от почвы и её плодородия. «Объемы продовольствия, которые способно дать нам море, еще более ограниченные, чем продовольствие, которое дают земли, и тем очевиднее выход за пределы устойчивости в этой отрасли.

Фантастические предположения о том, что продовольствие можно будет получать без использования земель – аквакультуры, биотехнологии и выращивание культур в цистернах и тенках – реализовать еще сложнее, чем получение продовольствия от других источников, поскольку затраты энергии и капитала на них огромны, равно как и объемы производимых отходов. Производство продовольствия не на основе земель и фотосинтеза за счет энергии солнца будет еще более неустойчивым, чем существующие сельскохозяйственные системы».

переходит от традиционных систем земледелия к современным – Западная Европа и США в начале XX века, СССР и б. соцстраны после коллективизации, страны третьего мира в «зелёную революцию» – урожайность с/х культур и продуктивность животноводства быстро растут.

Проблема в препятствиях социальных и политических – зависимом развитии и бедности, блокирующих модернизацию и/или подчиняющих её не интересам страны (обеспечению её продовольствием), а поставкам монокультур на мировой рынок. Как это и происходит в странах–плантациях или –пастбищах.

Важный момент: в стандартном сценарии каждый «следующий шаг» подъёма продуктивности хозяйства или качества жизни людей обходится всё дороже. Что проявляется при потреблении самых разных ресурсов и эксплуатации разных ландшафтов, природных и сельскохозяйственных. Так, средняя урожайность маиса неуклонно растёт, но её максимумы за прошедшие 25 лет не изменились. Средняя годовая урожайность доходит до уровня 90 ц/га, однако вложения в НИОКР по генетике, селекции и агротехнике кукурузы выросли в 4 раза. Не изменился в последние 30 лет и максимум урожайности риса, то есть каждый следующий шаг обходится дороже предыдущего. Ряд американских экспертов предполагает, что данные 1999 г. характеризуют выход кривых урожайности на плато.

В целом, каждый следующий подъём урожайности на Δ ц/га требует роста «модернизационных» вложений на Δ^2 или даже Δ^3 . Если коротко, «потолок» урожаев с/х культур в каждой местности задан её почвенно-климатическими условиями. К нему движется урожайность в ходе «зелёной революции» от низкого уровня «традиционного» земледелия, но с разной скоростью. Эффективность с/хпроизводства на разных территориях определяется этой последней, её затратами и экологической «ценой». Везде при приближении к «потолку» необходимые усилия и экологический ущерб растут непропорционально быстро⁴¹⁷.

Таким образом, почвы используются устойчиво лишь в случае, когда темпы роста урожайности выше темпов потери пашни и пастбищ, при опережающей реабилитации бедлендов. Увы, до сих пор это не так, хотя известны методы устойчивого земледелия, минимизирующие риск потерь без снижения валового сбора⁴¹⁸. Впрочем, пока они слабо распространены: большинство фермеров и агрохолдингов по разным причинам сопротивляется. В любом случае, их внедрение не устранил главного противоречия производства продуктов питания в мире: устойчивого обеспечения ими требует население, которое не только растёт, но и богатеет. Люди при этом едят больше мяса, даже в культурах, где это нехарактерно (рис. 10), дальше увеличивается потребление шоколада и т.д.

⁴¹⁷ См. данные по Австралии и Индии в «Сравнение с/х СССР–США...»

⁴¹⁸ См. *Керженцев А.С., Кузьменчук Ю.А.*, 2009. Другой Земли у нас нет// Вестник РАН. № 4. С. 312–319.

14. Рыночные перекосы потребления как причина дефицита продовольствия

А поскольку рыночная экономика поддерживает не человеческие потребности, но платёжеспособный спрос, её продукция больше соответствует нуждам богатых стран и слоёв населения, а не бедняков. Но одновременно доля последних повсюду растёт в силу описанных авторами положительных обратных связей «бедность плодит бедность» и «бедность воспроизводит (полу)голодное существование⁴¹⁹».

Действительно, в современном мире

а) высокие цены на продовольствие не зависят от урожая (см. лекцию 2.23) и

б) всё большая часть мирового производства зерна расходуется не на пищу для бедняков⁴²⁰, а на производство мяса для «потребительского класса».

Среди прочего, это увеличивает предложение низкоквалифицированных рабочих рук на условиях «работа есть, но не прокормит», особенно на производствах в основании «технологической пирамиды», максимально нуждающихся в этой рабсиле. Что, в свою очередь, делает эффективными производства «острия» пирамиды, позволяет переплачивать их работникам.

Действительно, валовое производство зерна достигло максимума в 1984 г. и с тех пор не росло. Производство мяса, напротив, растёт устойчиво (рис. 39). Что достигается, с одной стороны, за счёт выделения всё большей доли зерна на кормовые цели (так делали в СССР, закупая его в США и Канаде, и до сих пор делают в странах второго и третьего мира, где собственное производство кормов не столь эффективно). С другой стороны, в странах, где доля зерна в кормах для скота снижена, повышена доля рыбной муки и др. компонентов, предполагающих пресс на рыбные запасы Мирового океана, уже сильно подорванные. В

⁴¹⁹ Частным случаем чего выступает закономерность, которую Адам Смит выдвигал против «законов Мальтуса», окончательно подтверждённая в наши дни: рабочие руки, как всякий иной товар, производятся на рынок в соответствии с колебаниями спроса и предложения. Поэтому рождаемость в обществе X и слое Y *завтра* задана *сегодняшними* затратами на создание рабочих мест в данной экономике для выходцев из разных групп сообразно местному социальному расслоению – чем выше затраты, тем ниже рождаемость. См. подробнее «Демографический переход: шаг первый, шаг последний», <http://www.socialcompas.com/2014/09/05/6303/>

⁴²⁰ Сосредоточенных в основном в третьем мире, но не только – значительная часть населения США нуждается в субсидировании продуктов питания, и без него голодает. См. «Страна вэлфера» <http://wsf1917.livejournal.com/219126.html>

перспективе это грозит «зерновым кризисом» в животноводстве, подобном случившемуся в нашей стране⁴²¹.

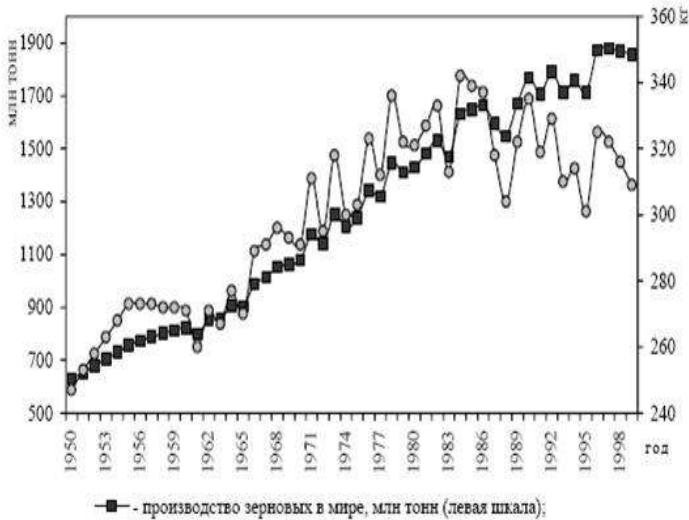
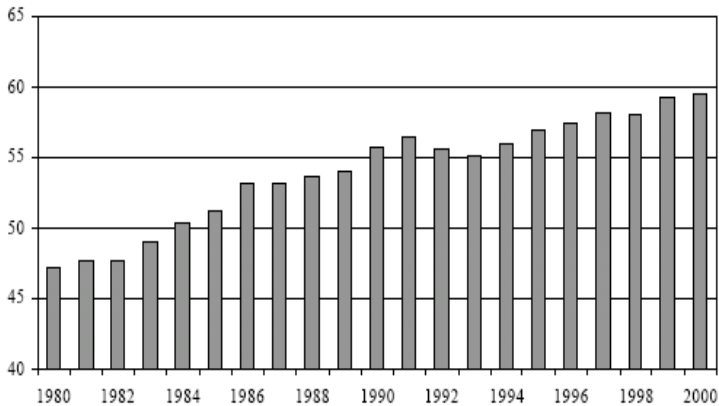


Рис. 39. 1.



2.

Рис. 39. Динамика мирового производства зерна (1) и мяса (2)

Обозначения: в 1 левая шкала – валовый сбор (млн.т.), правая – душевой (кг/чел.).

Источник: Марфенин Н.Н., 2002, 2001, op.cit.

⁴²¹ См. «Зерновой кризис» при производстве мяса в СССР», <http://www.socialcompas.com/2014/09/29/zernovoj-krizis-pri-proizvodstve-myasa-v-sssr/>

Так или иначе, производство продуктов питания вынуждено постоянно расти и одновременно обслуживать диспропорции, показанные в табл. 18, что сильно увеличивает ненужную нагрузку на пашню. При необходимости довести урожайность каждого гектара до максимума и одновременно идущей потере площадей с быстрым падением эффективности вложений в рост урожайности (выходящей на плато), эта задача неразрешима, как требование прохожему выполнить сальто-мортале. Поэтому прогнозы Медоузов даже в первом, несовершенном варианте 1968–1972 года вызвали шок, радикально изменив представление о будущем.

Таблица 18

На что мир тратит деньги сейчас и на что стоило бы их тратить (звёздочка)

Базовое образование для всех*	6
Декоративная косметика	18
Чистая питьевая вода для всех*	10
Производство мороженого в Европе	11
Репродуктивное здоровье для всех женщин*	12
Парфюмерия	15
Всеобщая грамотность*	5
Корма для домашних животных (в Европе и США)	17
Решение проблемы голода и неполноценного питания*	19
Морские круизы	14
Иммунизация каждого ребёнка*	1,3
Деловые приёмы в Японии	35
Сигареты в Европе	50
Алкогольные напитки в Европе	105
Наркомания в мире	400
И top-10 стран по военным расходам	1083,4 (2009 г.)

Источник: Гарднер с соавт., *ibid*, табл. 7–6; Доклад ООН о развитии человеческого потенциала за 1998 год. Human Development Report, UNDP. NY, Oxford Univ. Press. 228 pp.; <http://nuclearno.ru/text.asp?13751>

15. Пресная вода

Ещё к одному пределу – **чистой пресной воды** – мы лишь приближаемся. Однако экспоненциально растущий сброс загрязнений в городах и на с/х территориях понижает предел «навстречу» растущему потреблению⁴²².

Тем более что вода распределена локально: доступна только в определенных водных бассейнах, в границах водоразделов, или в определённый сезон (с необходимостью запастись водой на сухой сезон). Поэтому пределы водопотребления разнятся в разных местах. Где-то они заданы скоростью восполнения подземных водных горизонтов⁴²³, где-то – скоростью таяния снегов и способностью лесных почв запастись водой. Везде они ограничены сверху умением собрать воду в водохранилища во время паводка, снизу – растущим загрязнением поверхностных и подземных вод.

Пресная вода – возобновимый ресурс; его общие запасы заданы суммарным годовым стоком всех рек и озёр, и возобновлением подземных водоносных слоёв. Это целых 40700 км³/год. На первый взгляд кажется, что здесь мировое хозяйство далеко от предела, ведь текущее потребление воды всего 4430 км³/год.

Однако эта огромность чисто теоретическая. Сток рек и озёр в основном сезонен (паводки) или аperiodичен (наводнения). Большинство таких превышений над среднеустойчивым уровнем стока не уловить, они пропадают втуне (29000 км³/год). И только 11000 км³/год может быть круглогодичным источником; сюда входят и стоки рек, и возобновляемые подземные водоносные слои (рис. 40).

Правда, человек стоит дамбы, создаёт водохранилища, чтобы уловить хотя бы часть «пульсаций» стока. К концу XX века они концентрировали дополнительно 3500 км³/год⁴²⁴. Однако это решение имеет и крупные минусы. Во-первых, затопливаются пойменные земли; как правило, это первоклассные с/х угодья.

Во-вторых, вода в них «цветёт» из-за смыва биогенов с удобряемых полей вокруг, и становится непригодной для питья, хотя водохранилища вокруг крупных городов создавались именно для снабжения питьевой

⁴²² В XX веке – в два раза быстрее роста населения. См. *Дмитрий Целиков*. Потребление воды растёт быстрее, чем население, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/642399/>

⁴²³ См. «Невозобновляемые запасы подземных вод. Руководство ЮНЕСКО по социально-устойчивому использованию подземных вод для органов управления водным хозяйством», <http://naturschutz.livejournal.com/38724.html>

⁴²⁴ См. «Dams and Development: A New Framework for Decision-Making». London: Earthscan, 2000 – итоговый отчет комиссии по дамбам (World Commission on Dams) ЮНЕП, http://www.unep.org/dams/WCD/report/WCD_DAMS%20report.pdf

водой. Их превращение в зону массового отдыха также содействует «цветению» по той же причине. Рано или поздно они заполняются илом, что ухудшает возможности выработки электроэнергии и способствует накоплению в нём токсикантов.

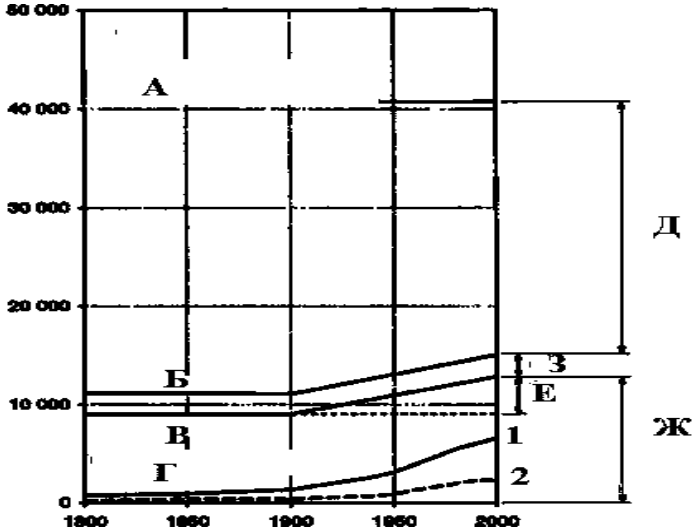
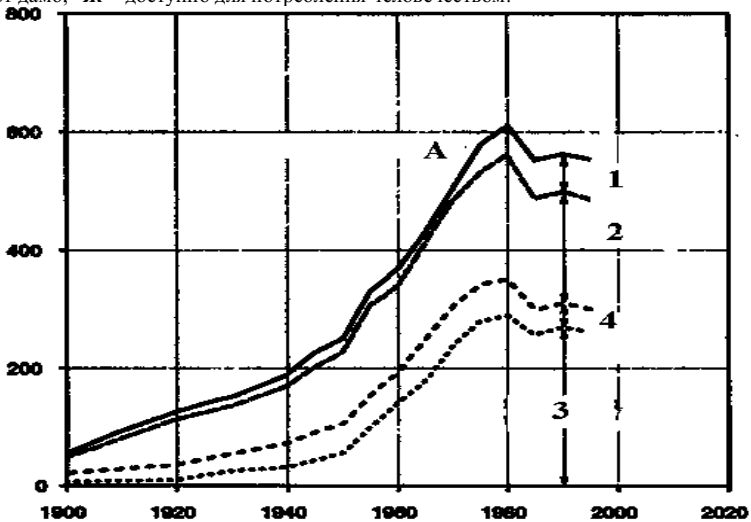


Рис. 40. 1. Предел потребления пресной воды

Обозначения. Ось X – годы, ось Y – сток, $\text{км}^3/\text{год}$. А – Суммарный годовой сток пресной воды на всех континентах, Б – Базовый сток, В – Доступный сток, Г – Суммарное использование человеком (1 – Потребляется, 2 – Загрязняется), Д – Сток наводнений, Е – Эффект от дамб, Ж – доступно для потребления человечеством.



2. Динамика водопотребления в XX веке в США

Обозначения. А – Суммарное водопотребление, 1 – Магистральные водопроводы и общие колодцы, 2 – Орошение, 3 – Водяное охлаждение на электростанциях, 4 – Другие виды промышленного потребления, 5 – Водяное охлаждение на электростанциях. Прочие обозначения см. рис. 40. 1.

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 3.5.

Примечание. «Графики показывают мировые запасы пресной воды, а также скорость, с которой растет потребление и загрязнение воды, приближаясь к максимуму – всему количеству воды, доступному для использования. Также показано влияние дамб на обеспечение человека запасами воды. (Источники: P.Glick; S.L. Postel et al; D.J. Bogue; UN.)».

То есть усилия, затраченные на попытки приблизиться к пределу за счёт специальных сооружений и технических средств, являются мощным фактором запаздывания в системе: *снимая проблему лишь временно, они кажутся постоянным решением*. Через какое-то время они станут проблемой, ведь положительные стороны уже не действуют, *а минусы утяжеляют ситуацию*. То же верно для массового использования минеральных удобрений, развития аквакультуры взамен истощающихся рыбных запасов и пр.

Все места, подходящие для строительства новых дамб, в принципе уже использованы. Поэтому ими предел «отодвигается» лишь ненамного, при увеличивающейся экологической и социальной «цене» такого решения.

Значительная часть устойчивых стоков находится в малонаселённых или почти безлюдных местах: в бассейне Амазонки, на севере Евразийского и Североамериканского континентов. Эти примерно 2100 км³/год воды также пропадают втуне. Если к устойчивому стоку прибавить эффект плотин и вычесть труднодоступный сток, остаётся 12 400 км³/год – устойчивый и доступный сток, реалистичный верхний предел водопользования человечества.

Около 2290 км³/год расходуется целиком и не возвращается в водоёмы (входит в состав овощей и другой с/х продукции, испаряется и т.д.). Ещё 4490 км³/год воды тратится на разбавление загрязнений или их удаление с места сброса. Остаётся 5620 км³/год устойчивого стока чистой воды на все нужды.

Однако следующее удвоение объёмов водопотребления уже не получится. При сохранении его среднедушевого уровня и населения в 9 млрд. человек в 2050 г. потребление составит 10200 км³/год, 82% мирового устойчивого стока. Если рост населения сопровождается ростом расхода воды, её серьёзная нехватка возникнет задолго до 2100 г. По крайней мере, в XX веке водопотребление росло вдвое быстрее роста населения. Правда, с наступлением нехватки воды её подушевое потребление снизится, ресурсы для этого есть. Признаки этого наблюдаются в развитых странах и распространяются во все прочие,

благодаря чему рост кривой водопотребления замедлился, а в ряде стран пошёл вниз (рис. 40. 2).

В США промышленное использование воды упало на 40%, частью за счёт переноса тяжёлой промышленности в развивающиеся страны, но также за счёт принятия законов о качестве вод, делающих выгодным и/или обязательным эффективное водопотребление, замкнутые циклы водооборота и очистку воды перед сбросом. Однако около трети мирового населения проживают в странах, испытывающих среднюю или сильную нехватку воды, усугублённую опустыниванием, сведением лесов и другими негативными последствиями человеческой деятельности в с/х и других сферах, где расходуется воды больше всего. К 2025 году это будет 2/3 мирового населения. Особенно резко упало водопотребление в аридной зоне – взлетевшие цены на воду делают её недоступной беднякам. Половина населения планеты не обеспечена канализацией, что сильно увеличивает «загрязнённую» часть мирового стока (рис. 36, 40. 1).

Дефицит воды и её загрязнение ведут к возникновению проблем со здоровьем, ограничивают аграрное развитие стран, наносят ущерб большому числу экосистем. Он влечёт за собой очаговое перераспределение производства продовольствия (особенно в условиях климатических изменений), в силу чего многие регионы мира будут страдать от засоя⁴²⁵.

Ещё одна сторона нехватки воды – истощительный водозабор из рек и подземных вод, особенно в жарком климате. Так, в самых сельскохозяйственных штатах Индии – Пенджабе и Харьяне уровень грунтовых вод ежегодно падает на 0,5 м. Водоносный горизонт Огалалла снабжает 1/5 всех орошаемых земель США. Оттуда ежегодно выкачивается 12 км³ воды, и начавшееся истощение заставило прекратить орошение на 1 млн. га с/х земель. Извлекаемые объёмы много больше естественного возобновления, отчего мелеют такие реки, как Колорадо, Инд, Ганг, Хуанхэ, Сыр- и Амударья.

Одно из последствий нехватки воды – рост цен на зерно: расширение пашни во многом идёт за счёт орошаемых земель, а импорт зерна – самый эффективный способ импортировать воду, 1 т зерна эквивалентна 1000 т воды⁴²⁶. Иран и Египет уже импортируют больше зерна, чем традиционный ведущий мировой импортёр – Япония. Марокко ввозит половину зерна, Алжир и Саудовская Аравия – 70%, Йемен – около 80%,

⁴²⁵ В развивающихся странах лишь один человек из шести имеет доступ к чистой воде, а 80% патологий и заболеваний в той или иной мере связано с нехваткой чистой воды. См. *Илья Ульянов*. Учёные обеспокоены нехваткой пресной воды на планете, <http://compulenta.computerra.ru/archive/earth/371725/>

⁴²⁶ Животноводство в этом плане ещё расточительней, особенно при стойловом содержании. См. *Эльвира Кошкина*. Животноводство сокращает запасы пресной воды, <http://compulenta.computerra.ru/archive/ecology/590869/>

а Израиль – более 90%, хотя там созданы и хорошо развиты капельное орошение, другие водосберегающие технологии. Второй способ – скупка богатыми странами, испытывающими нехватку воды (Саудовская Аравия, Кувейт, КНР, США) пахотных земель, хорошо обеспеченных влагой, в Пакистане, на Украине, разных странах Азии и Африки⁴²⁷.

Как и в производстве продовольствия, существует много путей к устойчивому использованию воды за счёт более эффективного расходования имеющейся:

«– Применять для конкретного использования воду нужного качества: скажем, для слива в туалете или полива газонов использовать дождевую или сточную воду, а не питьевую.

– Использовать капельное орошение: оно требует воды на 30–70% меньше, а урожай дает на 20–90% больше, чем традиционное.

– Установить в душе, туалете и посудомоечной машине устройства экономии воды. В США среднестатистическая семья использует в сутки 0,3 м³ воды на человека. Этот объем можно уменьшить вдвое, если поставить устройства, позволяющие эффективно расходовать воду, – такие устройства доступны и технически, и финансово.

– Устранить протечки. Просто диву даешься, как много средств расходуют городские власти, чтобы увеличить поступление воды, вместо того чтобы за малую часть этих денег устранить протечки и получить в свое распоряжение больше воды. В США примерно четверть (!) перекачиваемой по трубопроводам воды теряется из-за протечек.

– Высаживать растения, соответствующие климату. В пустыне не надо выращивать культуры, требующие большого количества воды – например, люцерну или кукурузу. Садоводам и ландшафтным архитекторам надо использовать местные растения, не требующие полива.

– Использовать воду повторно. Многие виды промышленности, в основном в Калифорнии, где воды мало, разработали передовые, эффективные в экономическом отношении технологии сбора, очистки и повторного использования воды.

– В зонах городской застройки собирать дождевую воду. Цистерна или система сбора воды с крыш позволяет получить в свое распоряжение много воды и работает не хуже, чем дамба, но зато гораздо дешевле» (Медоуз и др., 2008: 99).

Но всему этому противится логика рынка: перечисленное накладывает дополнительное бремя на потребителей, ничего не давая

⁴²⁷ См. «О скупке с/земель банками в третьем мире»,

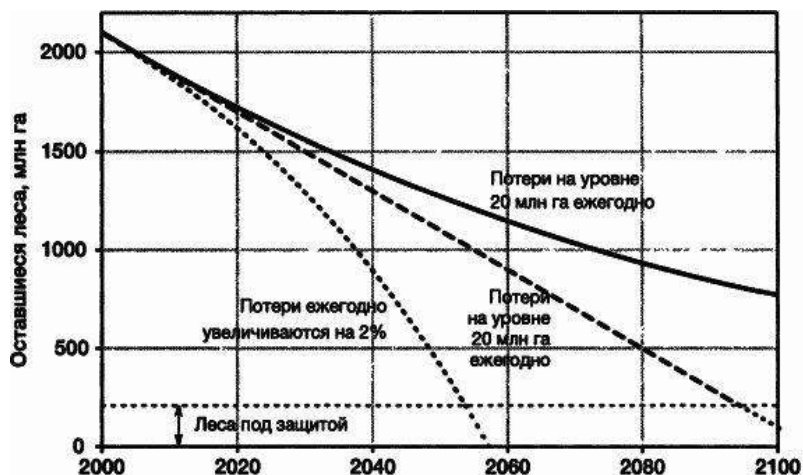
<http://www.socialcompas.com/2014/10/09/o-skupke-s-h-zemli-bankami-v-tret-em-mire/>; «Спутник пронаблюдал, как гибнет наша планета», <http://www.socialcompas.com/2015/06/20/sputnik-pronablyudal-kak-gibnet-nasha-planeta/>

взамен. Она толкает обходить ограничения, финтить с отчётностью или соблюдать лишь для видимости, как в примере с отходами.

16. Деградация дикой природы

Следующий предел – **сокращение территорий природных биомов**, с разрушением экосистем и вымиранием видов. Они коллапсируют, если их площадь упала ниже критической или число нарушений превзошло верхний предел). Число видов разных таксономических групп, могущих проживать на разрушенных человеком участках (и вымирающих с их потерей, если только не обитает в других местах), определяется зависимостями «виды–площадь», на которых основаны модели островной биогеографии⁴²⁸.

Скажем, оценка «снизу» темпов уничтожения тропических лесов – $\approx 1\%$ общей площади в год⁴²⁹. Что определяет судьбу биома, если сложившиеся тенденции не изменятся (рис. 41). Кривые рис. 41 начинаются с приблизительной величины площади тропических лесов – 2,1 млрд. га по оценке на 2000 г. Медоузы приняли темпы исчезновения ≈ 20 млн. га/год, что больше оценки ФАО, чтобы учесть потери от пожаров, неустойчивых вырубок, и повсеместное занижение потерь. Горизонтальная линия – предел исчезновения лесов – 10% массивов, защищаемых разными видами ООПТ.



⁴²⁸ См. «Островная биогеография...», «Большой минус, маленький плюс...».

⁴²⁹ Вот как уничтожение непосредственно выглядит, см. «Исчезающие тропические леса Амазонки», <http://naturschutz.livejournal.com/66204.html>

Рис. 41. Возможные варианты исчезновения тропических лесов

Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Оставшиеся леса, млн. га.

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 3.8.

Удлиненный пунктир показывает, что, если исчезновение лесов идет с современной скоростью (ежегодно на 2%, начиная с уровня 2 млн. га в год), то их истребят за 95 лет. Если скорость уничтожения лесов экспоненциально растёт (скажем, так же как население $\approx$ на 2% в год) тропические леса вне ООПТ полностью исчезают за 50 лет. Если их вырубают со скоростью, равной некому проценту оставшейся площади⁴³⁰ (скажем, 1%), их сокращение год от году замедляется. Здесь каждые 72 года исчезает половина существующих лесов.

Уточнение деталей. «Реальное будущее, возможно, задействует все три варианта. Поскольку рост населения и экономики увеличивает спрос на продукцию лесной промышленности и одновременно нужно расширять все больше земель под другие цели, вырубки будут вестись во все более удаленных местах, и древесина будет уже не такого высокого качества, поэтому такая деятельность будет обходиться все дороже. Одновременно стоит ожидать, что усилия экологов и политическое давление приведут к тому, что оставшиеся леса будут взяты под защиту, а древесина будет производиться больше за счет высокопродуктивных лесных плантаций. Хотя эти тенденции уравнивают одна другую, тем не менее, итоговый вывод остается одним и тем же: современный поток продукции, получаемой от первичных тропических лесов, с большими деревьями, с высококачественной древесиной, которые были рождены планетой, выросли без затрат со стороны человека, – устойчивым не является.

Почвы, климат и экосистемы в тропиках очень отличаются от средней полосы. В них больше биоразнообразия, тропические леса быстрее растут, но они и более уязвимы. Неизвестно, могут ли они восстанавливаться полностью, без серьезного ущерба для почвы и экосистемы, даже после однократной сплошной вырубки или пожара. Хотя сейчас и проводятся эксперименты по поиску приемлемого для тропических лесов метода вырубки – выборочной рубки или рубки полосами, чтобы облегчить восстановление – тем не менее, повсеместная вырубка тропических лесов, и особенно самых ценных пород деревьев, ведется так, словно это вообще невозобновимый ресурс» (Медоуз и др., 2008: 105).

Как данный прогноз соотносится с реальностью? «...существует значительная неопределённость в оценке скорости исчезновения лесов не только в бассейне Амазонки, но и вообще повсюду. Эта неопределённость вызвана разногласиями по поводу того, что является и что не является лесом, а также различными оценками фрагментации лесных сообществ. Д. Скоул и К. Такер <> сообщали, что *площадь фрагментированных лесов в бразильской части Амазонки более чем в 1,5 раза превышала площадь исчезнувшего леса*⁴³¹. Фрагментированными считались участки леса

⁴³⁰ Он отражает разумное предположение, что вырубка близкорасположенных, самых ценных лесов, приведёт к уменьшению следующих вырубок.

⁴³¹ При осушении болот в Мещёрской низменности соотношение фрагментированных участков к осушенным составляло 2–3, при прохождении драгой донных сообществ 1,5–3 и

площадью $<100 \text{ км}^2$ или расположенные на расстоянии $<1 \text{ км}$ от опушки основного лесного массива, т.е. подверженные эффекту опушки⁴³².

Эти критерии не очень строгие, но их стоит учитывать, так как косвенные эффекты сведения и фрагментации лесов играют существенную роль из-за облегчения доступа человека к лесным экосистемам... К тому же сведение и фрагментация лесов, вероятно, будут происходить быстрее после того, как первые этапы фрагментации уже начались. Поэтому леса, в которых данный процесс идёт, скорее всего, будут потеряны в ближайшем будущем. Ежегодные потери тропических лесов на планете оцениваются в настоящее время примерно в $0,16 \text{ млн. км}^2$, что приблизительно равно 1% от общей площади сохранившихся тропических лесов, составляющих, согласно данным глобальной лесной статистики FAO, 17 млн. км^2 на 1990 г. В лесных массивах Амазонки точная величина потерь – предмет споров, и она может оказаться чуть менее 1% – скажем, между 0,6% и 0,8%... Но суть дела при этом не меняется: ныне тропические леса исчезают слишком быстро, – наши внуки смогут увидеть только малую часть из того, что мы видим сейчас...

У.Лоуренс <> представляет обзор факторов, угрожающих природе Бразильской Амазонии. Обзор содержит все конкретные опасности, которые в разных комбинациях встречаются во всех лесных тропических регионах. Обширные площади лесов вырубаются для нужд сельского хозяйства, включая фермы по выращиванию соевых бобов и ранчо для разведения крупного рогатого скота. Быстро развиваются лесоразработки. Но в отличие от бореальных лесов лесозаготовка не обязательно приводит к сплошным вырубкам, она может быть основана на выборочной рубке ценных древесных пород. Тем не менее, выборочная рубка приводит к значительному воздействию на лес посредством дорожного строительства, расчистки небольших участков леса, гибели деревьев, не предназначенных для рубки, эрозии почвы, зарастания вырубок травой,

пр. См. Очагов Д.М., Райнен Р., Бутковский Р.О и др., 2000. Экологические сети и сохранение биоразнообразия Центральной России. Исследование на примере торфяных болот Петушинского района. М.: ВНИИПрироды. 80 с.; Бутковский Р.О., Райнен Р., Очагов Д.М. и др., 2001. Сохранение природы торфяных болот Центральной и Северной Мещеры. М. 120 с.; Мелик-Багдасаров Е.М., Очагов Д.М., 2002. Сколько болот осталось в Мещере // Экологический вестник Московского региона. № 2. С. 74–88.

⁴³² Неточный перевод, надо «краевому эффекту». В терминологическом плане правильно различать 1) благоприятный *опушечный эффект* в пограничной зоне естественных лесных, болотных и пр. массивов, у которых *есть* эта самая природная опушка с иной структурой ценоза, с хорошо развитыми кустарниковыми «кулисами» и пр., и 2) неблагоприятный *краевой эффект* в лесных, луговых и болотных фрагментах. Последние со всех сторон «очерчены» чёткими антропогенными границами, а помянутая опушка либо не сформирована, либо разрежена и «продырявлена» мощной сетью антропогенных нарушений, развивающихся в краевой зоне.

микроклиматических изменений и так далее. Ещё более важными могут оказаться побочные эффекты – увеличение доступности леса для людей, приводящее к подсечно-огневому земледелию и интенсивной охоте.

Вырубка и фрагментация лесов, лесозаготовки и фермерство в сочетании с засухой, вероятно, будут способствовать учащению и интенсификации пожаров, как это случалось на обширной территории Юго-Восточной Азии в 1980-е и 1990-е гг. Может развиваться положительная обратная связь: вырубка леса воздействует на местный климат через сокращение объёма эвапотранспирации, что в засушливые годы существенно ухудшит и без того непростую ситуацию, поднимет частоту пожаров и причинит ещё больший ущерб изменённому лесному ландшафту⁴³³ <. Глобальное потепление может усилить вероятность подобных сценариев. В худшем случае результатом может стать систематическое изменение видового состава деревьев, когда дождевой лес замещается адаптированным к засухе лиственным лесом.

Первые неожиданные перемены, возможно, уже произошли в лесах, которые ранее считались неподверженными антропогенному воздействию. У. Лауренс и др. ... сообщают о регулярно происходящих изменениях в видовом составе деревьев в центральном районе реки Амазонки. Значительно увеличилась относительная численность представителей видов деревьев, которым свойственна высокая скорость роста, и соответственно, уменьшилась доля видов, растущих медленно. Это относится и ко многим формам, произрастающим в нижних ярусах леса под его пологом. Эти изменения, связанные с ростом концентрации двуокиси углерода в атмосфере, сдвигают конкурентный баланс между различными группами видов деревьев <. Усиленный рост лесов может привести к накоплению биомассы и превратить тропический лес реки Амазонки в потенциальный сток углерода на относительно долгий период времени⁴³⁴».

Уточнение деталей. Этот сюжет с микроэволюцией лесных видов деревьев иллюстрирует два общетеоретических правила.

1. Экологические и микроэволюционные реакции всегда идут рука об руку, одного без другого не бывает. В противоположность традиционной точке зрения, что экологические процессы идут медленно, а эволюционные – быстро, сейчас понятно, что хищник и жертва, конкурирующие виды и пр. эволюционируют одновременно с «соревнованием», с той же скоростью, с какой приспособляются друг к другу⁴³⁵. Если изменение среды достаточно сильно и/или долговременно, к чисто экологическому процессу приспособления⁴³⁶

⁴³³ См. «Про климатогенную роль...»

⁴³⁴ Илка Хански, 2010. op.cit. С. 110–112.

⁴³⁵ См. Алексей Гиляров. Эволюционные и экологические процессы могут происходить одинаково быстро и влиять друг на друга, <http://elementy.ru/news/431511>

⁴³⁶ Или «высвобождения», скажем, при устранении прежних хищников и конкурентов.

немедленно подключается отбор, обеспечивающий «дополнительные шаги» по данному пути и их необратимость.

2. Реакция биоты на изменение климата носит гомеостатический характер и направлена на противодействие изменениям: растительность переструктурируется так, чтобы больше поглощать CO₂, захоранивать органики и пр. Но только там, где естественная структура биоценозов не сильно нарушена человеком⁴³⁷.

Все формы хозяйственного освоения территории дробят «материк» природных ландшафтов на отдельные «острова», изолируют их и нарушают с краёв. Исходный «материк» представляет собой «лоскутное одеяло» разнотипных сообществ – лесных, луговых, водно-болотных и пр.; их мозаика закономерным образом связана с изменением форм рельефа от водоразделов к долинам рек.

По мере фрагментации он с разной скоростью, но неуклонно превращается в «архипелаг». Его «острова» разделены более-менее широкой полосой антропогенного ландшафта, непригодного для большинства «островных» видов (т.н. «матрикс»). Его преодоление затруднено или связано с разного рода опасностями для особей, почему он изолирует «островные» поселения вида не только расстоянием, но и как специфический барьер.

«Подсчёты, выполненные У.Лауренсом <> показывают, что леса бассейна Амазонки могут поглощать от 0,5 до 2,9 млрд. т. углерода в год; эту цифру следует сопоставить с глобальным антропогенным выбросом углерода в объёме от 7 до 8 млрд. т. в год⁴³⁸... Из северных лесов в европейской части России 90% не отвечают критериям неповреждённых лесных ландшафтов, и большая их доля контролируется промышленным лесоводством⁴³⁹».

⁴³⁷ См. Фридман В.С., Ерёмкин Г.С., 2015. Глобальное потепление и роль биоты: противодействие изменениям?// Современные проблемы экологии и эволюции (XXIX Любичевские чтения). Ульяновск. С. 151–156.

⁴³⁸ Только в случае, если тропический лес останется ненарушенным. Всякое нарушение, особенно долговременное, вроде гарей, вырубок, участков деревьев, ослабленных засухой и пр., немедленно начинает «греть» атмосферу. См. Дмитрий Целиков. Главным источником углерода в Бразилии оказались давно утихшие пожары, <http://science.compulenta.ru/700973/>; «Сумма про антропогенные...». А поскольку процесс нарушения в амазонском бассейне обладает большей мощностью, чем микроэволюция древесного яруса, благоприятный прогноз не сбывается.

⁴³⁹ При плановой экономике было иначе, см. пп. 1–5 **Заключения**. При рыночной ситуации сменилась на противоположную – доминирует экспорт круглого леса за границу, см. <http://kommari.livejournal.com/1839194.html>

Другой пример: в последние месяцы существования ГДР природоохранники смогли включить 14 старовозрастных лесных массивов в список ООПТ. Иными словами, при плановой экономике эти леса сохраняли малонарушенность без специального режима особо охраняемой природной территории, в рыночной экономике же без него гарантированно деградировали. Понимая это, экологи спешили опередить аншлюс.

Согласно сводке, составленной Грумбриджем $\diamond$, Финляндия остаётся лесной страной, так как 72% её площади занимает лесной покров. Однако примерно из 10 млн. га леса в южной Финляндии лишь около 1% можно считать лесами природными или почти природными. При этом учитываются участки всех размеров, – некоторые из них настолько малы, что занимают несколько га. Экологические различия между природными и интенсивно используемыми северными лесами огромны, так как современное лесное хозяйство создаёт леса, состоящие из одновозрастного древостоя одного вида деревьев. Последствия этого для биоразнообразия очевидны: примерно 20% из 20000 видов организмов, обитающих в лесах, находятся под угрозой вымирания, либо близки к такому состоянию, а около 1% уже вымерли $\diamond$.

... Различие между природными и эксплуатируемыми лесами можно наглядно показать, анализируя встречаемость и обилие лесных микроместообитаний. В особенности это касается количества грубых древесных остатков (**ГДО**) – погибших деревьев, гниющих брёвен, пней, сучьев. Этот вопрос актуальней для северного лесопользования, *которое не угрожает сокращением площади лесов, но определённо может вызвать коренные изменения в их структуре*. Целью современного [коммерческого] лесопользования является максимальное увеличение производства древесины. Для достижения этой цели используют ряд специфических мер – так, деревья начинают заготавливать до того, как они станут такими старыми, что их рост замедляется, и до того, как большие деревья погибнут и сгниют в лесу. В Финляндии по количеству **ГДО** природные леса и леса, которые интенсивно используются и находятся под контролем человека, различаются на 1–2 порядка.

Количество древесных остатков варьирует от 60–90 м³ на га в природных лесах до 2–10 м³ на га в эксплуатируемых $\diamond$. Эти цифры могут не отражать реального контраста, потому что многие небольшие заповедники в природных лесах северной Европы полностью лишены участков бурелома, характерных для исконных лесных ландшафтов, где количество **ГДО** может превышать 2000 м³ на гектар. С другой стороны, в крайне интенсивно эксплуатируемых лесах южной Финляндии количество древесных остатков составляет всего лишь 1–2 м³/га $\diamond$, а для некоторых классов мёртвой древесины разница может быть даже больше, поскольку они практически отсутствуют в используемых человеком лесах. Значительное сокращение количества мёртвой древесины имеет пагубные последствия для тысяч сапроксилофильных видов..., и это убедительно показано в самом последнем варианте Красной книги Финляндии⁴⁴⁰».

⁴⁴⁰ Илкка Хански, *ibid.* С. 108, 116.

Ещё важный момент – леса гибнут не только от вырубок, но и переноса загрязнений: дальнего трансграничного и ближнего, вследствие роста городов (лекция 1.9). Леса также гибнут от вспышек размножения стволовых вредителей⁴⁴¹, заноса чужеродных инфекций, кило- и филлофагов ввиду активизации международной торговли. Они ослабляются в связи с изменением климата; ослабленный, а тем более погибший лес проще вырубить, лакомую территорию – застроить, чем ещё больше способствовать росту урбанизированного ареала. Круг замыкается.

Конечно, давно продуманы разные формы устойчивого лесопользования (Медоуз и др., 2008: 108–109), как и вторичного использования бумаги, картона и пр., уменьшающие нагрузку на леса. Но всё это локально; распространение разбивается о прибыли бизнесов, рубящих и вывозящих лес нелегально, и поддерживаемой ими коррумпированности госаппарата соответствующих стран⁴⁴².

«В мире, где высококачественная древесина исчезает, даже одно большое старое дерево может стоить от \$10000 и более. Это большое искушение. Порой леса, находящиеся в общественной собственности, передаются в пользование частному лицу буквально даром. Лес тайком распродается, при этом ведется черная бухгалтерия; ордера на древесные породы, количества и площади вырубок подделываются; закон смотрит на это сквозь пальцы; дельцы идут наговор; господствует практика дачи взяток и откатов – и происходит это не только в тропиках.

Комиссия обнаружила, что коррупция – самая распространенная проблема в лесной промышленности, вопиющая проблема, которой, тем не менее, уделяется крайне мало внимания⁴⁴³. Даже в самых

⁴⁴¹ См. «Новые данные о потере лесов на планете», <http://naturschutz.livejournal.com/78876.html>; «Китайский уголь», <http://naturschutz.livejournal.com/37230.html>; данные **рис. 28**.

⁴⁴² См. <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=13148&view=unread> Вообще, бизнесмен всегда коррумпированной госслужащего, даже бюрократа – чиновника. Его единственная мотивация – жажда наживы; общее благо и даже долговременный выигрыш если присутствуют, то где-то вдали и сбоку, и начинают рассматриваться лишь под давлением социума. Напротив, в нормальном обществе чиновник – это гражданский офицер, у него идеал — служение стране, «сначала думай о родине, а потом о себе» и т.д. (как главная интенция учёных – служение истине). См. «Частник vs государство – что лучше для страны и выгодней для людей», <http://www.socialcompas.com/2014/11/09/chastnik-vs-gosudarstvo-cto-to-luchshe-dlya-strany-i-vy-godnei-dlya-lyudej/>

Чем крупнее компания, тем опасней она в коррупционном плане – больше соответствующих предложений и на большую сумму. Как устранение такой социальной язвы, как проституция, требует криминализации клиентов наравне с притоносодержателями и сутенёрами (а не проститутток), так и борьба с коррупцией требует в большей степени контролировать бизнес-деятельность, чтобы не уклонялась от компенсации экологического и социального риска, «производимого» при извлечении прибыли, чем контролировать чиновников. См. «Не лучше ль на себя, дядя Сэм, оборотиться?», <http://roman-sharp.livejournal.com/1093581.html>

⁴⁴³ См. WSFSD. Our Forest – Our Future, <http://www.iisd.org/pdf/wcfsdsummary.pdf>

контролируемых тропических лесах, где меньше всего коррупции, лес исчезает, но неизвестно какими темпами. В издании этой книги, вышедшем в 1992 г., мы показали на карте потери леса в одной маленькой стране, Коста-Рике. В надежде обновить эти данные мы обратились в Исследовательский центр устойчивого развития в Университете Коста-Рики, но услышали только, что, действительно, прежние данные следует обновить, но для этого все ждут, когда будут разработаны более точные методы измерения».

Уточнение деталей. Практически везде на планете горимость лесов больше зависит от режима эксплуатации, чем естественных процессов. Как пишет Джаред Даймонд в «Коллапсе» (С. 52–55), «с результатами вырубок сравнимы результаты лесных пожаров, число и сила которых значительно возросли в Монтане и по всему западу США в некоторых типах лесов. Особенно трагическими стали лета 1988, 1996, 2000, 2002 и 2003 годов. Летом 2000 года сгорела пятая часть лесов Битеррутской долины. Когда бы я ни пролетал над долиной, каждый раз первой мыслью было подсчитать из окна самолёта количество пожаров. (19 августа 2003 года, подлетая к аэропорту Миссулы, я насчитал дюжину пожаров, дым от каждого из них висел в воздухе на несколько миль.) Каждый раз в 2002 году Джон Кук, собираясь на рыбалку с моими сыновьями, речку и место выбирал в зависимости от того, где в тот день были пожары. Некоторым из моих друзей приходилось по несколько раз эвакуироваться из своих домов из-за подступающего огня.

Это увеличение числа пожаров в последнее время произошло отчасти из-за перемены климата (проявилась тенденция к летним засухам), а отчасти из-за деятельности человека. Польза лесоразработок, вполне понятная 30 лет назад, теперь подвергается сомнению. Один фактор состоит в том, что земля после валки леса покрыта подушкой из веток и спиленных верхушек деревьев, представляющих собой прекрасную пищу для огня. Из-под этой подушки поднимается молодая поросль, ещё более увеличивая огнеопасность леса. Рубятся и вывозятся конечно, самые большие и устойчивые к пожарам деревья, остаются маленькие, более горючие. Вторым фактором стал переход лесной службы США к политике тушения лесных пожаров, принятой в первой декаде 1900-х годов. «Всякий лесной пожар должен быть потушен к 10 часам утра, следующего за днём, в который было получено сообщение о пожаре».

После Второй мировой войны пожаротушение стало более успешным и эффективным благодаря появлению пожарной авиации, системы дорог, по которым можно послать бульдозеры, и развитию технологий пожаротушения. За несколько десятилетий со времени войны площадь выгорания уменьшилась на 80%.

Такой удачное положение дел стало меняться в 1980-х годах, когда выросло число таких пожаров, помешать которым невозможно без дождя или безветрия. Люди начали догадываться, что немалый вклад в эти страшные пожары внесла политика пожаротушения, и что мелкие естественные пожары от удара молнии играли прежде важную роль в формировании леса. Если взять низко расположенные леса Битеррутской долины, где растёт жёлтая сосна, то подсчёт по годовым кольцам на пнях показывает, что пожары в естественных условиях происходили примерно раз в декаду (до того, как пожары стали тушить в 1910 году, и до того, как их стали тушить эффективно в 1945 году).

Стволы старых сосен покрыты корой в два дюйма толщиной и относительно огнеустойчивы. При пожаре выгорает подросток, состоящий из жлестуги тиссолистной, успевший вырасти со времени прошлого пожара. Но подросток ещё слишком низок, и пламя не может перекинуться с него на кроны сосен. В результате сосновые леса выглядят как парки. Мусора и бурелома мало, высокие деревья далеко отстоят друг от друга, и подросток относительно редкий.

Конечно, заготовителей в первую очередь привлекают высокие, старые, ценные стволы жёлтой сосны, и остаётся пихтовый подросток, который может стать ценными деревьями только через много лет, если выживет. Плотность произрастания деревьев увеличивается с

30 до 200 единиц на акр, пожароопасность возрастает в 6 раз, а конгресс не желает платить за прореживание этой поросли. Другой фактор, связанный с людьми, – выпас овец в государственных лесах – также может играть существенную роль в прореживании подлеска, который в противной случае становится добычей частых низовых пожаров. Когда пожар в «поеденном» лесу всё-таки начинается (из-за грозы или, что гораздо чаще, из-за небрежности людей), подростший густой подлесок становится ступенькой, с которой огонь перекидывается на кроны деревьев. Итог – огненный ад, пламя взлетает в воздух на 400 футов, перепрыгивает с кроны на крону через большие промежутки, температура поднимается до 2000 градусов по Фаренгейту, погибает запас семян в почве, остаются гарь и разрушенный плодородный слой.

Сейчас серьёзнейшей проблемой для лесников стал запас горючего материала, накопившийся за полвека тушения пожаров. В более влажных восточных штатах гниение деревьев развивается куда раньше, чем на сухом Западе, где мёртвые деревья стоят как исполинские спички. В идеале лесная служба должна контролировать рост леса и прореживать его выборочной рубкой или мелкими контролируемыми пожарами. Но такая работа стоит больше тысячи долларов за акр, а для ста миллионов акров государственных лесов её стоимость составляет около ста миллиардов долларов. Ни один политик, ни один избиратель не согласится тратить такую пропасть денег. Да и будь стоимость работ ниже, многие не желают платить за то, чтобы рубили их любимый красивый лес. Вместо того, чтобы разработать программу грамотного ухода за лесом, правительство борется с горящими лесами и вынуждено тратить деньги непредсказуемо, по мере возникновения пожаров. За лето 2000 года расходы составили \$1,6 млрд., при этом сгорело 10000 квадратных миль леса.

Сами жители Монтаны зачастую имеют противоречивые взгляды на управление лесами и проблему лесных пожаров. С одной стороны, налицо опасения и инстинктивное неприятие позиции «пусть себе горит», которую пытается защитить лесная служба по отношению к большим пожарам, которые невозможно потушить. Когда в 1988 году позволили сгореть большей части Йеллоустоунского национального парка, жители протестовали особенно громко, не осознавая, что ничего нельзя было поделать, разве что молиться о дожде или снеге. С другой стороны, общественности также не нравятся программы по прореживанию леса в целях понижения пожароопасности, потому что люди предпочитают красоту густых лесов «неестественному» вторжению в природу. Они хотят, чтобы леса оставались в «естественных условиях» и, конечно, не желают платить за прореживание. Жители (как до недавнего времени и большинство лесников) не могут понять, что западные леса уже давно находятся в неестественных условиях, вызванных пожаротушением, лесозаготовками и выпасом овец.

В долине Битеррут понастроили охотничьих домиков, окружённых пожароопасным лесом, где городское соседствует с диким, и ожидают, что правительство станет защищать эти дома от пожаров. В июле 2001 года мы с женой, гуляя в окрестностях Гамильтона в лесу Блэджет, набрали на место, где торчали обугленные деревья, которые погубил крупный лесной пожар летом 2000 года. Жители этой местности, отклонившие ранее программу лесной службы по прореживанию леса, запросили тогда 12 больших пожарных вертолётов (\$2000 в час), чтобы те обливали их дома водой, оберегая от возгорания. Лесная служба исполняла свои обязанности по спасению жизней, имущества и леса (именно в такой очерёдности), при этом выгорело огромное количество общественного леса, убытки вышли гораздо большие, чем если бы сгорели дома.

После этого лесная служба заявила, что впредь не собирается тратить такие деньги и подвергать опасности жизнь пожарных, защищая частную собственность. Многие домовладельцы подали бы в суд на лесную службу, сгори их дома в лесном пожаре или во встречном пале, запущенном службой для тушения гораздо большего пожара, или, если дом не сгорел, но вид на лес с веранды потерял свою привлекательность. Некоторые домовладельцы Монтаны настолько заражены яростными антиправительственными настроениями, что отказываются и платить пожарные сборы, и позволять правительственным уполномоченным вводить противопожарные меры».

«Рост спроса на продукцию лесной промышленности только осложняет проблему исчезновения лесов. Между 1950 и 1996 гг. мировое потребление бумаги выросло в 6 раз. К 2010 г. потребление вырастет с 280 до 400 млн. т. В США среднестатистический гражданин расходует 330 кг бумаги в год, но в других развитых странах – только 160 кг, в странах третьего мира – всего 17 кг. Хотя вторичная переработка бумаги и расширится, тем не менее, вырубка девственных лесов на целлюлозу растёт на 1–2 % в год.

Суммарное потребление древесины на все цели – производство стройматериалов, бумаги, даже на дрова – расширяется год от года, хотя скорость роста и замедляется (рис. 42)» (Медоуз и др., 2008: 106).

По этой причине успехи общественности, пытающейся поставить заслон через сертификацию устойчивых лесов, запреты ЕС, лесопосадки и выведение коррупционеров на чистую воду частичны и временны. Однако они есть не только в странах «первого мира», но и, например, в Кении⁴⁴⁴ (лекция 1).

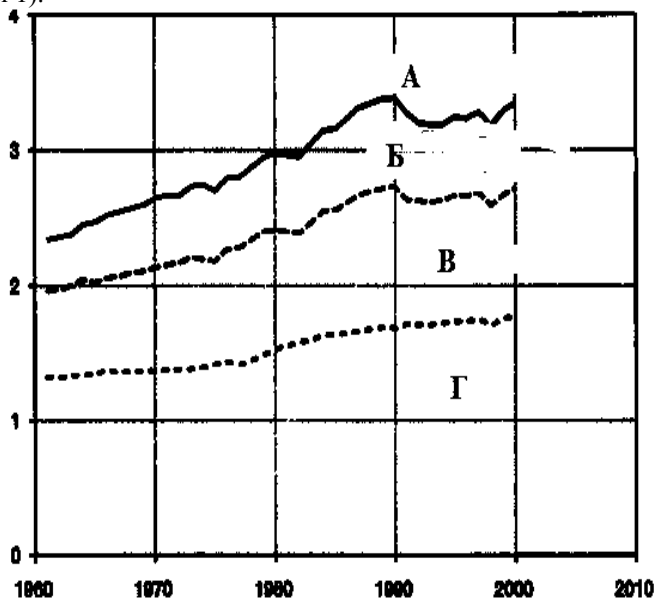


Рис. 42. Использование древесины в мире

⁴⁴⁴ См. «ЕС борется с нелегальной торговлей древесиной», <http://inosmi.ru/europe/20100708/161144349.html>; Sustaining forests: Investing in our common future. UNEP Policy Series. Ecosystem Management. Issue 5. August 2011, http://www.unep.org/ecosystemmanagement/Portals/7/Documents/unep_policy_series/5thUNEPPolicySeries.pdf

Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Млрд. м³ древесины/год. *A* – Суммарная добыча древесины, *Б* – Балансовая древесина, промышленные виды древесины, *В* – брёвна и шпон, *Г* – Дрова.

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 3.9.

Наконец, хотя потребительское давление превышает предел на 20% (лекция 2. 4), процент голодающих не уменьшается, а доля живущих в бедности и нищете растёт.

В развитых странах, наоборот, перепотребляется даже пища, с последующими проблемами для здоровья, хотя доля затрат на питание падает с ростом доходов⁴⁴⁵. Это красиво показано примером Кубы 1990-х гг.: тогда она попала в трудное положение, ввиду американской блокады и потери экономической кооперации с СССР и другими соцстранами.

Парадоксально, но экономические трудности были сопряжены с существенным *улучшением здоровья* кубинцев. Снизился вес, сократились смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения и связанных с ним болезней – диабета второго типа, гипертонии пр⁴⁴⁶. Упала заболеваемость хроническими «болезнями пожилых», наиболее значимых факторов риска в развитых странах, причинно связанных с повышенным весом. С улучшением ситуации в 2000-е гг. заболеваемость снова выросла.

Что это значит? Благодаря социализму и плановой экономике трудности на Кубе не привели к голоду, питание было скудным, но полноценным, и доставалось всем. По той же причине доля голодающих в Индии, где бедняки могут рассчитывать лишь на себя, существенно выше, чем в КНДР, где до 2010-х гг. было нормированное распределение продуктов. Вследствие бедности кончилось переизбыток, присутствующее в развитых странах, где каждый 1\$ затрат на «лишнюю (или мусорную) пищу» превращается в \$2–5 долларов на борьбу с ожирением и вышеперечисленными болезнями.

Что бывает, когда при скудном питании еду надо покупать на рынке, видно из того, что большая часть живущих в нищете живёт не в самых бедных странах⁴⁴⁷. Но в сильно более рыночных, где хорошо выделены предпринимательский и потребительский классы. Им выгодно распределение пищи по ценам «свободного рынка» (а не по договорам «социальных контрактов» внутри общины или по государственным планам), ибо толкает рабсилу выкладываться, чтобы заработать на жизнь.

⁴⁴⁵ См. исследования психологии питания, <http://mindware.ru/blog/?cat=1213> С другой стороны, там половина произведённой пищи выбрасывается, <http://naturschutz.livejournal.com/51885.html>

⁴⁴⁶ См. «Блокада сделала кубинцев здоровее», <http://www.socialcompas.com/2014/05/10/blokada-sdelala-kubintsev-zdorovee/>

⁴⁴⁷ См. «Гены, диабет и генные сети», <http://wolf-kitses.livejournal.com/374123.html>; обзор Дмитрий Целикова, <http://compulenta.computerra.ru/archive/socdem/650386/>;

Сказанное про пищу верно для всех форм потребления – одежды, жилищ, бытовой техники и пр. Их совокупность создаёт «экологический след», ныне превосходящий ёмкость биосферы.

17. Как экологическая нагрузка связана с качеством жизни и разным общественным строем?

На что идёт экологическая нагрузка, оцениваемая «снизу» «экологическим следом»? На рост качества жизни, оцениваемого индексом развития человеческого потенциала (*Human Development Index*, **HDI**). Его использует Программа ООН по развитию (ПРООН); **HDI** рассчитан для большинства стран, участвующих в программе, за многие годы, и ежегодно публикуется в отчете *Human Development Report*.

Согласно определению, **HDI** – параметр, характеризующий средние достижения данной общности (страны, региона и пр.) по трём направлениям:

1) продолжительность жизни и здоровье населения (в виде ожидаемой продолжительности жизни на момент рождения, **СОПЖ**).

2) образование, в виде доли грамотных взрослых, взятой с весовым коэффициентом 2/3, и доли населения со средним и высшим образованием, взятая с весовым коэффициентом 1/3.

3) Средний достаток – величина валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения с поправкой на курс доллара в соответствии с паритетом покупательной способности.

HDI рассчитывается как среднее арифметическое для трёх составляющих. Подробней методику расчёта **HDI** см. United Nations Development Program, *Human Development Report* 2001, P. 239–240.

Величина **HDI** выражает большие или меньшие возможности потребления (3), развития (2) и самосохранения (1) индивидов в данном социуме. Необходимые для этого блага в зависимости от типа общественного устройства предоставляются двумя способами. Либо они даются *как право* при социализме советского образца и в социальном государстве скандинавского образца, бесплатны и (в принципе) общедоступны (образование, медицина и пр. социальная сфера). Либо их продают, *как услуги*, по рыночным ценам: богатые берут лучшее соцобеспечение, бедные довольствуются бросовым. Роль общества здесь – в предоставлении большей или меньшей возможности зарабатывания денег, в развязывании либо сковывании предприимчивости индивидов. Это либеральные общества (государства), противопоставляемые социальным и социалистическим.

Понятно, эти альтернативы редко встречаются в чистом виде, ибо последнее зависит не только от некогда выбранных идеологических принципов, но и обстоятельств истории, перипетий политической борьбы, текущей экономической конъюнктуры и пр. Поэтому в большинстве стран присутствуют оба способа обеспечения граждан «плодами» прошедшего развития (что определяет характер использования их национальной экономикой в следующий момент как рабсилы большего и меньшего «качества»). Но в разной пропорции.

Соответственно выделяются 4 группы стран, различающихся не только уровнем, но и структурой **HDI** и «экологическим следом»:

1) страны социализма – СССР и его союзники (сегодня из них существует лишь Куба). Доминирует первый принцип, второй неразвит, при плановой экономике предпринимательство криминализировано, люди работают на общество в целом, а не конкретных хозяев. При хорошо развитой, бесплатной, общедоступной социальной сфере это страны небогатые или даже бедные, с небольшим потребительским давлением, и (ввиду преимуществ плановой экономики, см. Заключение) низким образованием отходов на единицу продукции или производственного усилия. Характерны плановые усилия всего социума по сохранению дикой природы, крупные массивы которой сохраняются даже на староосвоенных территориях, а не только в глубинке⁴⁴⁸.

2) «Социальный» капитализм стран Северной (отчасти Средней) Европы, в меньшей степени других стран ЕЭС, Канады, Новой Зеландии и пр. Оба принципа одинаково развиты. Высокое потребительское давление, значительные усилия по рециклингу, экономии воды, энергии и пр. сокращают образование отходов. Общество не только много делает для спасения сохранившихся «островов» дикой природы, но и активно создаёт новые через экообустройство техногенных аналогов природных ландшафтов, экологическую реставрацию и пр.

3) Либеральный капитализм США, Австралии, Южной Кореи. Богатые страны с неразвитым первым и доминирующим вторым принципом обеспечения благами развития. Сюда с оговорками относятся и нефтяные монархии Аравийского полуострова – Саудовская Аравия, ОАЭ, Катар. Максимум потребительского давления при максимуме производства отходов на единицу продукции или производственного усилия. В промышленно развитых странах этой группы – значительные усилия по спасению оставшихся «островов» дикой природы, но экообустройство антропогенно трансформированных природных

⁴⁴⁸ См. «Эволюционные модели урбанизации и путь СССР/России», <http://wolf-kitses.livejournal.com/95510.html>

ландшафтов развито плохо и/или неэффективно из-за экоопасного характера урбанизации⁴⁴⁹.

4) Бедные страны «периферийного капитализма» (развивающиеся в третьем мире и бывшие промышленно развитые страны второго мира, деиндустриализировавшиеся при «переходе к рынку»). При низком и очень низком потребительском давлении здесь главная форма воздействия на биосферу – разрушение дикой природы вследствие концентрации «грязных» производств, экоопасных форм сельского хозяйства, ложной урбанизации и пр.

В модели используется модифицированный вариант **HDI**, названный показателем благосостояния – *Human Welfare Index*, **HWI**: приближение **HDI**, с учётом лишь переменных, используемых в World3. Рассчитывается как сумма индекса ожидаемой продолжительности жизни, показателя образования и индекса ВВП, делённая на три.

«Полученный в результате показатель благосостояния **HWI** возрастает с 0,2 (уровень 1900 г.) до 0,7 (уровень 2000 г.). Он достигает максимального значения 0,8 в самых успешных сценариях примерно в расчётном 2050 году. Значения 0,2, 0,7 и 0,8 соответствуют реальным индексом развития человеческого потенциала HDI в 1999 г. для Сьерра-Леоне, Ирана и республик Прибалтики соответственно. Значение показателя благосостояния человека **HWI** в 1999 г. очень близко подходит к реальному значению индекса развития человеческого потенциала **HDI**, рассчитанному Программой ООН по развитию для того же года: было получено значение 0,71 в среднем в мире».

Действительно, зависимость среднего **HDI** разных стран от величины «экологического следа» показывает антиэкологичность капиталистического развития «в сторону первого мира», см. https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint Вертикальная красная линия на графике – предел экологической устойчивости биосферы, рассчитанный для ситуации, если бы данный национальный уровень экологической нагрузки был бы среднепланетарным.

Видим, что самый незначительный прирост **HDI** требует резкого увеличения «следа», то есть капиталистическое производство больше разрушает природу, чем производит богатства и развивает инфраструктуру, нужную гражданам для образования, здравоохранения, транспорта и иных социальных возможностей. У стран первой группы – Кубы, ГДР, ЧССР, СССР – решение тех же проблем развития «оплачено» меньшим экологическим ущербом; правда, и потребление росло медленней. Что прямо определялось преимущественным развитием здесь

⁴⁴⁹ См. «Города, география с экологией»,
<http://www.socialcompas.com/2014/05/08/goroda-geografiya-s-e-kologii/>

общественной инфраструктуры⁴⁵⁰ для решения проблем образования, здравоохранения, транспорта и пр. социалки, и большей эффективностью распределения всего перечисленного как права по сравнению с покупкой того же самого на рынке как услуги⁴⁵¹.

Превзойден предел по сокращению биоразнообразия или нет, мы не знаем. Пока неизвестно, все ли виды флоры и фауны, устойчиво существующие на данной территории, необходимы для «работы» соответствующих ценозов, или выпадение части из них пройдет бесследно для экосистемных процессов? Если да, то каков процент видов, «не влияющих» на экологические функции сообщества? Однако учитывая сокращение территорий природных биомов, во многих местах перешедшее предел способности «репарировать» нарушения, можно считать, что уже слишком много видов, необходимых для этой устойчивости, вымерло, стало угрожаемыми или экстремально упало в численности. Тем более что для каждого таксона растений или животных число его видов, устойчиво существующих на территории некоторого биома, связано известной зависимостью «виды – площадь» (прямая в логарифмических координатах).

Чем быстрее сокращается площадь природных биомов, тем больше видов вымрет сразу, особенно эндемичных. Чем сильнее фрагментирована оставшаяся часть, тем больше видов на возникающих «островах» вымрет немного погодя от островного эффекта (т.н. отложенное вымирание). Что косвенно подтверждается разницей скоростей современного вымирания и вымирания в кризисах геологического прошлого на порядки величин⁴⁵².

18. Достоинства метода моделирования

Моделирование *будущей* динамики сложных систем ставит два важных вопроса. 1. Как сделать такую модель состоятельной, ведь мы не пророки, а развитие из-за нелинейности управляющих им зависимостей контринтуитивно – раз за разом расходится с выводами линейной

⁴⁵⁰ Её недоразвитие в богатых странах, вроде нефтяных монархий Залива рождает специфические проблемы. Так, в их «витрине» – г.Абу-Даби строятся убогие небоскрёбы. Беда в том, что канализация развита только в здании, но не предусмотрена в городе в целом. Поэтому кал и моча жильцов накапливаются в большом хранилище под зданием, а затем вывозятся ассенизационными грузовиками, которые забивают все выезды из города. См. <http://naturschutz.livejournal.com/21176.html>

⁴⁵¹ См. «Какая система образования нам нужна?»
<http://www.socialcompas.com/2014/05/04/kakaya-sistema-obrazovaniya-nam-nuzhna/>

⁴⁵² См. «Большой минус, маленький плюс...».

экстраполяции, «по умолчанию» применяемой везде и всегда⁴⁵³? 2. Чем форрестеровский метод системно-динамического моделирования отличается от обычных математических методов моделирования поведения сложных систем?

На первый общий ответ дан когнитивистами, занимающимися отработкой навыков управления судном, самолётом и пр. на тренажёрах. При моделировании сложных систем для задач управления важна не точность копирования всей системы в модели, но верное отражение немногих параметров, критически важных для формируемого навыка. Надо моделировать на тренажёре и отрабатывать у людей технику управления, обеспечивающую уровень гарантированности результата выше некоторого (чем больше, тем лучше) во всём многообразии случайностей, непредсказуемых или «возмущающих» событий, возможных в реальности⁴⁵⁴.

Здесь действует принцип – модель тем лучше, чем больше разнообразие событий контекста, независимо от которых (или даже *вопреки*) устойчиво достигается результат⁴⁵⁵. Вероятность его реализации сочетанным действием причин, учтённых в модели (и наша уверенность в его наступлении с определённой вероятностью, *belief*) отражают **состоятельность прогноза**. Видно, что данное требование к управлению системами (в нашей области, к прогнозу развития сложной системы в будущем) означает знание – и использование – *закона* функционирования этих последних. Ведь закон есть регулярная, раз за разом повторяющаяся связь между переменными, способная «пробить» себе дорогу в хаосе разнообразных случайностей⁴⁵⁶. Совокупность последних образует **контекст**, в нашем случае человеческий, или социальный.

Хороший пример – тренинг вождения супертанкеров. «В начале 1980-х гг. фирма *ESSO* построила на озере недалеко от Гренобля учебный танкер и целую серию причальных сооружений в 1/25 реальной величины. Однако при этом время реализации команды, то есть лаг-период от подачи команды изменить курс до фактического изменения курса судна также оказывается в несколько раз меньше (в реальности он порядка 20 мин.). Поэтому тренировка вызывала отрицательный перенос –

⁴⁵³ См. Дёрнер Д., *op.cit.*

⁴⁵⁴ С учётом реальной плотности распределения «возмущений» во времени жизни данной системы.

⁴⁵⁵ То есть чем гетерогеннее выборка обстоятельств контекста (выступающих «возмущениями»), на фоне которых – а фактически «вопреки» – соответствующий результат достигается устойчиво, с соответствующей вероятностью.

⁴⁵⁶ Здесь – состояниями среды обитания под воздействием экономического развития. См. систематизацию терминологии относительно характера знания, «добытого» в научном исследовании – чем «закон» отличается от «правила» и «эмпирической зависимости», «гипотеза» от «модели» или «теории» и т. д., <http://wolf-kitses.livejournal.com/362778.html>

успешность проведения реальных танкеров после таких тренажёров оказывалась ниже, чем без тренировки⁴⁵⁷».

Важный вывод отсюда: никакая модель не может, не сможет, и не должна воспроизводить моделируемую систему в подробностях, излишняя точность мешает. Что действительно важно – понять, уметь выделить и отразить в модели существенные параметры, чьи изменения (естественные⁴⁵⁸ или связанные с управляющими воздействиями) критически важны для нашей задачи: совместима ли мировая динамика, развёртывающаяся по «стандартному сценарию», с экологической ёмкостью биосферы? Позволяют ли регуляторы, присущие «бизнесу как всегда» – рынок и технологии – либо «тормознуть вовремя», не допустив выхода за пределы, либо за время пребывания на кризисной траектории («за пределами») решить проблемы, возникшие и разрастающиеся в связи с «выходом», сделав тем самым предел несущественным⁴⁵⁹? Прогнозы модели на оба вопроса отвечают *«нет»*, а авторский анализ объясняет, почему.

«Действительно, в исходную модель... не включали отдельные контуры, описывающие технологический прогресс, который мог бы автоматически решить все проблемы, связанные с экспоненциальным ростом экологической нагрузки. Это было сделано намеренно, поскольку мы и тогда не верили, и сейчас не верим, что такие технологические прорывы могут возникнуть сами собой или в результате саморегуляции

⁴⁵⁷ Величковский Б.М., 2006. Когнитивная наука: Основы психологии познания. Т. 1. М.: Смысл. С. 436.

⁴⁵⁸ Для социальных процессов, от движения населения до урбанизации, «естественный» значит – «стихийно складывающийся в рамках данного общественного устройства», наблюдаемый при отсутствии специальной политики, направленной на снижение социальных и экологических рисков. Как показывает Ульрих Бек, последние органически присущи данному способу производства и сопровождают его как некая «тёмная тень» создаваемых им полезных вещей, знаний, богатства, здоровья и т.д. благ. См. «Общество риска. На пути к другому модерну». М.: Прогресс-традиция, 2000. 108 с.

По мере того, как капитализм подходит к своему историческому завершению, «обычные» и «исключительные» условия совпадают всё чаще. Для всё большей доли граждан устойчивость бытия делается недостижимой, они обрекаются жить и действовать в условиях постоянных перемен, каждая из которых, даже если и к лучшему, множит и усиливает опасности для большинства. Обычная реакция на это – распространение массовых страхов, перекрывающихся на некий ложный объект, вроде ГМОфобии. См. «Чем отличается массовый страх от разумной предосторожности?», <http://www.socialcompas.com/2013/12/30/gmo-kak-fetish-opasnosti-i-mishen-opaseni/#i-2>; «Как в Фейсбуке возникают теории заговора?», <http://www.socialcompas.com/2015/03/12/8676/>

⁴⁵⁹ Как точно отметил Д.И. Люри, умеренное «влезание в кризис» даёт дополнительные ресурсы: их можно использовать для перестройки хозяйства, ликвидирующей самую возможность кризиса, а можно бездарно проесть. Тут самое трудное – вовремя остановиться и начать перестраиваться, поскольку объёмы ресурсопользования немедленно падают. См. лекцию 3. Другие причины сложности определения оптимальной глубины «влезания в кризис» см. лекцию 1, рис. 4

свободного рынка. Развитие технологий может быть впечатляющим и даже достаточным, но только если будут приняты определённые решения в социальной сфере и если будут желанием и средства воплотить их в жизнь. И даже если всё сложится именно так, всё равно необходимые технологии будут появляться с существенным запаздыванием. Таков наш взгляд на мир сегодня, и таким же он был 30 лет назад. Именно этот взгляд нашёл отражение в модели World3» (Медоуз и др., 2008: 226–227).

Использованный Медоузами метод системно-динамического моделирования хорош тем, что в «каше» колебаний и трендов, составляющих наблюдаемые изменения, «отделяет твердь от воды», то есть *устойчивые тенденции* (обусловленные причинно-следственными связями, их переплетением и взаимодействием), от *неопределённости* (связанной с избыточными факторами и непредсказуемыми событиями вроде войн и научных открытий). Если модель состоятельна, то тенденции, прогнозируемые для будущего, устойчиво реализуются в нём независимо от событий, которые модель по понятным причинам не может и не пытается прогнозировать. Они «пробьют себе дорогу», как законы естествознания (или почти как).

В самом худшем случае «не предусмотренные» события и процессы воздействуют лишь количественно – сократят долю дисперсии, объяснимой моделью (скажем, с 80% до 50%), но не отменяют само объяснение. Иными словами, тенденции развития, прогнозируемые такого рода моделями, инвариантны, несмотря на неустранимые «возмущения», непрогнозируемую новизну и устойчивы к неопределённости (её можно задать большей или меньшей). Что есть главное достоинство метода.

При «обычном» математическом моделировании процессов развития используются формулы, ставящие «нужные» характеристики в зависимость от времени или параметров других процессов. Главное, эта каузальность *постоянна на всём интервале прогноза, а не переопределяется год от года* в зависимости от изменившегося состояния системы и взаимных соотношений её компонентов. Поэтому время здесь течёт *непрерывно*. Напротив, при системнодинамическом моделировании время *дискретно*, а формулы для расчёта (прогноза) состояний системы и её компонентов рекуррентны.

Каузальные связи между системными единицами и процессами⁴⁶⁰ каждый год⁴⁶¹ переопределяются заново в зависимости от изменившегося

⁴⁶⁰ Система образуется из элементов, и подразделяется на единицы – структурные или функциональные блоки, выделенные по разным «пучкам» связей между элементами. Именно специфический паттерн связей 1) характеризует систему как индивидуальность («я»), 2) отделяет её от «не-я» – внешней среды, в которую погружена и с которой взаимодействует система, 3) определяет её как нечто отличное от других систем того же рода, элементы которых могут быть изменимы и заменимы. См. Беспалов Б.И., 2007. О

состояния системы. Здесь постоянны не моделирующие зависимости, но *правила их изменения*, и начальное состояние, «от которого» как от печки, «танцуют» последние. Так, в компьютерной популяции World3-91 индивиды ежегодно «выбирают» работу в разных отраслях экономики – добыче сырья, производстве промтоваров, пищи, в очистке загрязнений от остальных отраслей. Или, будучи не работниками, а предпринимателями, «выбирают» эти же отрасли для инвестирования капиталов. Затем заработанные деньги и приросшие инвестиции (вложенный капитал + полученная прибыль) вкладываются снова через потребление или реинвестиции. Так что деньги, заработанные по результатам прошлого года, начинают «работать» в следующем.

Важно подчеркнуть: здесь моделируется чисто рыночная экономика с индивидами – *homo economicus*, абсолютно рациональными участниками рынка, что в роли работников (потребителей), что в роли предпринимателей (инвесторов). Они работают (вкладывают капитал) в первую очередь там, где доход максимален, в виде зарплаты или прибыли. Не успевшие там «занять места» распределяются по другим отраслям сообразно доходности.

При изменении по ходу развития прибыльности отраслей капитал и рабочие руки направленно «перетекают» между ними, соответственно усиливая или ослабляя производственную активность. А потребительская активность индивидов меняется однотипно вслед за сдвигом соотношений «цена – качество» выпускаемых ими товаров. Поэтому линии мировой динамики не плавные, но содержат резкие скачки и изломы в моменты, когда результаты предшествующего развития переопределяют знак зависимостей между элементами системы.

Скажем, низкий уровень индустриализации и урбанизации стимулирует рост численности населения, но при переходе некоего предела уже ингибирует его. См. графики и стандартного сценария, и «нулевого роста». Они отличаются лишь тем, что в первом случае промышленный рост в период стимуляции роста демографического много меньше, чем во втором, в период ингибирования – наоборот, больше. Поэтому сопоставимый подъём загрязнения в стандартном сценарии «обрушивает» систему, но в «нулевом» – её стабилизирует, ибо *уже до этого* опережающее развитие городской и промышленной инфраструктуры «сбило» демографический взрыв, почему больше

различиях «единиц» и «элементов» психологической реальности,
http://www.psy.msu.ru/science/seminars/activity/materials/08_bespalov.pdf

Поэтому, согласно Л.С.Выготскому, система анализируется «по элементам», а реконструируется «из единиц».

⁴⁶¹ Или иной интервал времени.

прибыли от развития можно направить на купирование экологических рисков, а не «поддержание штанов».

В стандартном сценарии так не получится. Там с самого начала взаимодействие промышленного роста и роста населения организовано так, что стимулирует демографический взрыв и потребительское давление настолько сильно, что, когда надо купировать экологические последствия этого, не выделишь достаточно капитала. Почти весь он ушёл на обслуживание витальных потребностей и поддержку возникших мощностей.

19. Параллель с логистической моделью роста популяции

Для нас, биологов, важно, что модель пределов роста по структуре и предсказаниям изоморфна логистической модели роста популяции Ферхюльста–Пирла $dN/dt = r \cdot N(1 - N/K)^{462}$. N здесь – текущая численность, r – мальтузианский параметр, мгновенная скорость роста численности, равная разности рождаемости b и смертности d в каждой точке кривой. K – предельная ёмкость среды, также определённая через численность⁴⁶³. Согласно ей, популяция S-образно растёт со скоростью r и, начиная с некоторых N , постепенно тормозит около предела, заданного ёмкостью среды K .

«Физический» смысл здесь тот же, что у движения крупного тела в вязкой среде. У долгоживущих видов, вроде копытных, рост проскакивает предел «по инерции», и если нет хищников, сокращающих численность, популяция дальше мрёт от голода и болезней⁴⁶⁴.

Важный момент состоит в том, что у большинства видов животных механизмы внутривидовой регуляции, зависящие от плотности, включаются *заранее*. В результате кривая «тормозит» сильно раньше пределов, особенно у т.н. «социальных» видов⁴⁶⁵. Большая часть ресурсов, «добытых» индивидами, здесь «конвертируется» не в новых особей, но в поддержание популяционной структуры и «привычного» уровня социальной связанности и социальной зависимости в поселениях. Без

⁴⁶² В экспоненциальной форме $N(t) = N_0 e^{rN(1-N)/K}$, где N_0 – начальная численность.

⁴⁶³ О ней подробнее см. Розенберг Г.С., Мозговой Дж.П., Гелашвили Д.Б., 2000. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара. С. 193–194.

⁴⁶⁴ См. чернохвостые олени на плато Кайбаб, <http://naturschutz.livejournal.com/66676.html>

⁴⁶⁵ См. «Популяционная регуляция после истребления у «социальных» и «несоциальных» видов грызунов, <http://wolf-kitses.livejournal.com/230211.html>

этого зверьки «неспособны» результативно конкурировать, делиться на «лучших» и «худших», с поощрением первых естественным отбором и пр.

В отличие от «несоциальных» видов, у «социальных» чрезмерное разрежение так же губительно, как и переуплотнение. Поэтому механизмы внутрипопуляционной регуляции здесь включаются не только увеличением, но и *уменьшением* плотности. Скажем, после истребления или иной неизбежной гибели, чтобы «собрать» уцелевших в поселения с должной интенсивностью контактов («социальной плотностью»). С ростом численности таких видов частота и интенсивность контактов особей также растут⁴⁶⁶, делая задачи регуляции всё более сложными, насущными и времязатратными, чем ещё больше тормозят рост.

Признаком всего перечисленного служит отмеченная у подавляющего большинства видов *отрицательная* корреляция между такими параметрами уравнения Ферхюльста–Пирла, как достигнутая численность N и мальтузианский параметр r . Единственное исключение – «несоциальные» виды с максимально лабильной стратегией, вроде норвежского лемминга *Lemmus lemmus* и азиатского бурундука *Eutamias sibiricus*; тут все ресурсы, добытые индивидами из среды, «конвертируются» в новых особей⁴⁶⁷.

Человек отличается двумя особенностями: 1) у него корреляция r и N в уравнении *положительна*; 2) в отличие от животных, его численность растёт не за счёт роста размножаемости индивидов, но увеличения среднеожидаемой продолжительности жизни всей популяции (*СОПЖ*). То есть плодов общественного и научно-технического прогресса, рано или поздно распространяющихся на всех.

Пример. «С точки зрения зоолога человек отличается от прочих млекопитающих невозможным сочетанием двух черт популяционной динамики. Обычно виды делятся на r - и K -стратегов: у первых рождаемость и смертность высоки, они живут, как правило, в нестабильных условиях, быстро размножаются в благоприятной ситуации, а при наступлении неблагоприятной массово гибнут. Таковы лемминги, полёвки и многие другие мелкие грызуны и насекомоядные. Вторые живут в более или менее стабильных условиях, их численность постоянна, они медленно размножаются, могут избежать массовой гибели, но если таковая происходит – после неё восстановление медленное.

Человек же – единственный биологический вид, соединяющий r -тип динамики численности популяции, с K -типом её воспроизводства. Первое – быстрые взлёты численности населения тех или иных территорий, связанные с прогрессивной урбанизацией, развитием территории и обвалы падения вследствие войн, голода, болезней и т.д., особенно в доиндустриальную эпоху. Второе – долгая беременность, малое количество рождений за жизнь, долгий период беспомощности детёнышей и т.д. У других видов

⁴⁶⁶ У «несоциальных» видов – нет, они в этом случае дифференцируют активность во времени и пространстве так, чтобы «не попадаться» друг другу на глаза.

⁴⁶⁷ См. «К этологии леммингов», <http://www.socialcompas.com/2014/06/08/k-e-tologii-lemmingov/>

млекопитающих, даже имеющих меньшую массу (и, значит, потенциально – более быстрое размножение), тип популяционной динамики всегда гармонирует с типом воспроизводства, и лишь у человека – находится в контрапункте с ним.

Увеличение местных популяций людей всегда идёт за счёт *падения* *размножаемости индивидов* – при увеличении **СОПЖ**, позволяющем всё большей доле людей до этого самого воспроизводства дожить и в нём долговременно участвовать. Максимум первой (16–18 детей за жизнь) фиксируется в племенах австралийских аборигенов, с трудом восстанавливающих свою (в целом постоянную) численность после периодических засух. Но когда население некой территории долговременно растёт, число рождений за жизнь неуклонно *падает*, а **СОПЖ** неизменно растёт с опережением на протяжении всей истории цивилизации: что сейчас, что в средневековье, что в эллинистическую эпоху⁴⁶⁸.

Иными словами, лишь у людей воспроизводство популяции есть «общее дело» в том смысле, что характеризующий общество паттерн отношений вносит в увеличение **СОПЖ** многожды больший вклад, чем биологический потенциал индивидов. Не говоря о том, что без включения в систему социальных отношений родившиеся организмы не делаются людьми, отношения же меняются только кооперативно, в борьбе одних групп (классов, слоёв) с другими.

И наоборот – общественный регресс, «возобновляющий» действие тех факторов смертности, что были преодолены в предыдущем развитии и уменьшающий **СОПЖ**, ведёт не к компенсаторному росту рождаемости, но к её общему падению. Так, рост сверхсмертности в трудоспособном возрасте, вызванный рыночными реформами, увеличившими социальный стресс и другие средовые риски (травмы и отравления, заболевания, войны, техногенные катастрофы и ДТП) – главный фактор снижения **СОПЖ** после 1991 г. во всех бывших республиках СССР и соцстранах⁴⁶⁹. За счёт чего сильно сжалась база людей, могущих начать репродукцию, вызвав падение общего числа рождений в следующие моменты времени.

Родиться ребёнок может только от тех родителей, которых (благодаря увеличению **СОПЖ**) минула смертность до репродуктивного возраста. Поэтому демографы, использующие софизм «умереть не может тот, кто не родился, все умирающие сперва рождаются, поэтому подъём рождаемости наиболее важная задача», ставят телегу перед лошадью. На деле же уровень смертности в родительском поколении, обусловленной специфическими средовыми рисками данного общества, от «социальных язв» и болезней до экологии и производственных травм – причинный фактор, объясняющее, а рождаемость поколения «детей» – объясняемое, отклик⁴⁷⁰.

Благодаря чему к размножению допускаются те, кто в более отсталых обществах до него вообще бы не дожил, не создал бы семью из-за бедности, чей репродуктивный потенциал был бы снижен болезнями и пр. Чтобы «прийти к успеху» в чисто дарвиновском смысле, людям (в отличие от животных!) надо вкладываться не в собственное размножение,

⁴⁶⁸ См. *Северцов А.С.*, 1992. Динамика численности человечества с позиции популяционной экологии животных // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. Биологии. Т. 27. № 6. С. 3–17; Адам Смит против Мальтуса, <http://www.socialcompas.com/2014/08/07/adam-smit-protiv-mal-tusa/>

⁴⁶⁹ См. «Демография стран соцлагеря, СССР/СНГ в период 1970–2011 гг. в сравнении с капилдерами», <http://ru-history.livejournal.com/3942471.html>

⁴⁷⁰ См. подробней анализ книги «Репродуктивные проблемы демографического развития России», <http://www.socialcompas.com/2014/06/21/reproduktivny-e-problemy-demograficheskogo-razvitiya-rossii/> и «Демографический переход: шаг первый, шаг последний», <http://www.socialcompas.com/2014/09/05/6303/>

а в «плоды просвещения», развивать общественную инфраструктуру, обслуживающую потенциально всех (пусть при неравном доступе в классовом обществе). Или как минимум в улучшение собственной позиции в обществе, но не в максимизацию размножения. Что мы и видим в демографии богатых семей в Швеции и др. странах⁴⁷¹.

Во-вторых, человеческие потребности «размножаются» быстрее, чем сами люди, почему потребительское давление на среду обитания⁴⁷² много больше демографического. У животных преобразованность среды обитания задана численностью и активностью индивидов: тут типичен пример бобра, зубра и странствующего голубя⁴⁷³. У людей она задана производством, потреблением (включая рекреацию) и складированием отходов, то есть общественной *практикой* и обслуживающей её *техникой* более, чем индивидуальной активностью.

Отсюда предел в модели Медоузов по смыслу таков же, как в модели Ферхюльста-Пирла – экологическая ёмкость ландшафтов⁴⁷⁴, эксплуатируемых для нужд мирового хозяйства. Последнее образует *среду обитания человечества*, изоморфную социальной среде сообществ млекопитающих и птиц, и развивающуюся в ходе общественного и научно-технического прогресса. Чем дальше, тем больше предел определяется не численностью людей, а давлением «потребительского класса», зависит от его распределения в мире. Поэтому по оси ординат отложена не достигнутая численность N , а качество жизни «среднего члена общества», оцениваемое **HDI**.

В третьих, рост популяции животных в окрестности пределов управляется простеньким контуром из одной положительной и двух отрицательных обратных связей. Первая – прогрессия размножения, задающая темпы роста и силу «инерции» последнего. Вторые – контроль со стороны хищников, болезней, паразитов, бескормицы, и плотностно-зависимые регуляторы, в основном социальной природы.

⁴⁷¹ См. Дмитрий Целиков. Богатые семьи подчиняются законам экономики, а не эволюции, <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/sociologiya/705048/>, «Про селекционистский подход к социальной истории»,

<http://www.socialcompas.com/2014/06/11/pro-selektcionistskij-podhod-k-sotsial-noj-istorii/>

⁴⁷² Непосредственно проявляется в мозаике экзогенных нарушений в эксплуатируемых природных ландшафтах и бэдлендах, возникших при их разрушении от чрезмерной эксплуатации.

⁴⁷³ См. «Про восстановление доагрикультурного...», Hung Ch-M., Shaner P.-J. L., Zink R.M., Liu W.-Ch., Chu T.-Ch., Huang W.S., Li Sh-H., 2014. Drastic population fluctuations explain the rapid extinction of the passenger pigeon // PNAS. V. 111. № 29. P. 10636–10641.

⁴⁷⁴ Включая, естественно, рудные тела, месторождения нефти и газа, подземные воды, и другие природные ресурсы, ради которых эксплуатируется не территория, а объём.

Уточнение деталей. В понимании популяционной динамики животных и человека конкурируют две концепции – **стохастизм** и **регуляционизм**⁴⁷⁵. Первая предполагает, что популяция ведёт себя чисто мальтузиански: нет никаких внутренних регуляторов, особи размножаются, насколько позволяют ресурсы, пока не превысят верхний предел численности: затем её снижают голод, хищники и болезни (а нижний задан ресурсами). Вторая: у популяции есть внутренние механизмы гомеостаза, «тормозящие» рост численности задолго до достижения верхнего предела, и не позволяющие «упасть ниже» нижнего предела вследствие неблагоприятных средовых флуктуаций, болезней или истребительных мероприятий.

Есть и промежуточный взгляд: при колебаниях численности нижний предел задан факторами среды, верхний – регуляторными способностями популяционных систем. В целом, чем более «социален» вид, тем важнее внутренние регуляторы, чем менее «социален» – внешние.

Регуляция роста человеческого хозяйства устроена намного сложнее. Её самая «биологичная» часть – воспроизводство населения – регулируется, как у животных, контуром из одной положительной и одной отрицательной обратных связей. Первая (хищники, болезни, бескормица) для нашего вида не актуальна в силу вышеописанного – локальные выходы человечества за предел в первый момент подталкивают общество совершенствовать технологии добычи ресурсов, чтобы ещё больше «углубиться в кризис», сохранив или нарастив объёмы ресурсопользования, а не «загоняют обратно» под линию К. Вторая – аналог плотно-зависимой регуляции; в отличие от животных, на нас он действует двойственно.

В обществе главный фактор демографического перехода – распространение образования, рост числа лет, потраченных на обучение. С другой стороны, сам «переход» – лишь один из аспектов процесса развития. Все прочие составляющие последнего (урбанизация, индустриализация, рост социального равенства, развитие медицины и рост доходов занятых в городской экономике) увеличивают **СОПЖ** и тем самым стимулируют рост численности. Однако, начиная с 1980-х гг. первое пересиливает второе, и чем дальше, тем больше. К 2040-2050 гг. демографический переход закончится даже в «третьем мире»⁴⁷⁶.

Таким образом, в отличие от животных, в воспроизводстве населения контуры смертности и рождаемости не взаимодействуют со средой напрямую. Они «сцеплены», как в шестерёнчатой передаче, с изоморфными контурами воспроизводства разных видов капитала и регулируются ими 1) через производство продуктов питания и промтоваров, 2) через производство услуг, в первую очередь образования и лечения, 3) через предложения рабочих мест с разной зарплатой.

Другое отличие от популяционного роста у животных следующее. Циклы воспроизводства разных видов капитала влияют на рост населения и друг на друга не однонаправленно, а двойственно. До определённого предела они стимулируют его, но после определённого порога стимуляция скачком сменяется ингибированием, положительная обратная связь – отрицательной. Или наоборот (рис. 43–45). Регулирование воспроизводства каждого компонента связано не с внешней средой, а с

⁴⁷⁵ См. Розенберг и др., 2000, *op.cit.*

⁴⁷⁶ См. подробнее «Демографический переход...», «Образование — самый важный фактор...»

динамикой соседних циклов, и достигается за счёт стимулирующего или ингибирующего воздействия на коэффициенты.

Так, прогрессивное развитие промышленности всегда означает урбанизацию; выгоды концентрации промышленности «действуют» лишь в городах с достаточно развитой инфраструктурой. Обе формы городского развития – урбанизация населения и территории – ведут к занятию всё новых участков сельхозземель под застройку. Причём ликвидируются наиболее продуктивные с/угодья, где сельское хозяйство вести прибыльнее всего. Далее происходит «умирание» центра города (дополненное и стимулированное ухудшением экологической ситуации от а/т загрязнения) с выводом предприятий в города-спутники и зависимые центры агломераций⁴⁷⁷.

Быстрое сокращение с/угодий интенсифицирует производство пищи на оставшейся площади, увеличивая риск потери уже этих земель от эрозии, засоления, загрязнения и пр. Сокращающееся производство продуктов питания уменьшает число «едоков», одновременно останавливая промышленное развитие; см. нисходящую часть стандартного сценария рис. 27.

Пороги заданы величиной **уровневых переменных**. Это кумулята «работы» циклов воспроизводства разных компонентов системы за N лет развития, т.е. выходные параметры модели: выпуск промышленной продукции, численность населения, производство продуктов питания, производство услуг, обеспеченность этими благами на душу населения и ожидаемая продолжительность жизни, см. рис. 27–29. По их динамике мы судим о кризисе или устойчивом развитии.

Аналогично управляется воспроизводство природных ресурсов; здесь важна «земля», в смысле площадь агроэкосистем, используемых для производства с/х культур, и природные биомы, с которых снимают «урожай» рыбы, дичи, «даров леса» – грибов, ягод, лекарственных растений и пр. Они же выступают как стоки, необходимые для размещения и естественной очистки отходов.

В стандартной настройке модели World3 существуют следующие пределы, относящиеся к планетарным источникам и стокам (Медоуз и др.,

⁴⁷⁷ См. «жизненный цикл» города, наиболее выраженный в странах неограниченного капитализма вроде США. Там «умирание центра» создано специальными мерами крупного бизнеса (вместе с обслуживающей его властью) власти по формированию автозависимости городов и развитию экоопасной «пригородной культуры». См. «Города: география с экологией»; «Кольца фон Тюнена...», *Никифоров А.В.*, 2002. Рождение пригородной Америки. Социальные последствия и общественное восприятие процесса субурбанизации в США (конец 40-х – 50-е гг. XX в.). М.: URSS. 356 с.; *Вукан Р. Вучик*, 2011. Транспорт в городах, удобных для жизни. М.: Территория будущего. 576 с.; *Дмитрий Целиков*. Победит ли в США «пригородная культура»? <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/sociologiya/661813/>

2008: 172–174). В реальном мире их больше (скажем, в модели нет биоразнообразия используемых территорий – ни видового, ни ценотического). Они изменимы за счёт технологий, воздействий, изменения целей и настроек:

– **Возделываемые земли:** территории, используемые в с/х производстве. Их максимальная площадь 3,2 млрд. га., она расширяется в результате инвестиций в обработку земли, ранее не имевшей с/х значения. Из рис. 37 видно, что стоимость обработки новых земель постоянно растёт, ибо первыми возделывались самые плодородные и/или удобней всего расположенные территории. Площадь пригодных с/х земель сокращается под влиянием эрозии с загрязнением и, с другой стороны, урбанизации и индустриализации⁴⁷⁸.

– **Продуктивность земель:** присущая почвам способность поддерживать рост растительности. Зависит от сочетания таких факторов, как мощность почвенного слоя, содержание влаги, питательные вещества, структура почвы, характер агротехники и содержание гумуса. В модели предполагается, что начальный уровень продуктивности, соответствующий 1900 г., достаточен для производства 600 кг/га зерновых или зернового эквивалента без использования удобрений.

Она уменьшается от загрязнения, которое суть следствие использования в сельском хозяйстве промышленных методов. Предполагается, что заброшенная деградированная земля за 20 лет наполовину восстановит прежнее плодородие. Процесс ускоряется при инвестировании в восстановление земли (внесение органических удобрений, компостов, севообороты с бобовыми и травосмесями, и пр.).

– **Урожайность на единицу площади.** Зависит от продуктивности земли, загрязнения воздуха, интенсивности промышленных технологий в с/х и уровня их развития (внесение удобрений, пестицидов, продвинутая агротехника, выведение высокоурожайных сортов, специально районированных для данной местности). Интенсификация с/х поднимает её, но в постоянно уменьшающейся пропорции. Каждый следующий килограмм удобрений (новый метод выращивания, способ селекции или обработки земли) даёт меньший прирост урожайности, чем предыдущий. Предполагается в качестве начальных условий, что интенсификация с/х увеличивает природную продуктивность земли в 7,4 раза, т.е. на 740%, причём на всех землях, не только на самых лучших. С неопределённостью этой величины можно справиться, увеличивая её ещё больше.

– **Невозобновимые ресурсы.** Включают в себя минеральные виды сырья, металлы и ископаемое топливо. В начале расчётов модели (1900 г.)

⁴⁷⁸ Первое сократимо инвестированием в правильное землепользование, см. п. 4
Инструкции по самостоятельной работе с моделью, <http://naturschutz.livejournal.com/703.html>

предполагается, что запасы ресурсов более чем в 7000 т раз превышают объём их годового потребления в том же 1900 г. Для разработки и поиска новых месторождений минерального сырья необходимо делать инвестиции по мере того, как прежние месторождения истощаются.

– **Способность Земли поглощать и разлагать загрязнения.** Отображает совокупный эффект от множества природных процессов, разлагающих стойкие токсичные соединения или преобразующих их в безвредные вещества. Здесь представляют сложность хлорорганические соединения, парниковые газы и радиоактивные отходы. В модели предел задан периодом полураспада загрязнений. Правда, ряд токсических веществ имеет почти неопределённый период полураспада, поэтому в модели используется мажорирующий подход с более оптимистичными цифрами. Предполагается, что в 1970 г. период полураспада загрязнений составлял 1 год. Если уровень загрязнений усилился именно за счёт стойких соединений в 250 в сравнении с 1970 г., то период полураспада вырос до 10 лет.

Авторы отмечают, что в количественном отношении этот предел изучен меньше всего, даже при изолированном рассмотрении каждого загрязнителя. Здесь большая неопределённость, ещё и усиливающаяся при сочетании разных устойчивых загрязнителей. К счастью, конкретные значения скорости их разложения не очень важны для модели, ибо их вариация несильно влияет на другие её компоненты. Предполагается, что если накопление загрязнений достигает уровня, в 5 раз превышающего уровень 2000 г., то это понизит СОПЖ не более чем на 2%. Плюс в каждом случае превышения подобная концентрация снижает продуктивность земель на 10% в год и более⁴⁷⁹.

Как пишут авторы, «реальный мир» включает множество других пределов, включая социальные и административные. Часть неявно введена в World3, ибо её основные параметры взяты из «реальной» истории XX века. Однако там нет войн, забастовок, коррупции, наркомании, преступности, терроризма... Смоделированное население делает все, что может, для решения проблем, без оглядки на политическую борьбу, этническую нетерпимость или коррупцию.

Авторы полагают, «поскольку в модели нет многих социальных пределов, она рисует в целом очень оптимистичную картину нашего будущего» (Медоуз и др., 2008: 174). На деле это не так: все природоохранные меры при капитализме «вырваны» борьбой населения против бизнеса, всегда и везде пытающегося уйти от оплаты экологических рисков, а тем более от осуществления экологической компенсации. Отсутствие ограничений для бизнеса, следующих из успеха

⁴⁷⁹ Последний процесс поправим и остановим за счёт инвестиций в рекультивацию земель, см. п. 2 «Инструкции...»

этой борьбы (как и движений, борющихся с бедностью, за социальное городское пространство, рабочего движения, сокращающего социальное неравенство, и других прогрессивных политических сил) как фактор производства риска намного перевешивает плюсы от отсутствия терроризма с коррупцией. С другой стороны, жизнь без войн – несомненный плюс; так что в среднем модель даёт не оптимистический сценарий развития, но реальный.

Первый вариант модели написан на языке программирования DYNAMO, но в 1990 г. уже был доступен другой язык, STELLA, давший бóльшие возможности анализа. При подготовке книги «За пределами роста» в 1992 г. авторы преобразовали модель из формата DYNAMO в формат STELLA и создали ее новую версию World3-91. В том числе внесено 7 изменений:

- данные последних 20 лет (1970–1990 гг.) показывают, что модель занижала влияние эрозии на продуктивность с/х земель и роста с/х затрат на подъём продуктивности. Поскольку обе ошибки оказывали противоположное воздействие, то прогноз общих объёмов производства продуктов питания находился в хорошем соответствии с реальной динамикой. Чтобы сделать параметры модели более реалистичными, в World3-91 снижена нормальная средняя продолжительность жизни плодородного слоя с 6000 до 1000 лет, и увеличено значение той части табличной функции, которая определяет влияние с/х затрат на продуктивность земель;

- прогноз мировых темпов снижения рождаемости и смертности в первом варианте модели был занижен. Опять две взаимно компенсирующиеся ошибки привели к тому, что прогнозная численность населения сблизилась с реальными данными (см. примечание к рис. 28). Для коррекции этих ошибок а) уменьшили коэффициент потенциальной плодовитости, определяющий влияние здоровья населения на рождаемость; б) уменьшили нормальный полный размер семьи с 4 до 3,8 чел.; в) усилили зависимость продолжительности жизни от потребления продуктов питания и уровня здравоохранения даже при низком объёме потребления услуги на душу населения;

- первоначальные оценки потребления ресурсов на единицу промышленной продукции были завышены. Для коррекции снизили оценки ресурсоёмкости промышленного производства, когда его общий объём достигает высоких значений, чтобы смоделировать «насыщение» металлом⁴⁸⁰, цементом, стеклом и пр.;

- В «Пределах роста» возможное влияние новых технологий определяли последовательным подбором коэффициентов или табличных

⁴⁸⁰ См. «И снова про сталь!», <http://naturschutz.livejournal.com/90548.html>

функций. В World3-91 использован адаптивный подход. Им задаётся системная цель, например, желаемый уровень стойких загрязнений. Если фактическое состояние системы в модели отклоняется от цели в отрицательном направлении, идёт инвестирование в развитие новых технологий, с определённым периодом запаздывания. Во время последнего проявляются результаты разработки и внедрения данной технологии, и уточняются коэффициенты в модели с учётом её вклада, позволяющего частично решить проблему. Эта «адаптация» системы к достижению поставленных целей развития продолжается до тех пор, пока отклонение не будет ликвидировано. Для обеспечения технического прогресса изымается часть промышленного капитала, и идёт на распространение и внедрение новых технологий;

– размах колебаний значений основных переменных модели World3-91 представлен в таблице 19.

Таблица 19

Различные масштабы переменных в сценариях модели World3 -91

Переменная	Верхнее значение	Нижнее значение
Состояние мира		
Численность населения	0	$13 * 10^9$
Общий объём производства продуктов питания	0	$6 * 10^{12}$
Общий объём промышленного производства		$4 * 10^{12}$
Индекс стойких загрязнений	0	40
Запасы невозобновимых ресурсов	0	$2 * 10^{12}$
Материальный уровень жизни		
Объём производства продуктов питания на душу населения	0	1000
Объём производства промтоваров на душу населения	0	250
Объём услуг на душу населения	0	1000

Продолжительность жизни		90

Источник: Донелла Х. Медоуз, Деннис Л. Медоуз, Йорген Рандерс, 1994. За пределами роста. Приложения. М.: Прогресс. Приложения. С. 266–275.

Также в сравнении с первоначальным вариантом модели World3-91 скорректировали следующие зависимости: 1. Продуктивности с/х земель от величины с/х затрат. 2. Рождаемости от состояния здоровья населения. 3. Продолжительности жизни от потребления продуктов питания. 4. Продолжительности жизни от уровня здравоохранения. 5. Душевого потребления невозобновимых ресурсов от объёма промышленного производства⁴⁸¹.

При работе над третьей книгой авторы ещё раз обновили модель⁴⁸². Изменился расчет стоимости технологий; было усилено влияние выпуска промышленной продукции на желаемый размер семьи. Капитальные затраты на новые технологии в трёх секторах экономики (ресурсы, загрязнения и сельское хозяйство) стали определяться технологией, которая практически применяется, а не потенциально доступной.

Когда «коэффициент производства продовольствия» (его душевое производство, отнесённое к минимуму, необходимому для выживания) падает ниже некоторого предела, модель направляет часть капитала на развитие технологий, повышающих продуктивность земель. Также стимулируется технологическое развитие, когда ресурсоёмкость продукции избыточна, её надо снизить, и когда слишком высоко «производство» загрязнений на единицу продукции.

Также «изменился вид таблицы в демографическом секторе модели; теперь желаемый размер семьи сильнее меняется в ответ на высокий уровень производства промышленной продукции на душу населения. Появились новые переменные: показатель благосостояния человека (индикатор благосостояния среднестатистического жителя планеты, **HWI**) и экологическая нагрузка (показатель суммарного воздействия на окружающую среду со стороны человечества).

Также «...изменен масштаб графика численности населения, чтобы диаграммы стали проще для восприятия. Появились дополнительные

⁴⁸¹ См. Медоуз и др., 1994, op.cit. С. 270–272.

⁴⁸² Характеристики всех сценариев см. https://docs.google.com/document/pub?id=1PI-06PW-dW_edn7RuQ-4et-Y8yiG4yG1fBSCjV0eg1I Из них:

– 1–6: кризисные сценарии: технологии + рыночная экономика при условии, что люди не ограничивают ни уровень потребления, ни действие рынка, во всех случаях ведут к выходу за пределы и не в состоянии предотвратить коллапс.

– 7–10: Сценарии перехода к устойчивой системе. Помимо технологий, они требуют изменения общественного строя (постепенное ограничение рынка, усиление прогнозирования и плановых начал) и/или ограничение потребления/рождаемости.

диаграммы, на которых нанесены графики показателя благосостояния человека и экологической нагрузки в период с 1900 по 2100 гг.» (Медоуз и др., 2008: 305–306).

20. Структура модели: регулирующие контуры обратных связей

Модель «World3-91» включает несколько компонентов, в совокупности составляющих, с одной стороны, *экономику*, с другой – *общество*, взаимодействием которых эксплуатируются *ресурсы* планеты.

Прежде всего, какие параметры модели существенны? Для World3 это:

а) рост каждого отдельного компонента модели, заданный «своим» контуром положительной обратной связи («циклы размножения» для населения, промышленного, финансового капитала, капитала сферы услуг и пр.);

б) взаимовлияние между компонентами по типу стимуляции или ингибирования, заданное положительными и отрицательными обратными связями;

в) пределы;

г) запаздывания различной природы;

д) процессы разрушения («эрозии»).

Рассмотрим их. «**Циклы размножения**» (**a1**) поддерживают автокаталитический рост отдельных компонентов системы (населения, промышленного капитала, финансового капитала, капитала сферы услуг, капитала с/х производства) – при наличии ресурсов, поступающих из внешней среды или от других компонентов, и в отсутствие тормозящих воздействий. Соответствующие процессы роста нелинейны и описываются экспонентами разной кривизны.



Рис. 43. Контуры обратных связей, поддерживающие и регулирующие циклы воспроизводства населения и промышленного капитала

Рис. 43 показывает контуры обратных связей, поддерживающие циклы воспроизводства населения и промышленного капитала (обратите внимание на изоморфизм обоих), рис. 44–45 – циклы воспроизводства других видов капитала: финансового, сферы услуг, сельскохозяйственного и пр.

Каждый «цикл размножения» в системе (1) формирует устойчивую тенденцию роста «своего» компонента по «штукам» выпуска, числу заводов, занятой территории и пр. Он же увеличивает выпуск «продукции», поступающей от данного компонента всем прочим, будь то рабочие руки разной квалификации, зерно, мясо, лес, лечебные процедуры, станки и прокат. Рост а) подавляется отрицательными обратными связями из «внешней среды», следующими из неблагоприятных изменений уровневых переменных и б) тормозится конкуренцией с другими циклами за общий ресурс (территорию, квалифицированную рабочую силу или биомассу, могущую стать сырьём для пищевой промышленности, производства масел и красок).

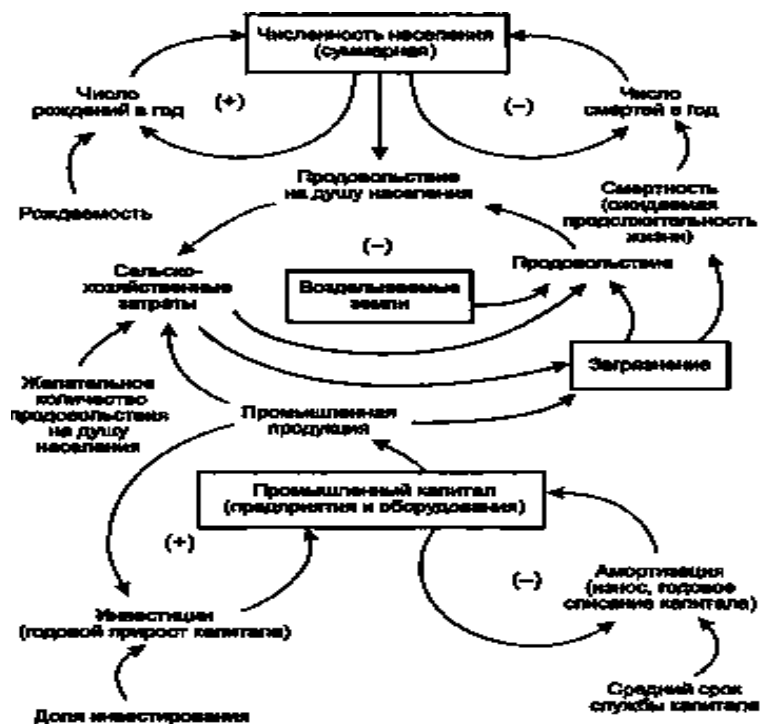


Рис. 44. Контуры обратных связей, определяющих численность населения, промышленный капитал, деятельность аграрного сектора и уровень загрязнения окружающей среды

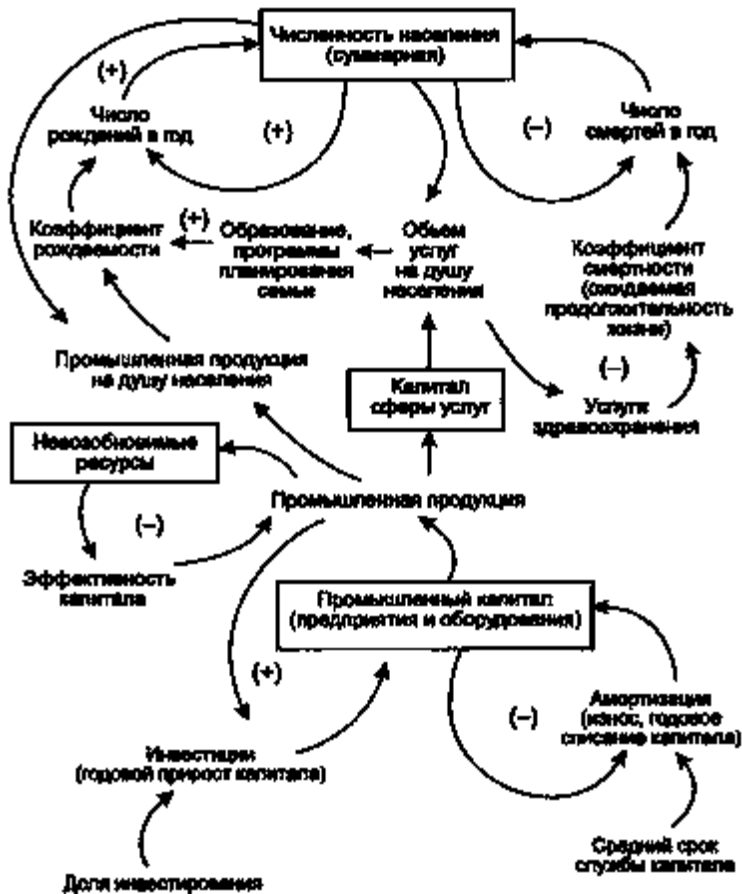


Рис. 45. Контуры обратных связей численности населения, промышленного капитала, капитала сферы услуг и запасов невозобновимых ресурсов

Такие же положительные обратные связи существуют во внешней среде, эксплуатацией которой система получает ресурсы – вышеописанные «контуры разрушения»⁴⁸³. Так, накопление переработанных отходов, затрудняет последующую очистку и «портит территорию», маркирует её как возможное место свалки. Это ведёт к ещё большему накоплению отходов, которые иначе пришлось бы перерабатывать⁴⁸⁴. Из них заметней всего процессы эрозии,

⁴⁸³ См. лекцию 2.8 и сноску 350.

⁴⁸⁴ См. «Экспорт отходов к бедным», <http://www.socialcompas.com/2014/09/13/e-kспорт-othodov-k-bedny-m/>

трансформации и деградации природных ландшафтов, когда антропогенная нагрузка превысит предел⁴⁸⁵.

Уточнение деталей. Антропогенное потепление климата меняет экосистемы не только суши, но и морского дна. Так, бентосные сообщества арктической зоны быстро отступают к северу, сменяясь субантарктическими, что подрывает кормовую базу моржа⁴⁸⁶.

Негативные изменения выявлены и в Антарктике. Быстро растёт численность крупных красных «крабов» (систематически они ближе к ракам-отшельникам и родственны камчатскому «крабу») *Neolithodes yaldwini*, открытых только 5 лет назад. Участие вида в составе бентоса выросло именно там, где шельфовые воды достаточно прогрелись; по мере повышения температуры воды (идущем со скоростью около 0,1°C в десятилетие) оно захватывает новые районы.

Так, во впадине Палмера (район моря Уэдделла, 120 км от границы континентального шельфа) вода уже достаточно тёплая – 1,4°C, и там подводная камера учла ~ 40 крабов на участке чуть больше 2 км на глубине <850 м. Это плотность районов коммерческого крабового промысла, вроде Алеутских островов или о.Южная Георгия в Субантарктике. Если экстраполировать, впадина 14 * 8 км населена уже 1,5 млн. крабами.

Каждый из них – настоящее экосистемное бедствие, ибо не только выедает червей и других обитателей толщи грунта, но и полностью переделывает его, разрушая специфическую структуру последнего. Крабы вырывают ямы до 20 см глубиной, чем фактически ликвидируют «жизненное пространство» своих жертв, что гораздо хуже, чем просто съедают. По мере прогрева шельфовых вод крабы расселятся на меньшую глубину – 400–600 м.: в популяции много беременных самок, так что воспроизводство идёт полным ходом⁴⁸⁷.

Сходным образом действовал наш дождевой червь в Северной Америке: исходно таких жизненных форм в местных лесах не было, опад перерабатывался медленно, в основном двупарноногими многоножками (из мезофауны); а также грибами и микроорганизмами. Кивсяков было много видов и разных, тогда как в Европе в той же нише абсолютно доминируют суперпотребители опада – дождевые черви-люмбрициды. Поэтому опад в коренных лесах США имел сложную ярусно-ячеистую структуру при большой толщине. Завезённые червяки это всё ликвидировали: на счастье аборигенной фауны, они не очень распространялись с сельхозугодий в коренные леса и другие коренные биомы. Кроме того, интродуцированные дождевые черви, поедая опад, сокращают запас углерода, чем снижают способность местных экосистем выводить его из круговорота = противодействовать парниковому эффекту, и добавляют дополнительно парниковых газов в атмосферу. Другой важный негативный процесс – сокращение количества криля с падением численности питающихся им пингвинов рода *Pygoscelis*⁴⁸⁸.

«Таких «контуров разрушения» множество. Когда пастбищная нагрузка превысит предел, скот не только скусывает растительность, но и

⁴⁸⁵ См. табл. 7 и сноску 69.

⁴⁸⁶ См. Анна Каспарсон. Потепление приводит к перестройкам в экосистемах Арктики, <http://elementy.ru/news?newsid=431160>

⁴⁸⁷ См. Smith C.R., Grange L.J., Honig D.L., Naudts L., Huber B., Guidi L., Domack E., 2011. A large population of king crabs in Palmer Deep on the west Antarctic Peninsula shelf and potential invasive impacts // Proc. R. Soc. B published online 7 September 2011. doi: 10.1098/rspb.2011.1496

⁴⁸⁸ См. «Съедают ли дождевые черви Америку?», <http://www.nkj.ru/archive/articles/1583/>; Кирилл Стасевич. Как дождевые черви вредят лесной почве, <http://science.compulenta.ru/632694/>; «Пингвины исчезают из-за таяния антарктических льдов», <http://wolf-kitses.livejournal.com/283945.html>

выбивает её, повреждая корни. Уменьшается проективное покрытие, возникают «проплешины», это увеличивает водную и ветровую эрозию, особенно на склонах или при определённом составе почвы. Эродированные почвы, в свою очередь, предполагают более редкую и чахлую растительность, с меньшим проективным покрытием. Это стимулирует ещё большую эрозию, особенно если пастба продолжается и пр.» (Медоуз и др., 2008: 188).

Модель World3 включает некоторые из них:

- Недостаток продуктов питания ведёт к более интенсивной эксплуатации пашни. В краткосрочном аспекте это даст больше продовольствия, но дальше потребует больших инвестиций для долговременного поддержания такой продуктивности пашни. Если для них нет средств, производство продовольствия через некоторое время быстро снижается.

- Возникает проблема, решение которой требует больше (и более специфической) промышленной продукции. Скажем, рост загрязнений от металлургических или кожевенных заводов требует установить очистные сооружения; или наступил голод, и надо направить больше промышленной продукции в сельское хозяйство; или не хватает ресурсов – она направляется в горнодобывающую отрасль. Во всех таких ситуациях средства отвлекаются на формажорные проблемы, изымаясь из поддержания основной массы промышленного капитала.

Амортизация последнего не компенсируется и, если подобное отвлечение постоянно, промышленное производство постепенно приходит в упадок. Это уменьшает объёмы производства промышленной продукции в будущем, и сокращает отчисления на амортизацию, промышленный капитал ещё больше сокращается и пр.

- Общее ослабление экономики сокращает производство услуг на душу населения. Финансирование системы образования слабеет, число школ сокращается, падает охват населения образовательной системой, особенно женского. Одновременно из-за недофинансирования сферы услуг разрушается система женских консультаций, центров репродукции и т.д. учреждений, позволяющих заводить и рожать именно желанных детей. Рождаемость возрастает, что в следующие годы ещё более снизит производство услуг на душу населения.

- Если уровни загрязнения слишком высокие, природные механизмы самоочищения разрушаются. Эта же деградация «экологических услуг» происходит и без увеличения выбросов загрязнений, вследствие разрушения экосистем, производящих очистку. Скорость разложения загрязнений в среде уменьшается, концентрация их увеличивается, что ещё больше разрушает механизмы самоочищения и т.д.

Пример. Авторы пишут (Медоуз и др., 2008: 190–192), что «особенно труднозаметен последний из механизмов саморазрушения. Более 30 лет назад, когда создавалась первая версия World3, информации о них было очень мало. Сообщалось об отложении пестицидов в водоемах, уничтожавшем организмы, в нормальных условиях разлагавших органические отходы. Накапливались данные о выбросах в атмосферу оксидов азота и летучих органических соединений. Их взаимодействие между собой под действием яркого солнечного света при температуре выше 18°C образует намного более токсичный фотохимический смог: его вынос за город губит леса и вредит посевам.

С тех пор стали известны и другие примеры разрушения природных механизмов самоочищения. Так, нестойкие загрязнители воздуха, вроде CO, резко снижают концентрацию гидроксильных радикалов $\cdot\text{OH}$, выступающих природным окислителем. При нормальных условиях радикалы $\cdot\text{OH}$ разлагают важный парниковый газ – метан. Загрязнение воздуха уменьшает концентрацию гидроксил-радикалов в атмосфере, отчего концентрация метана растёт. То есть загрязнение воздуха нестойкими веществами, влияющими на химизм атмосферы, ведёт к долговременным последствиям в виде изменений климата.

Другой пример подобного разрушения – гибель лесов под действием загрязнений воздуха, включая кислые осадки. Это уменьшает сток другого парникового газа – углекислого, не столько вследствие уменьшения ассимиляции его фотосинтезом, сколько вследствие нарушения леса, подверженного воздействию загрязнителей, как сообщества, что сказывается на такой функции последнего, как захоронение органики с выводом её из круговорота углерода.

При нормальном уровне кислотности почвы сорбируют загрязнения (скажем, тяжёлые металлы), не допуская их попадания в жидкую фазу почвы, грунтовые воды и водоемы, чем оберегают биоту от их токсического действия. Выпадение кислых осадков выщелачивает металлы из почвенных комплексов, с одновременным увеличением их подвижности. Ранее связанные в почве, накопленные за длительное время (десятки или даже сотни лет), все они высвобождаются, поступают в поверхностные водоёмы и грунтовые воды, в ткани растений. Они губят самые разные организмы: Al^{3+} особенно вреден деревьям»⁴⁸⁹.

В исследованиях антропогенного влияния на биосферу проявляются всё новые случаи, когда человек «ломает» или «портит» экосистемные регуляторы. Так, захоронение органики в торфе, мортмассе, углероде почвы, происходившее в доагрикультурных лесах (и болотах как части лесного ландшафта) – важный регулятор глобального климата. Человек «надломил» его впервые 5–8 тыс. лет назад, при расчистке крупных площадей пашни в западной и восточной части Ойкумены, и в последние 50 лет сломал окончательно⁴⁹⁰.

Однотипные процессы присутствуют не только в природе, но и в обществе. Таковы жизненные циклы развития городов в США (реже в Европе). Благодаря им в городе множатся «пятна» застройки, ветшающей от невыгодности вложений в ремонт и обновление данного участка (англ. *blight*, нем. *Stadtverfall*), или пустырей (незастроенных по той же

⁴⁸⁹ См. Бажин Н.М., 2001. Кислотные дожди// Соросовский образовательный журнал. Т. 7. № 7. С. 48–52.; Stigliani W.M. (Ed.). Chemical Time Bombs: Definition, Concepts and Examples. IASA Executive Report 16. January 1991. 32 pp.

⁴⁹⁰ См. «Потепление климата:...», «Сумма про антропогенные...», и сноску 192

причине)⁴⁹¹. Или обратная связь «у богатых прибавляются деньги, у бедных – дети», вздувающая социальное неравенство с понятными минусами для природы и общества.

Капитализм, особенно не ограниченный «социальным государством», везде благоприятствует «контурам разрушения» в промышленности, урбосистемах и социуме. Действительно, любой «некроз» социальной ткани бизнесу репарировать невыгодно: тут надо инвестировать в людей (в рост человеческого капитала), а не делать деньги на их текущем потреблении. Если он это делает *своими средствами*, «социальные язвы» лишь утяжеляются⁴⁹².

⁴⁹¹ См. «Города, география с экологией».

⁴⁹² Один из примеров – застройка трущоб в развивающихся странах, см. «Барон Осман в тропиках», <http://wolf-kitses.livejournal.com/140944.html> Жильё занимается платёжеспособной и «чистой» публикой, а жителей трущоб делают бездомными, вынуждая строиться в другом месте, разом теряя с таким трудом созданную примитивную инфраструктуру. Другой пример – программы микрокредитования в странах «третьего мира», широко рекламируемые как панацея для сокращения бедности, решения проблемы нищеты, расширения прав женщин и роста их экономической активности, наконец, для экологически устойчивого развития.

Важной неназываемой целью рекламы были неприятие и стигматизация коллективных действия бедняков, направленных на более справедливое распределение власти и богатства – профсоюзную и политическую борьбу, и даже «малых дел», вроде создания кооперативов и касс взаимопомощи. Инициатор программ, бангладешский бизнесмен Мохаммад Юнис, даже получил Нобелевскую премию.

Дальше последовала критика, и сокрушительная. Работы Филиппа Мадера, Герхарда Класа, Милфорда Бейтмана окончательно развенчали миф о микрофинансировании как ключевом рыночном инструменте устойчивого развития в беднейших странах. Так, в рецензии на книгу Хьюго Синклера «Confessions of a Microfinance Heretic» было показано, что микрокредитование в бедных странах под давлением МВФ, Всемирного банка и USAID трансформировалось из социального предпринимательства в чистый «for-profit», и именно это свело на нет социальный эффект. См. *Bateman M., Chang H-J. Microfinance and the Illusion of Development: from Hubris to Nemesis in Thirty Years*, <http://werdiscussion.worldeconomicsassociation.org/wp-content/uploads/Bateman-Chang-May-24-NH.pdf>; «Микрокредиты: мировая система вранья», <http://blaukraehe.livejournal.com/343018.html>; Heresy or Opportunity? Book Review of «Confessions of a Microfinance Heretic», <http://governancexborders.com/2012/07/10/heresy-or-opportunity-book-review-of-confessions-of-a-microfinance-heretic/>

Таким образом, вопреки интенсивной рекламе видим, что и здесь рыночные механизмы негодны ни для устойчивого развития, ни для борьбы с бедностью. Сейчас понятно, что Юнус ошибся, предложенные им средства в той мере, в какой они рыночны – не решение, а часть проблемы. См. *Милфорд Бейтман*. Микрофинансирование: иллюзии и реальность, http://columnru.global-labour-university.org/2013/11/blog-post_27.html

Поэтому результаты их применения неизменно контрпродуктивны – бедность осталась, а задолженность растёт и, главное, распространяется в слои, раньше свободные от долгов («нагноение» социальных «язв» вместо «рубцевания»). Положительные результаты были лишь там, где программы реализовывались под контролем государства, и критерием успеха был социальный подъём, а не возвращаемость средств и тем более прибыльность программы. Например, в Таиланде при правлении «красных», которых в том числе и за это пытаются скинуть «желтые», «агрессивные клерки и менеджеры из коммерческого сектора».

Ситуацию исправило бы вмешательство государства, действующего на научной основе в интересах развития всего общества (и занимаемой им территории). Беда в том, что современные общества классовые, капиталистические, почему «представляющие» их государства, не приближаются к этому идеалу, а удаляются от него – вне зависимости от того, «демократические» они формально или нет. Когда «средний обыватель» принимает «правила игры» капитализма, он в потреблении и социальном действии руководствуется тем же «экономическим стилем мышления», что корпорации в бизнесе. В том числе пробует как можно больше потратить на свои деньги, а налогов, из которых нейтрализуется риск, «произведённый» вместе с предметами потребления, заплатить как можно меньше и позже⁴⁹³.

В этих условиях социальная работа государства хронически недофинансируется, чем дальше, тем больше, в противоположность военно-полицейской сфере, субсидированию крупного бизнеса и пр. формам осуществления классового господства⁴⁹⁴. Что выдаётся за «неэффективность» общественного здравоохранения, бесплатного образования и пр.: в интересах капитала, старающегося превратить эти сферы в свой бизнес, а прежнее право – в платную услугу. Этим данная область ещё больше дезорганизуется и отстаёт от современного уровня науки и технологий; круг замыкается⁴⁹⁵.

б) отрицательные обратные связи, способствующие гомеостазу системы и/или удерживающие её на избранной траектории в случаях, если возмущения среды «сбивают» с неё. Они возвращают развитие к норме после «возмущений» извне или «напряжений» внутри, играют роль

Они хотели бы, чтобы «общество», в лице в первую очередь их хозяев, эксплуатировало бедность, а не помогало выбраться из неё. См. подробнее «Частник vs государство: что лучше для страны и выгодней для людей?», <http://www.socialcompas.com/2014/11/09/chastnik-vs-gosudarstvo-cto-luchshe-dlya-strany-i-vy-godnei-dlya-lyudej/>

⁴⁹³ Как показал Ульрих Бек в концепции «общества риска», производство риска – оборотная сторона производства богатства. Это экологический риск, обусловленный экономией на очистке от загрязнений, на задержке с переработкой отходов, образующихся при производстве товаров и после их использования. Это «социальные язвы» вроде бедности, безработицы и преступности, неотделимые от капиталистического способа производства, и риск попадания граждан в соответствующие категории, если будут недостаточно успешны и конкурентоспособны на рынке труда. См. Бек У., 2000. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 108 с.

Общая стратегия бизнеса везде и всегда – приватизация прибылей и социализация рисков. Для устойчивого развития надо наоборот: производитель заранее отделяет часть ожидаемой прибыли для вложений в купирование рисков, связанных с работой данного производства на данной территории. Последовательное применение этого принципа для всех производств (включая образование, медицину и пр. производство самого человека) требует, безусловно, планового хозяйства.

⁴⁹⁴ См. *Паренти М.*, 2006. *ibid.*, С. 33, 54, 86, 89, 92–100, 112, 242, 247, 310.

⁴⁹⁵ См. «Частник vs государство...», *op.cit.*

«стрелок», переключающих между разными возможностями развития в зависимости от состояния **уровневых переменных** системы.

в) сигналы, передающие информацию и тем изменяющие поведение системы. Они бывают внешние и внутренние: первые аналогичны рецепторам и анализаторам живого организма, изменяются вслед за исчерпанием ресурсов и/или переполнением стоков. Вторые подобны проприоцепторам: информируют о внутреннем состоянии организма, напряжении сил в разных частях тела и пр. Они изменяются в соответствии с недо- или перепроизводством основных компонентов системы (индивидов и разных форм капитала), в которых нуждаются связанные с ними процессы.

г) собственно специфическая структура системы. Включает взаимное «зацепление» циклов воспроизводства её основных компонентов друг за друга как в шестерёнчатой передаче (рис. 45), и правила регуляции её «зацепок» и основных циклов внутренними сигналами. Здесь особо существенны граничные переходы от стимуляции к подавлению, когда увеличивающееся воздействие проходит некий порог. Таковы, например, колоколообразные кривые изменения темпов воспроизводства биоресурсов с ростом интенсивности эксплуатации (рис. 4), или продуктивности сообществ в зависимости от нарушенности (лекция 1).

Таковыми же оптимальными кривыми описываются увеличение–уменьшение темпов воспроизводства каждого компонента системы под влиянием изменений, идущих в других циклах. Так, в первой фазе демографического перехода смертность быстро снижается, а рождаемость остаётся высокой или снижается медленней, что ведёт к взрывообразному росту численности населения. Продолжение тех же процессов, напротив, стабилизирует численность – когда смертность достигла минимума, а кривая рождаемости снижается «сверху» к её уровню⁴⁹⁶.

Другой пример – промышленное развитие и урбанизация территорий ведут сперва к взрывообразному росту численности, вследствие регуляции воспроизводства по модели Адама Смита⁴⁹⁷. Последующее продолжение индустриального и городского развития требует более квалифицированной рабочей силы, её подготовка предполагает более длительное обучение: это прекращает рост численности⁴⁹⁸ в силу тех же самых закономерностей. В первой половине процесса «средняя женщина» имеет больше детей, чем хотела бы, во второй – уже меньше, как в современной Европе⁴⁹⁹.

⁴⁹⁶ См. подробнее «Демографический переход...»

⁴⁹⁷ См. «Адам Смит против Мальтуса»

⁴⁹⁸ См. «Образование – самый важный фактор в демографических прогнозах».

⁴⁹⁹ Ещё точнее – в странах приверженных «традиционным ценностям», где женское равноправие представляется их подрывом, и плохо развита инфраструктура, позволяющая

Отсюда возможен режим управления системой, при котором внешние и внутренние сигналы подбираются так, чтобы «далеко» от пределов процессы воспроизводства основных компонентов системы стимулировали друг друга, но взаимно «тормозили» при подходе к ним. Тогда процесс своевременно выйдет на плато (**гармоничное развитие**, рис. 46 Б). Однако стихийно складывается нечто противоположное (**кризисное развитие**, рис. 46 Г).

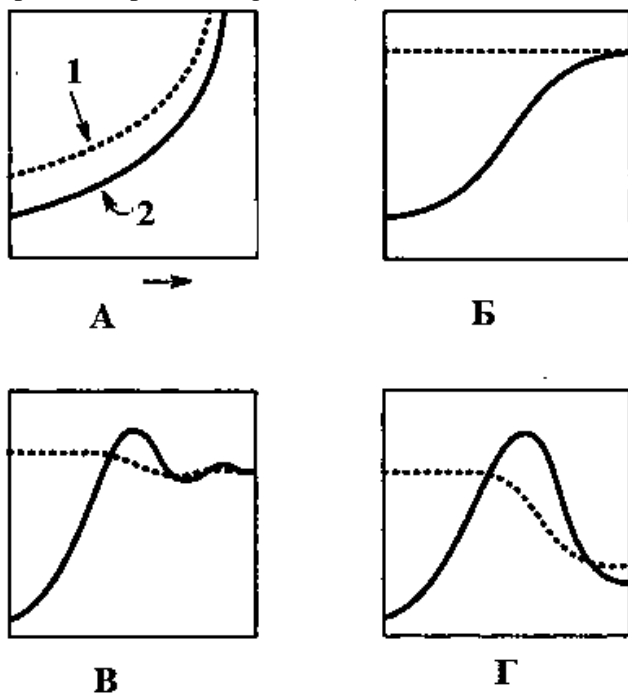


Рис. 46. Возможные варианты приближения человечества (численность населения, взвешенная по потребительскому давлению) к потенциальной ёмкости биосферы

Обозначения. А. – Непрерывный рост (1 – Потенциальная ёмкость, 2 – Численность населения), Б – S – образная кривая, приближающаяся к состоянию равновесия, В – Выход за пределы и колебания, Г – Выход за пределы и катастрофа (коллапс).

Примечание. Структурные причины 4-х возможных типов поведения в модели World3: А возможно при условии, что пределы К ещё очень далеки или сами демонстрируют экспоненциальный рост, Б – при условии, что сигналы экономике о достижении пределов поступают оперативно, они точны, и отклик на них своевременен и адекватен или если

сочетать материнство с работой, учёбой, повышением квалификации (детские сады и ясли, продлёнки, отпуска по беременности и родам, питание в школах) или она в значительной степени платная. См. «Традиционные ценности вредят воспроизводству», <http://www.socialcompas.com/2014/07/01/traditsionny-e-semejny-e-tsennosti-meshayut-vosproizvodstvu/>

пределы не подвержены разрушению либо способны быстро восстанавливаться; **В** – сигналам или откликам на них свойственно запаздывание, но пределы не подвержены разрушению либо способны быстро восстанавливаться; **Г** – сигналам или откликам на них свойственно запаздывание, а пределы подвержены разрушению, в определённый момент становящемуся необратным. См. *Медоуз и др.*, 2008, рис. 4.9.

Следовательно, структура циклов воспроизводства всех компонентов модели – населения и разных видов капитала (промышленного, финансового, сферы услуг) – изоморфна друг другу (рис. 43–45). В её основе – соединение положительной обратной связи, задающей **«рождаемость»** единиц данного компонента, и отрицательной обратной связи (их **«смертность»**). Первое – ежегодное включение в популяцию определённого числа людей, машин и пр., исходя из коэффициента рождаемости – вероятности рождений ребёнка либо выпуска машин и оборудования в течение года, второе – ежегодное выбытие из популяции некоторого числа людей, машин и пр., заданное «коэффициентом смертности» (его аналог – амортизация капитала).

Для капитала «рождаемость» – доля продукции, reinvestируемая в сам капитал: станки, двигатели, конвейерные установки, цемент и пр. Они увеличивают уже существующий объём промышленного капитала, чем ведут к росту производства в будущем. Контур «смертности» капитала связан с амортизацией и выбытием машин и оборудования, заводских корпусов и пр., не только из-за прямого износа, но и морального устаревания. Их останавливают, демонтируют, пускают на металлолом, утилизируют.

Важное уточнение: «летающие гуси» аномально продляют жизнь устарелого промышленного капитала. Пусть он давно стал опасен для людей и природы, но пока приносит прибыль, в мире, разделённом на богатых и бедных, найдётся место, где его будут эксплуатировать, и люди, которых угрожат в процессе эксплуатации. Что вносит свой вклад в приближение кризиса и представляет собой один из аспектов запаздывания (см. ниже). Его предотвращение, наоборот, требует вовремя модернизировать экоопасные производства (включая экоопасные формы переработки отходов).

Уточнение деталей. «Роль денег в модели сводится к тому, чтобы передать информацию об относительной стоимости и ценности реальных вещей», что определяется производителями и потребителями с помощью рынка, балансом спроса и предложения. Деньги (и измеряемые деньгами цены, себестоимость товаров, прибыльность производств и пр. показатели) выступают исключительно сигналом системы и посредником в актах обмена, стимулирующим потоки физического капитала и продукции. С другой стороны, при оценке валового внутреннего продукта в модели сперва вычисляется общий объём физической продукции в виде товаров, переводится в денежное выражение, затем к нему плюсуется стоимость проданных услуг, и получается ВВП.

Так что при суммарных подсчётах авторы вынуждены «вещи» переводить в деньги, но интересуют их материальные потоки капитала, численность населения, объём

произведённых промтоваров, продуктов питания и услуг. Они, а не доллары, движут экономику и общество, поскольку извлекаются из окружающей среды, переделываются и преобразуются, загрязняя её по ходу процесса, и рано или поздно возвращаются обратно – в почву, воду или воздух.

Капитал берётся во вполне марксистском понимании – стоимость, приносящая прибавочную стоимость, почему его воспроизводство и выливается в экспоненциальный рост. Следовательно, всякий капитал исходно – финансовый, вкладываемый в разные отрасли (промышленность, сфера услуг, с/х) с целью максимизации прибыли. В силу всё той же двойственности везде, кроме финансов, авторы рассматривают его овеществлённым, в виде производственных площадей и мощностей: это станки, трактора, тракторные парки, элеваторы, заводские здания, поля и откормочные комплексы, школы и школьные приборы, а не суммы в долларах или фунтах.

Отсюда производительные силы общества разных видов и форм (заводы, с/х/удодья с работающей на них техникой, ремонтные мастерские и парикмахерские) – не более чем превращённые формы финансового капитала, устойчивость сохранения которых в будущем задана прибыльностью вложений. В связи с чем авторы специально подчёркивают, что цель производства – прибыль предпринимателя, зарабатываемая изготовлением разных вещей, отнюдь не эти вещи или производство сами по себе.

Это логично, поскольку моделируется строго капиталистическая экономика, где «нужда» означает платёжеспособный спрос, а не человеческие потребности. «Сигналы» рыночной системы, внешние или внутренние – отнюдь не научные данные, тем более не мнения людей об их качестве жизни, проблемах среды обитания и пр.⁵⁰⁰ Это динамика цен, курсов акций и иных рыночных индикаторов сообразно колебаниям спроса и предложения товаров, производимых на «общий рынок» системы каждым из секторов (рабочая сила, её руки и головы, и разные полезные вещи – машины и оборудование, продукты питания, здания и сооружения, инфраструктура с коммуникациями, промтовары, услуги образования, здравоохранения). И, наконец, сердце и мозг рынка – банковские услуги, кредит.

Рыночные оценки стоимости всего перечисленного задают большую или меньшую прибыльность вложений в данные производства, через

⁵⁰⁰ Рыночная экономика ориентируется на сигналы рынка и биржи (ценовая и курсовая динамика), в ответ на которые меняет загрузженность производственных мощностей и развитие технологий, замыкаяющие обратную связь. Плановая экономика ориентируется на сигналы в виде научных данных об а) запасах ресурсов, включая ёмкость эксплуатируемых ландшафтов, степень нарушенности и возможности восстановления, б) наличных материальных потоках в сфере производства и потребления, включая воспроизводство человека, в) стоках, сопоставляемых с мнениями людей о проблемах, потребностях, состоянии среды обитания. Ответ на сигнал, помимо сдвигов загрузки производственных мощностей и производственные мощности, включает а) заранее планируемые общественные изменения и б) меры экологической компенсации, локальной и территориальной. См. **Лекции 1 и 2.23–24.**

которые управляют их развитием. На этом уровне процессы воспроизводства «внутри» моделируемой социально-экономической системы («человечество») сопрягаются с воспроизводством ресурсов во внешней системе, биосфере земли, которую эксплуатирует «мировой рынок».

Авторы моделировали именно капитализм, игнорируя исключённость из этой системы СССР и других стран «коммунистического блока». Обмениваясь с глобальным капитализмом продуктами и услугами, эти общества развивались под действием системных закономерностей, противоположных заложенным в World3-91 и поэтому много менее экоопасных⁵⁰¹. А также (главное!) показывающих линейный рост вместо экспоненциального, особенно в отношении товаров конечного потребления.

Линейность следовала из «отягощённости» планового хозяйства затратами на регенерацию ресурсов и очистку отходов⁵⁰², производимыми *одновременно* с затратами на добычу сырья, превращаемого в товары. Их не откладывали на потом, как в рыночной экономике. Фактически это следствие того, что «план» максимизирует долговременную устойчивость производства, включая производство человека, «рынок» – краткосрочную прибыльность вложений (его частный случай – потребление индивидов).

В 1960-1990 гг. второй выиграл в темпах производства богатства. Однако производимые одновременно риски, экологические и социальные, «рынок» не компенсирует, но перекладывает на общество, оставляет будущим поколениям, экспортирует в бедные страны и пр.⁵⁰³. Поэтому риски накапливаются: по мере этого негативный эффект неутилизованных отходов и нерепарированных «нарушений» природных ландшафтов мультиплицируется, не только перевешивая плюсы в виде производства богатства, но и ликвидируя саму возможность производить.

Поэтому плановая экономика может быть экологически устойчива, рыночная – принципиально нет. Так, в начале 1980-х гг. экономика соцстран, составляя треть мировой, производила всего 15% загрязнений, США и других развитых стран – половину и 63% соответственно. Поскольку СССР был сверхдержавой, а плановое хозяйство «соцлагеря»

⁵⁰¹ Почему так получается, см. «Капитализм против природы», <http://natureschutz.livejournal.com/58130.html>

⁵⁰² См. красивый пример – сравнение экосистемных последствий лесозексплуатации в СССР и Восточной Финляндии, <http://natureschutz.livejournal.com/89482.html>

⁵⁰³ См. «Экспорт отходов к бедным», <http://www.socialcompas.com/2014/09/13/e-ksport-otodov-k-bedny-m/> и «Мусорособиратели – вредный труд, необходимый обществу», <http://www.socialcompas.com/2014/09/13/musorosobirатели-vredny-j-trud-neobhodimy-j-obshhestvu/>

составляло треть мировой экономики, это замедляло движение человечества к кризису, смягчало его проявления.

Гибель СССР устранила препятствие; объединив мир в рамках глобального капитализма, она вернула его к сценарию «бизнес как всегда», исходно предложенному авторами.

Так или иначе, капитал (движущая сила экономического развития в модели) понимается ими двойственно. Это вложения денег, приносящие прибыль, но одновременно реальные вещи и материальные потоки – машины и фабрики, производящие продукцию (или поля, где её производят с участием тракторов, удобрений, пестицидов и пр.); транспорт, перевозящий её⁵⁰⁴, сырьё, полуфабрикаты и комплектующие; школы, больницы, магазины, банки и т.д. заведения, где лечат, учат, продают, дают кредит и пр., т.е. с точки зрения рыночной экономики торгуют услугами.

Пример. «Высокоразвитые экономические системы часто называют «экономикой услуг», но в реальной жизни даже такой экономике необходима подпитка со стороны сельского хозяйства и промышленности. Больницы, школы, банки, магазины, рестораны и отели – все это образует базу для сферы услуг. Понаблюдайте за грузовиками, доставляющими продовольствие, бумагу, топливо и оборудование, или за мусоровозами, вывозящими отходы; попробуйте оценить, сколько воды подается через водопроводы и отводится через канализацию, и тогда станет совершенно ясно, что сфера услуг требует, чтобы ее постоянно поддерживали физические потоки (притоки ресурсов и стоки отходов). Вместе с деятельностью промышленности это создает значительную нагрузку на окружающую среду.

Металлургические заводы и шахты по добыче ископаемых могут быть расположены далеко от центров информационного управления. Количество сырья в тоннах не может расти так же быстро, как долларовое выражение продукции. И тем не менее, на рис. 34 ясно видно, что даже в постиндустриальной экономике промышленность не приходит в упадок...

... Информация – это удивительный ресурс, не существующий физически, но вполне реальный. Однако в чем он содержится? Настольный компьютер, например, это несколько килограммов пластмассы, металла, стекла и кремния. Средний компьютер в 1997 г. весил 25 кг и потреблял 150 Вт электроэнергии, а при его изготовлении больше 60 кг материалов уходило в отходы.... Люди, которые работают с информацией – создают, обрабатывают, используют ее – еще и каждый день едят, водят машины, живут в домах, работают в зданиях с системами отопления и кондиционирования, и даже в век электронных средств передачи информации расходуют огромное количество бумаги.

Контур положительной обратной связи, описывающий деятельность мирового капитала, работал столь интенсивно, что физический капитал рос быстрее, чем численность населения. В период с 1930 по 2000 гг. денежное выражение мировой промышленной продукции выросло в 14 раз... Если бы в этот период население не выросло, то уровень материального благосостояния увеличился бы в 14 раз, но в реальности произошло иначе, и промышленное производство на душу населения увеличилось только в 5 раз. В период с 1975 по 2000 гг. промышленная экономика практически удвоилась, но производство на душу населения возросло меньше чем на 30%» (Медоуз и др., 2008: 68–69).

⁵⁰⁴ Так, интенсивность движения судов в Мировом океане выросла в несколько раз с 1992 по 2012 годы и вместе с ней – загрязнение, химическое и шумовое. См. «За кораблями следят как за айсбергами», <http://scientificrussia.ru/news/za-korablami-slediat-kak-za-aisbergami>

Иными словами, «инновационная» экономика услуг предполагает материальные потоки не меньшие, а то и большие, чем «традиционные» промышленность с сельским хозяйством. Сокращение расходов сырья и материалов на единицу «продукции» и увеличение доли антропогенной регенерации сырья в данном секторе так же актуально, как в прочих.

И столь же затруднительно в силу капитализма. Так, на рынке жилья в современной РФ (доступного только верху среднего класса, работающего исключительно в «экономике услуг») доминирует монолитная технология. Почему? Потому что в сознании покупателей квартир она противопоставляется «совку» связанному с крупнопанельным домостроением, в том числе потому, что позволяет свободную планировку квартир в уже готовом здании. Однако она крайне затратна в отношении металла и других первичных материалов.

Пример. «...Необходимо учитывать, что наибольший расход стали на 1 м³ бетона наблюдается в домах из монолитного железобетона – до 100 кг/м³, а в сборных железобетонных плитах перекрытий он составляет всего 24–32 кг/м³.»⁵⁰⁵

Много это или мало? Средний расход стальной арматуры в России усредненно в 2013 г. составил 44,5 кг на 1 м³ потребленного бетона! В США 26,6 кг, в ЕС 32 кг. А монолитное домостроение может требовать и до 100 кг! Нет, конечно, не весь железобетон идет с таким расходом стали на кубометр. Но все же, все же...

Так что вот так вот. Все эти «свобода выбора индивидуального пространства комфорта», «новые жизненные стандарты» и прочее великолепие предлагаемое рынком недвижимости – все это *очень и очень зависимо от возможности соответствующего потребления стали в расчете на кубометр железобетона*, уходящего на строительство дорогих престижных многоэтажек. Ведь многие работники «постиндустриализма» надрываются в виртуальной экономике во многом именно для этого! Чтобы купить такой вот продукт «отсталых отраслей», как арматуру, уже в составе того железобетона, из которого сделаны благословенные дом и квартира в нем⁵⁰⁶.

Или, например, что такое современные платёжные системы с точки зрения энергетики?⁵⁰⁷ «У компании [платёжной системы **VISA**] имеется два центра по обработке данных (ЦОД), которые фактически являются копиями друг друга. Объекты работают в попеременном режиме, как бы подстраховывая своего «партнера» и могут выполнять до 30 000 транзакций за один такт. Но у **VISA** есть и резервы. При необходимости указанный показатель может быть увеличен в три раза.

... Главный ЦОД получил официальное название Операционный Центр Восток. Предполагаемая площадь порядка 140 000 квадратных футов (более 1,5 га). Точное месторасположение держится в секрете, известно только, что он находится «где-то на Восточном побережье США». Комплекс состоит из семи корпусов-отделений, заполненных самым новым и дорогим оборудованием от **IBM**, **Hitachi**, **EMC** и **Cisco**.

В двух корпусах ведется работа по обеспечению функционирования мощной процессинговой сети **VisaNet**, которая обеспечивает проведение транзакций. Еще три

⁵⁰⁵ Металлоснабжение и сбыт. 2014. № 5. С. 54

⁵⁰⁶ «Из любопытного про потребление металла», <http://predeli-rosta.livejournal.com/17034.html>

⁵⁰⁷ См. сколько «весит» пластик в площадях, людях, софте, железе и гигаваттах?, <http://naturschutz.livejournal.com/79718.html>

отделения занимаются созданием и хранением резервных копий, а также поддержанием функционирования внутреннего оборудования предприятия. Два других корпуса «заряжены» резервным оборудованием, которое ждет своего часа (пиковых нагрузок или подключения новых клиентов).

Внутри корпусов находится 376 серверов, 277 сетевых коммутаторов, 85 маршрутизаторов, 42 сетевых экрана. Все оборудование связано между собой *почти пятью тысячами километров кабелей*. Такое обилие «железа» позволяет проводить подавляющее большинство мировых транзакций практически в режиме реального времени

... В случае каких-либо перебоев или аварии на линии электропередач мощные генераторы операционного центра способны вырабатывать весьма приличное количество энергии, которое позволит платежной системе функционировать в автономном режиме на протяжении девяти дней. Аналогичное количество электрической энергии хватило бы для функционирования 25000 домохозяйств США на протяжении такого же периода. А 25 тысяч среднестатистических домохозяйств составят немаленький городок!

По данным Американской администрации по информированию в области энергетики (*US Energy Information Administration – EIA*), среднестатистическое американское домохозяйство потребляет порядка 10837 кВт*ч за год. Помножив эту цифру на 25000, мы получим 271 ГВт*ч в год. Чтобы понять масштаб этой цифры, приведем следующие данные. Примерно 62% от этого значения каждый час потребляет Москва. А Воронежский вагоноремонтный завод потребил за 9 месяцев 2012 года всего 12 ГВт*ч. электроэнергии.

Для охлаждения оборудования на территории комплекса оборудован резервуар объемом 1,5 миллиона литров. Для охлаждения всех работающих систем построено четыре усиленных трубопровода, поэтому необходимый для техники уровень температуры будет поддерживаться даже в том случае, если одна из линий будет повреждена.

Специальные конструкторские разработки позволяют основным технологическим сооружениям компании противостоять мощным землетрясениям и ураганному ветру со скоростью до 170 км/ч. Вся территория окружена большим рвом с водой, напоминающим те, которые защищали средневековые замки. На территории установлены сотни видеокамер наблюдения, а охраняют объект опытные люди, имеющие немалый стаж службы в армии США. На дорогах, проложенных за ограждением, имеются «особые столбики», которые умеют стрелять достаточно быстро и мощно, чтобы остановить легковой автомобиль, который будет двигаться со скоростью 75 км/ч. Все посетители предприятия помимо многочисленных стандартных процедур безопасности перед попаданием на объект в обязательном порядке проходят биометрическую проверку.

... Сегодня у VISA есть более 13000 ЦОД различного уровня сложности по всему миру. Приблизительно 50% мощностей по обработке данных находится в США. По оценкам авторитетной исследовательской компании *Gartner*, которая специализируется на информационных технологиях, только в прошедшем 2013 году ведущая мировая платежная система вложила в развитие своих процессинговых центров порядка 22 миллиардов долларов.

Потребность в строительстве новых ЦОД увеличивается с каждым годом, поскольку популярность облачных технологий, смартфонов и планшетов стремительно идет вверх. Такие гиганты как *Apple*, *Facebook* и *Google* уже начали строить свои процессинговые комплексы в сельских районах, чтобы значительно сэкономить на оплате труда и покупке земли. У компании VISA есть только один путь развития – выбрать точно такой же курс.

VISA не спешит публиковать суммы, потраченные на строительство своих ЦОДов, но даже по самым скромным оценкам речь идет о сотнях миллионов долларов на один проект. И это консервативная оценка, которая учитывает только стоимость строительства и необходимого оборудования⁵⁰⁸.

⁵⁰⁸ Сергей Василенков, *ibid*. Или, например, для станков с ЧПУ на единицу интеллектуального оборудования в среднем требуется большая установленная мощность электроэнергии, чем на такую же машину с роботом за ней. См. «How Sustainable is Digital

См. также рис. 47, «что такое жизнь геймерская с точки зрения электроэнергетики»

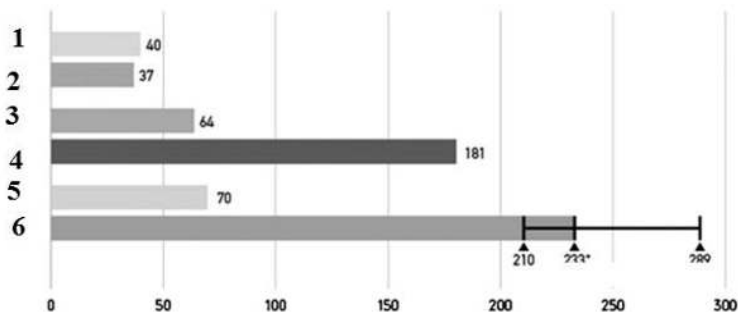


Рис. 47. Новые поколения игровых приставок к компьютерам «жрут» больше энергии, чем прежние

Обозначения. Ось X – КВт*ч/год, ось Y – Типы приставок (1 – Wii, 2 – WiiU, 3 – PS3, 4 – PS4, 5 – Xbox360, 6 – Xbox One). * – в зависимости от использования ТВ-опции.

Источник: <http://kotaku.com/your-new-game-console-is-eating-more-energy-than-ever-1577668047>

Дальше модель описывает, как взаимодействие разных секторов капиталистического производства, эксплуатирующего природу и население, производится товары и услуги в ассортименте, заданном рыночной конъюнктурой, что обратно влияет на развитие каждого сектора и вносит изменения в схему взаимодействия между ними. Общественное *производство* описывается *уровневыми переменными*, это выход модели. Из них важнее всего параметры **валового выпуска** (численность населения, промышленная продукция, производство продуктов питания, оставшийся запас невозобновимых ресурсов) и **качества жизни** (подушное потребление продовольствия, промтоваров, услуг и ожидаемая продолжительность жизни).

Производство основано на том, что капитал в процессе эксплуатации амортизируется, постепенно превращаясь в отходы, как и товары, выброшенные после использования, непроданные, потерянные по дороге и пр. Отходы скапливаются в **стоках**, где очищаются и/или восстанавливаются до ресурсов за счёт экологических услуг естественных

экосистем⁵⁰⁹. С другой стороны, накопление загрязнений в природных ландшафтах ещё больше нарушает их («в дополнение» к нарушениям, созданным собственно эксплуатацией и «расширенным» действием «контуров разрушения»). Как только антропогенная нагрузка превысит пределы устойчивости экосистем и/или ландшафтов, эффективность всех видов эксплуатации быстро падает, так как большая часть их структуры разрушается и деградирует бесполезно для нас. Это снижает по нарастающей общую продуктивность и способность системы воспроизводить нужные биоресурсы (дичь, лес, рыбы, с/хкультуры) или очищать загрязнения.

Вместе ресурсы и стоки образуют *природу*; за счёт неё растёт экономика и развивается общество. Легко видеть, что система устойчива, если темп производства не слишком высок, чтобы эксплуатируемые составляющие – природа и рабочая сила – «успели восстановиться» к следующему циклу, потребив произведённое и очистив отходы⁵¹⁰. Кризис наступает, когда машин и оборудования изготавливается всё больше, а товаров машинами – настолько больше, что нарушения экосистем и выбросы загрязнений, обусловленные этим приростом, не успевают ни «затянуться», ни обезвредиться в «природе». Если добавить, что капиталистическая мир–экономика через социальные регуляторы воспроизводства населения способствует «демографическому взрыву» на периферии системы, продлевает и затягивает его⁵¹¹, чем дополнительно разрушает «природу», картина становится ясна.

По терминологии Д.И. Люри, природа здесь выступает **соратником** человека в экономической деятельности, «беря на себя» часть воспроизведения ресурсов и очистки отходов. Эту последнюю людям не надо обеспечивать техникой, рабочими руками, производственными площадями, научными разработками и пр. Всё делается как бы само собой, рождая представление, что природа «бесплатный магазин»: под его властью можно направить соответствующие ресурсы на потребление и потратить много больше прямо сегодня.

Победа (и даже преобладание) этого настроения значит нечто противоположное устойчивому развитию – «перебрасывание» будущим поколениям тех затрат на регенерацию ресурсов и восстановление экосистем, что необходимы сегодня. Поэтому проблемы накапливаются, экологические риски мультиплицируются, а «пятна» нарушений растут

⁵⁰⁹ Другая часть восстанавливается за счёт антропогенных усилий, соотношение обоих по каждому из видов отходов и форм нарушений экосистем критически важно для развития экологического кризиса. См. **лекцию 3**.

⁵¹⁰ Напомним, что всякий товар – это отложенный отход, см. *Керженцев А.С.*, op.cit.

⁵¹¹ См. <http://schriftsteller.livejournal.com/683283.html>

автокаталитически и сливаются между собой, подрывая воспроизводство ненарушенных природных сообществ между ними⁵¹².

К тому же, чем больше человечество «нагрузит» природу задачей воспроизводить ресурсы для него или очищать его собственные отходы, тем меньше может сделать «соратник», поскольку «теряет силы» – сжимается пространственно, слабеет функционально. А соответствующие задачи общество вынуждено решать само, техническими средствами, платить за эту работу деньги, обеспечивать НИОКР и пр. Продолжая эту тенденцию в будущее, получим ситуацию «**природа-экспонат**», когда все задачи жизнеобеспечения и кондиционирования среды обитания человека, ранее поддерживавшиеся «экологическими услугами», нужно решать техническими средствами (рис. 48).

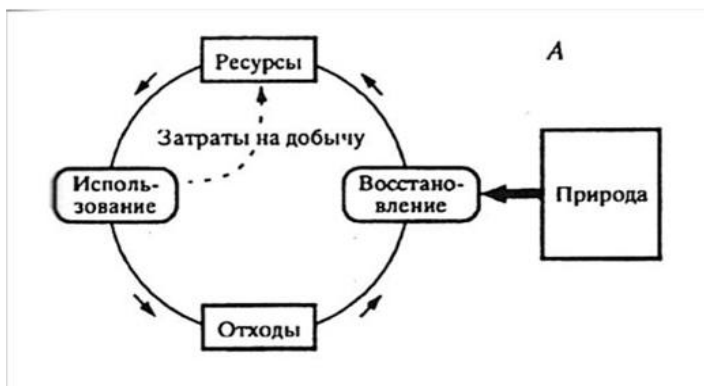


Рис. 48. 1. Природа–кладовая (до плейстоценового перепромысла, см. табл. 4)



Рис. 48. 2. Природа–соратник (современность, до глобального экологического кризиса)

⁵¹² Как происходит этот подрыв, описано в моделях биоценотической регуляции эволюции В.В. Жерихина (см. сноску 45–47).



3. Природа–экспонат (будущее, которого надо избежать)

Рис. 48. Развитие взаимодействий в системе «природа–общество»

Источник: Люри Д.И., 1999а, op.cit.

Подобное же почти наверняка невозможно, см. лекцию 1.4. «Стандартный сценарий» означает, что человечество режет курицу, которая несёт золотые яйца, устойчивое развитие – что «курица» выживет и завтра будет «нести» не хуже сегодняшнего, ещё лучше – восстановит «яйценоскость» «соратника» до исходного уровня⁵¹³. См. сравнение прогнозов разных сценариев vs реальность в цитированной статье G.M. Turner (2008) для динамики потребления минеральных ресурсов, производства продуктов питания, выбросов загрязнений и производства услуг (рис. 9, 7, 10 и 6 соответственно).

Важно не допустить превращения «соратника» в «экспонат», с чем непосредственно связан коллапс в модели.

21. Обратные связи в системе и устойчивость движения по избранной траектории

Положительная обратная связь потому положительная, что усиливает исходное влияние; отрицательная – сдерживает и уменьшает его, вводит в рамки, через внешнее ограничение или самоингибирование развивающихся процессов. Первая ответственна за экспоненциальный рост, всегда присутствующий (хоть в виде потенции) в системах, чьи элементы которых размножаются, воспроизводят друг друга и/или где процессы развиваются автокаталитически, подпитывают самоё себя. Что

⁵¹³ Он отсчитывается от доагрикультурного или доиндустриального периода соответственно для дикой природы и трансформированных ландшафтов.

мы и видим в росте населения, циклах воспроизводства промышленного, с/х и финансового капитала, капитала сферы услуг.

Другой пример – расслоение общества, участвующего в рыночной экономике, на богатых и бедных. Возникнув, социальное неравенство воспроизводит и усиливает самоё себя по принципу «имущему воздастся, у неимущего отнимется»⁵¹⁴. Поскольку «у богатых прибавляются деньги, у бедных – дети», разделение между ними углубляется ещё больше, граница – делается трудней проходимой и пр. В странах «третьего мира» граница богатых и бедных кварталов чётко видна на местности (рис. 8), однако и страны «первого мира» – кастовые общества, по контрасту с предельно высокой социальной мобильностью в СССР. Там отсутствовали и эти барьеры, и антропологические отличия управляющего слоя от прочего населения (напротив, различия «высших» и «низших классов» чётко просматриваются в самых демократичных из капиталистических стран⁵¹⁵).

Всё вышеназванное важно для углубления экологических проблем. Если обогащающиеся разрушают природу из стремления максимизировать прибыль, а бедняки ведут себя разрушительно в стремлении выжить (лекция 1.8), растущая пропасть между богатыми и бедными ответственна за то, что мир в целом структурирован так, что каждая его часть сталкивается *именно с теми экологическими проблемами*, решение которых у неё получается хуже всего. См. таблицу 18.

Развивающиеся страны («мировая деревня», а также рудник и отгрузочный порт) неспособны ни сохранить биоразнообразие, уничтожаемое международной торговлей⁵¹⁶, ни даже использовать уничтожение для развития. Добыча сырья и экспорт ресурсов в развивающихся странах почти везде организована на неокOLONиальных условиях, а попытки уйти от зависимости подавляются интервенциями США⁵¹⁷, Франции и других империалистических государств.

⁵¹⁴ См. «80% граждан США не дождутся «американской мечты», <http://www.socialcompas.com/2013/08/01/80-grazhdan-ssha-ne-dozhdutsya-amerikanskoj-mechty/>

⁵¹⁵ См. «Какая система образования нам нужна?», Година Г.З. Человеческое тело и социальный статус, <http://www.socialcompas.com/2014/09/18/chelovecheskoe-telo-i-sotsial-ny-j-status/>

⁵¹⁶ Поэтому природоохранники должны быть против ВТО: именно экспортно-ориентированное производство уничтожает местообитания и губит виды в первую очередь. Международная торговля угрожает биоразнообразию и косвенно, ибо интенсифицирует завоз чужеродных видов, могущих стать инвазионно опасными и создать массу проблем на новой родине. Сейчас он интенсифицирован настолько, что местные экосистемы не справляются с агрессивными вселенцами, особенно на староосвоенных территориях, где они частью нарушены, а частью изменены человеком. См. **лекцию 1.7.**

⁵¹⁷ См. «Американская оккупация Африки», <http://www.socialcompas.com/2014/07/01/amerikanskaya-okkupatsiya-afriki/>

Притом что именно здесь, на периферии капиталистической мир-экономики, сохранились наибольшие площади ненарушенных природных сообществ, имеющих значение для всего человечества – влажных тропических лесов, саванн, листопадных и «облачных» горных лесов, мангровых зарослей и пр. Сегодня они превращаются в «острова», быстро сокращающиеся в размерах⁵¹⁸, в том числе потому, что оказываются «в перекрестье прицела» антропогенных воздействий – не только местных, но и дальних, вроде гибели тропических лесов от засух, связанных с изменением климата, и коралловых рифов от загрязнения канализационными стоками крупных городов.

Здесь же фиксируется максимум биоразнообразия самых разных таксонов. Большая часть его сконцентрирована на небольших, изолированных друг от друга пятнах⁵¹⁹ и легко уязвима при хозяйственном освоении. Однако мир развивается так, что эти богатства находятся преимущественно в руках «сторожей» недееспособных и слабых (стран «третьего мира») или зависимых от тех, кто заинтересован в их расхищении – ТНК «первого мира».

Такова иррациональность капитализма, всем очевидная и, однако, неодолимая в условиях, когда все хозяйствующие субъекты отбираются на максимизацию краткосрочного выигрыша, а кооперативное движение к долговременному выигрышу невозможно – даже когда второй сильно больше первого, и стремление к первому гарантирует выход за пределы и коллапс.

Вот пример, каких много. Редкоземельные элементы совершенно необходимы для экранов самых разных электронных устройств, продажи которых дальше будут только расти (см. «LED и потерянные...»). И их уже не хватает, особенно с учётом китайской монополии – настолько, что в развитых странах приходится их подсчитывать «по крохоткам» в надежде рециклировать.

Но, несмотря на вырисовавшийся выход за пределы, рыночная система не может наладить нормальный рециклинг. Потенциальное сырьё для него – отработанные электронные устройства, – фирмы, делающие бизнес на мусоре, разными способами, более или менее нелегальными⁵²⁰,

⁵¹⁸ См. Хански, 2010, op.cit.; «Большой минус, маленький плюс...».

⁵¹⁹ См. Алексей Гиляров. «Области наибольшего разнообразия наземных позвоночных занимают менее 10% поверхности суши», <http://naturschutz.livejournal.com/84422.html>

⁵²⁰ См. «Экспорт отходов к бедным», «Электронные деньги сгорают в Африке», http://www.gazeta.ru/science/2011/11/12_a_3830834.shtml; «Мировой объём электротехнических отходов достиг рекордных 42 млн. т.», http://www.gazeta.ru/social/news/2015/04/19/n_7122313.shtml

Как выглядят электронные свалки в Гане и Южном Китае см. **рис. 8**; «Agbogbloshie - место для электронного мусора», http://vk.com/wall-59576852_798; «Электронный мусор в

отправляют в Гану, Гуаньчжу в южном Китае и другие места варварской переработки, где большая часть ценных элементов теряется. Хотя эта «течь» подрывает законную прибыль крупных высокотехнологичных корпораций, перекрыть её невозможно, ибо всем, и им в том числе, выгоден «дешёвый» вариант избавления от электронного мусора.

«В конечном счёте» рециклинг этих элементов корпорациям жизненно необходим, чтобы увеличить продажи смартфонов и прочих гаджетов. Но *в каждый отдельный момент* им выгодней сэкономить, обойдя местное экологическое законодательство, тем самым лишив себя сырья и будущих прибылей. Иными словами, наибольшую выгоду они получили бы от движения к долговременному выигрышу, но оно невозможно, так как участники рынка отселектированы на максимизацию краткосрочного выигрыша в каждый отдельный момент.

То же верно для прочих ресурсов и нарушений экосистем, требующих участия людей в «репарации». Развитие по стандартному сценарию точно изображается «Притчей о слепых» Питера Брейгеля Старшего, иллюстрирующей евангельское «оставьте их: они слепые поводыри слепых; а когда слепой ведет слепого, то оба упадут в яму» (Мф. 15:14).

По этой причине богатые страны «ядра» (мировой город) в капиталистической мир-экономике не могут ни сократить потребление, ни перейти к жизненно необходимой «цивилизации старёвщика». Все обязательства вторично переработать товар, когда он превратится в отход (т.е. ответственность за экологическую безопасность вещи на всех стадиях её «жизненного цикла») накладываются на производителя и продавца *с большим запозданием*⁵²¹.

А без того и другого неразрешима их главная проблема – загрязнение. На борьбу с ним направляется всё больше средств, производственных мощностей, научных разработок и пр. (рис. 32), однако оно по-прежнему угрожает лесам, водным объектам, не говоря об урбосреде. Стоит только контролю «расслабиться», ситуация сразу делается катастрофической – вследствие выносов загрязнений из города, губящих леса и посевы, смыва удобрений в озёра и эвтрофикации и пр. И это случается каждый раз, когда рыночная конъюнктура подталкивает больше вносить удобрений, пестицидов, больше приобретать материалов первичной добычи/изготовления, нежели произведённых из вторсырья (нисходящие части кривых табл. 16).

Гане», http://vk.com/wall-59576852_800 «Электронный мусор. Растущая проблема для окружающей среды и здоровье рабочих», http://vk.com/wall-59576852_800;

⁵²¹ Так, только в 2010 г. в Евросоюзе вступили в силу новые правила, требующие приема ритейлерами отработанных элементов питания, <http://science.compulenta.ru/501851/>

Всё вышеперечисленное обеспечивает устойчивость движения системы по сложившейся траектории развития. С одной стороны, положительные обратные связи поддерживают его автокаталитический характер, придают ему «устойчивость», преодолевающую «сопротивление среды» и попытки общества траекторию изменить. С другой, отрицательные обратные связи купируют отклоняющий эффект «малых шевелений». Это если не пройден предел; иначе они же ведут к самоингибированию, подобно растущему самоотравлению бактериальной колонии отходами метаболизма. Оно не просто останавливает рост, но ведёт к прогрессирующему падению численности, так как популяция беззащитна перед ростом концентрации загрязнителя (по крайней мере, до выработки приспособлений и без них).

22. Запаздывание сигналов в системе

«Что значит «выйти за пределы»? Это означает, что вы зашли слишком далеко – непреднамеренно вышли за допустимые рамки. В повседневной жизни мы каждый день выходим за какие-нибудь пределы. Если слишком резко встать со стула, можно потерять равновесие. Если резко отвернуть горячий кран в душевой, можно обжечься. На обледенелом шоссе автомобиль может проскочить на запрещающий сигнал светофора. На вечеринке можно перебрать с алкоголем и выпить больше, чем организм способен спокойно перенести, и тогда утром вы будете мучиться от похмелья. Строительные компании порой строят больше домов, чем люди в состоянии купить, и тогда приходится продавать жилье по заниженным ценам и рисковать банкротством. Часто на воду спускают слишком много рыболовческих судов, и тогда флот становится таким большим, что улов превышает допустимые пределы. Популяция рыбы не может восстановиться, рыбные ресурсы истощаются, и тогда флоту не останется ничего другого, кроме как стоять в гавани. Химические компании навывпускали столько хлорсодержащей продукции, что верхние слои атмосферы не в состоянии с этим справиться. И теперь целыми десятилетиями озоновый слой будет истощенным, пока количество стратосферного хлора не уменьшится.

Существует три основных причины выхода за пределы, и они всегда одни и те же, независимо от масштаба явления – от личного уровня до планетарного. Во-первых, это рост (причем порой ускоряющийся) и слишком быстрые изменения. Во-вторых, всегда существует некий предел или ограничение, за которыми деятельность системы перестает быть безопасной. В-третьих, часто между событием и откликом на него бывает запаздывание, вдобавок не всегда этот отклик интерпретируется

правильно, так, чтобы вернуть систему в допустимые пределы. Эти три причины – необходимые и достаточные условия для выхода за пределы.

Выход за пределы встречается буквально везде и принимает самые разные формы. Это явление может быть физическим, например, рост потребления нефти. Оно может быть организационным, например, увеличение числа подчиненных. Оно может быть психологическим: пристрастие к постоянному увеличению личного потребления. Оно может происходить в финансовой сфере, на политической арене, в биологических системах – в любой области нашей жизни.

Так же разнообразны могут быть и пределы. Это могут быть ограниченность пространства, времени, устойчивость системы к нагрузкам физическим, биологическим, политическим, физиологическим и прочим.

Наконец, и запаздывания возможны разные. Они могут быть следствием невнимательности, недостоверности данных, задержки информации, медленной реакции, неповоротливости или коррумпированности бюрократического аппарата, ложной теории об откликах системы или просто инерции. Например, водитель, несущийся сломя голову по обледелой дороге, явно не учитывает, что тормозной путь будет длиннее, чем обычно. Строители используют в обоснованиях своих проектов текущие цены, хотя на рынке построенное жилье появится двумя или тремя годами позже. Рыболовецкий флот наращивает свои мощности на основе прошлого улова, а не на данных о будущем воспроизводстве рыбных ресурсов. Химические соединения могут годами перемещаться в окружающей среде от места их использования до точки, где их присутствие вызовет тяжелые последствия.

Многие случаи выхода за пределы не приносят большого вреда. Опыт в этой области, накопленный каждым из нас, позволяет избежать тяжелых последствий. Немало пределов встречается достаточно часто для того, чтобы к тому моменту, когда это станет действительно опасным, мы уже знали, как избежать проблем или хотя бы минимизировать ущерб. Например, перед тем как встать под сильную струю душа, мы пробуем температуру воды рукой. Порой бывает так, что вред нанесен, но быстро компенсируется: перебрав накануне в баре, утром мы поспим подольше и снова будем в полном порядке.

Однако иногда существует риск выхода за пределы уже с катастрофическими последствиями... Наша книга именно об этом.

В ней мы постараемся преодолеть сложности в понимании и описании причин и следствий роста населения и капитала и их выхода за пределы самоподдержания Земли. Эти процессы сложны и многогранны. Надежных данных часто недостаточно, они могут быть неточными или неполными. Уровень развития науки пока не позволил достичь согласия

даже ученым, что уж говорить о политиках. Тем не менее нам нужен показатель, который может отразить зависимость между запросами человечества в глобальном масштабе и тем, что физически может предоставить нам планета. Этот показатель мы будем называть *нагрузкой на окружающую среду*, или *экологической нагрузкой...*» (Медоуз и др., 2008: 30–31).

Уточнение деталей. Дальше авторы показывают, что варианты поведения системы в окрестности пределов (рис. 46) заданы не темпами роста, а кибернетическими причинами – запаздыванием и искажением сигнала в системе. При их неизменности меньшие темпы роста лишь вызовут кризис позже, но избежать его не удастся:

«Рост физического объекта по мере приближения к пределу замедлится, а затем остановится (S-образная, логистическая кривая) только в том случае, если объект получит точные и своевременные сигналы о своем местоположении по отношению к этим пределам, и если его реакция на эти сигналы будет быстрой и точной...

Представьте себе, что вы ведете машину и светофор впереди переключается на красный. В обычных условиях вы можете плавно затормозить и остановиться перед светофором, поскольку вовремя получили точный визуальный сигнал – красный свет; поскольку ваш мозг быстро на это отреагировал, приказав ноге нажать на тормоз; и поскольку машина немедленно отзывается на это нажатие, а вы из своего опыта знаете, насколько быстро она сможет остановиться, и регулируете нажатие на педаль тормоза.

Если же часть ветрового стекла со стороны водителя запотела, и вы вынуждены спрашивать своего пассажира о том, какой горит свет, то задержка с получением ответа (даже короткая) может привести к тому, что вы проскочите на красный – или же вы заранее должны сбросить скорость, компенсируя этим возможную задержку. Если же пассажир сказал неправду, или вы решили, что ослышались, или если тормоза сработают только через пару минут, или если на дороге гололедица, то остановиться вы сможете только через несколько сотен метров. К этому моменту, возможно, вы не только проскочите несколько красных светофоров, но и угодите в аварию⁵²².

Если сигналы обратной связи запаздывают или искажаются, если им не верят или отрицают их существование, если в ответных действиях системы есть ошибка или система в состоянии ответить только после большого запаздывания, то она не сможет войти в допустимые пределы и прийти к равновесному состоянию. Если имеет место хотя бы одно из перечисленных условий, то система отреагирует слишком поздно и выйдет за пределы.» (Медоуз и др., 2008: 181).

Запаздывание распадается на ряд категорий разной природы, но действующих в одном направлении. Первую можно назвать «**запаздывание-1**», происходящее в силу социальной инерции. Планирование, финансирование и строительство требуют времени,

⁵²² Повторюсь: в модели этому аналогично ложное представление (ещё хуже – уверенность), что рынок и технологии всё решат. Предприниматели верят в это и поддерживают данную веру у публики, ибо их критерии эффективности требуют продолжать экоопасные бизнесы, ведущие к экстремальному загрязнению или краху ресурсов, и сопротивляться переходу к экологической устойчивости, предполагающей компенсацию «производства» экологических рисков с ограничением сиюминутной прибыльности ради долговременного выигрыша. Публика, подверженная таким настроениям, впустую растрчивает главный невозобновимый ресурс – *время для принятия решений*.

особенно если речь идёт о серьёзных инфраструктурных вложениях, вроде строительства портов, ж/д, крупных ГЭС и пр. Другую – «запаздывание-2», возникшее в силу инерционности природных процессов, вроде накопления и распространения загрязнений в воде, почве, в живых организмах и пр.

Пример. «Нас интересовали изменения, которые протекают многие десятилетия. Поэтому мы сосредоточились на загрязнении среды именно стойкими, долгоживущими веществами – теми, которые остаются в природе многие-многие годы. Мы представляем постоянное загрязнение как совокупность стойких химических соединений и металлов, которые выбрасываются во внешнюю среду в результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности и которые могут влиять на здоровье человека и урожайность сельскохозяйственных культур. Мы включили в систему запаздывание между выбросом загрязнителей и наступлением последствий, поддающихся измерению, поскольку знаем, что это запаздывание действительно существует. Пестициды попадают в грунтовые воды не сразу, а через определенное время; у молекул хлорфторуглеродов уходят годы на то, чтобы подняться до стратосферного озонового слоя и начать разрушать его; ртуть, попавшая в реку, постепенно накапливается в тканях рыб. Мы учли, что природа со временем разлагает многие загрязнители на безвредные составляющие, но также учли и то, что такая способность окружающей среды к самоочищению не безгранична и может уменьшиться из-за чрезмерного загрязнения. В модель World3 вошли сильно усредненные характеристики по стойким загрязнителям; она не различает конкретные свойства, присущие полихлорированным бифенилам (**ПХБ**), хлорфторуглеродам (**ХФУ**), дихлордифенилтрихлорэтану (**ДДТ**), тяжелым металлам или радиоактивным отходам....

С 1929 г. промышленность произвела около 2 млн. т маслянистой, устойчивой, негорючей жидкости – **ПХБ**⁵²³. Их использовали в основном для рассеивания тепла в электрических конденсаторах и трансформаторах, но также и в качестве рабочей жидкости в гидравлических системах, в качестве смазочного материала, огнезащитного вещества и компонента пестицидов, красок, лаков, чернил и копировальной бумаги без пачкающего слоя. За 40 лет использования **ПХБ** попали на свалки, в зоны вдоль дорог, в канализацию, грунтовые воды и поверхностные водоемы, ведь тогда о возможных последствиях для окружающей среды никто не думал. В 1966 г., когда проводилось знаменитое исследование содержания **ДДТ** в окружающей среде, датский исследователь Сорен Дженсен (*Soren Jensen*) сообщил, что, кроме **ДДТ**, повсеместно были обнаружены и другие токсичные вещества – **ПХБ**⁵²⁴. Затем другие исследователи подтвердили, что **ПХБ** обнаруживаются почти в любой экосистеме земного шара.

...В атмосферу **ПХБ** попадают в основном из гидросферы... Отложения **ПХБ** были обнаружены в реках, озерах, океанических зонах... Детальное исследование экосистемы Великих озер показало, что **ПХБ** накапливаются в тканях живых организмов и передаются по пищевым цепям. ...Растворимость большинства **ПХБ** в воде низка, но в жирах эти соединения растворяются хорошо, вследствие чего время их жизни в окружающей среде очень велико. Они быстро перемещаются в атмосфере, медленно – в почвенной среде и донных отложениях ручьев, рек и озер, пока не попадут внутрь какого-нибудь живого организма. Там они накапливаются в его тканях, и по мере перемещения по пищевым цепям

⁵²³ «Существует 209 таких соединений, все они получаютс введением атомов хлора в различные положения бензольных колец молекулы, называемой бифенилом. Все эти соединения в природе не встречались, они созданы человеком».

⁵²⁴ См. *Jensen S.*, 1966. Report of a new chemical hazard// *New Scientist*. V. 32. P. 612; современное состояние проблемы см. «Chapter 5.10 Polychlorinated biphenyls (PCBs)», http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0016/123064/AQOG2ndEd_5_10PBs.PDF

концентрация только увеличивается. **ПХБ** обнаруживаются в наибольших концентрациях в тканях хищных рыб, морских птиц и млекопитающих, в жировых тканях человека и в женском грудном молоке.

Информация о влиянии **ПХБ** на здоровье человека и других животных поступает очень медленно. Выяснить их воздействие достаточно сложно, поскольку под общим названием **ПХБ** скрывается 209 соединений, относящихся к одному семейству, но эффекты они могут давать разные. Тем не менее, уже установлено, что некоторые **ПХБ** нарушают обмен веществ. Они имитируют действие одних гормонов, например, эстрогена, и блокируют действие других, например, гормонов щитовидной железы. В результате сигналы, управляющие обменом веществ, искажаются и поведение системы меняется. От этого страдают все живые организмы, обладающие эндокринной системой – птицы, киты, полярные медведи, люди. Даже в маленьких концентрациях соединения, нарушающие обмен веществ, способны вызвать в организме настоящий хаос, и это особенно опасно для развития эмбрионов. Зарождающаяся жизнь может вообще погибнуть, или растущему организму будет нанесен вред – могут быть затронуты нервная система, интеллект, половые функции.

Поскольку **ПХБ** перемещаются медленно, являясь стойкими соединениями и накапливаются в верхних звеньях пищевых цепей, их называют «биологической бомбой замедленного действия». Хотя с семидесятых годов производство и использование **ПХБ** запрещено во многих странах, тем не менее, в мире остается много этих соединений. Из общего количества когда-либо произведенных **ПХБ** большая часть все еще используется или хранится на заброшенных электростанциях. В странах со строгим природоохранным законодательством большие количества старых бифенилов помещают в захоронения или утилизируют с помощью сжигания в особых условиях, при которых разрушается молекулярная структура соединения и оно перестает быть опасным. В 1989 г. была проведена оценка, которая показала, что примерно 30% суммарного количества произведенных бифенилов уже попало в окружающую среду. Только 1% достиг океанской среды. Остальные 29% распределились по почве, рекам, озерам, откуда они смогут перемещаться в ткани живых организмов спустя десятилетия.

...еще один пример запаздывания при загрязнении окружающей среды – медленное проникновение химикатов в грунтовые воды через почву⁵²⁵. В период с 1960 по 1990 гг., когда использование 1,2-дихлорпропена было окончательно запрещено, это дезинфицирующее вещество для обработки почвы широко применялось в Нидерландах при выращивании картофеля и лукович цветов... Оно содержит примесь 1,2-дихлорпропана, который, как теперь уже знают ученые, в грунтовых водах имеет практически бесконечный срок жизни. Для водосборного бассейна одного из водоемов был проведен оценочный расчет, который показал, что 1,2-дихлорпропан, уже находящийся в почве, проникнет в грунтовые воды и накопится в ощутимой концентрации уже после 2010 г. В дальнейшем загрязнитель будет находиться в грунтовых водах, по меньшей мере, в течение столетия, причем максимальная концентрация в 50 раз превысит ПДК по стандартам для питьевой воды, принятым в Европейском союзе.

Эта проблема затронула не только Нидерланды. В США сельскохозяйственное использование дихлорпропена было запрещено в 1977 г. И до сих пор специалисты, работающие по программе контроля использования пестицидов в штате Вашингтон

⁵²⁵ «Дезинфицирующий химикат для обработки почв дихлорпропен широко применялся в Нидерландах в семидесятые годы, пока его использование не было ограничено, а затем окончательно запрещено в 1990 г. В результате концентрация дихлорпропена в верхних слоях почвы сельскохозяйственных угодий резко уменьшилась. Расчеты, проведенные в 1991 г., показывают, что концентрация этого соединения в грунтовых водах достигнет максимума не раньше 2020 г. и что в воде даже во второй половине XXI в. будут присутствовать существенные количества этого химиката. (Источник: N.L. van der Noot.)» (Медоуз и др., 2008: 185.). См. также рис. 4.10 в Медоуз и др., 2008.

(Washington State Pesticide Monitoring Program), обнаруживают это соединение в концентрациях, опасных для здоровья человека. Мониторинг фунтовых вод охватил 243 области в 11 регионах, где проводилось исследование в период 1988–1995 гг.⁵²⁶ (Медоуз и др., 2008: 183–185).

Наконец, существует «запаздывание-3», связанное со парадоксальной реакцией рынка и технологий на истощение ресурсов/переполнение стоков (в его основе – типические для рынка искажения информации при передаче сигналов в системе, *bias*, см. ниже), и «запаздывание-4», вызванное отставанием научных исследований «произведённых» рисков от момента их появления. На примере озоновой истории и других авторы показывают, что от появления опасности или проблемы до установления причинно-следственных связей, ответственных за её генерацию, распространение и усиление, в среднем проходит 10 – 15 – 20 лет. Ещё столько же тратится на принятие мер воздействия, способных ликвидировать или ограничить причину опасности, как в случае международных соглашений о запрете выбросов озоноразрушающих веществ.

Понятно, что промедление здесь смерти подобно, позволяя опасности разрастись, продлевая запаздывание-1, естественным образом присущее данному агенту. См. изменения концентрации озоноразрушающих веществ в зависимости от задержек с подписанием более радикальных вариантов ограничения их выбросов⁵²⁷ (и прогресса научных

⁵²⁶ См. Larson A., Pesticides in Washington State's Ground Water, A Summary Report, 1988–1995. Report 96-303, Washington State Pesticide Monitoring Program, January 1996. <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/SummaryPages/96303.html>

Вот другой характерный пример: «...в моем штате главная примесь – атразин с полей, как везде в Америке. Полагал, что за ним идет глифосат, который давно превзошел атразин по применению благодаря Монсанто и генетически модифицированным культурам; но, оказывается, это прометон. Когда-то его добавляли тоннами в асфальт, чтобы через трещинки в покрытиях не прорастала трава. Большинство такого асфальта было уложено несколько десятилетий назад; он крошится, и дождевая вода вымывает гербицид. Особенность прометона в том, что он плохо деградирует (почему его и клали в асфальт) и накапливается. Поскольку прометон не использовали на пищевых культурах, его применение никак не регулировалось, и вещество не жалели. Все эти факторы работают на то, что прометон выходит на первое место. Эрозия асфальта только увеличивается со временем, а уложен он квадратными километрами, т.е. это лишь начало.

Оказывается, такое одержание происходит везде, где укладывался асфальт. «Борьба города с деревней» четко прослеживается на относительной концентрации триазиновых гербицидов в питьевой воде: аналитическая социология... Трава же как росла через асфальт, так и растёт» («Хоть трава не расти», <http://shkrobius.livejournal.com/497193.html>)).

⁵²⁷ Озоновая история – пока единственный положительный пример выхода за пределы по одному из глобально значимых параметров организации биосферы, когда совместные усилия разных стран реально улучшили ситуацию. «Над большей частью поверхности Земли (за исключением обеих приполярных областей) средняя мощность озонового слоя достигла минимума где-то около 1997 года. После этого озоновый слой над умеренными и тропическими широтами стал медленно расти. Этот рост продолжается и поныне и,

исследований, показывающих, что этим эффектом обладают не только фторхлоруглеводороды, но и некоторые инсектициды, рис. 49).

Или, например, на установление точного вида зависимости между ВВП и «экологическим следом» соответствующей экономики авторы потратили 20 лет, а таких зависимостей в модели множество.

Наличие в системе запаздываний требует опережающих действий в области экологической компенсации, экологической реставрации нарушенных участков ландшафтов, и иной перестройки хозяйства по «возврату» с кризисной траектории на устойчивую⁵²⁸. Тем более что запаздывание-1 и запаздывание-4 сохраняются даже в идеальных условиях планового хозяйства (способного реагировать на все виды сигналов об исчерпании ресурсов, переполнении стоков и разрушении экосистем, которые среда обитания «посылает» обществу, а не только на опосредованные изменением цен, курсов акций и других сигналов рынка).

по оценкам ученых, примерно к середине нашего века концентрация озона в стратосфере над этими областями достигнет уровня 1980 года.

Что же касается полярных (точнее, наиболее холодных) областей обоих полушарий, то там восстановление озонового слоя ещё не началось, однако его разрушение отчетливо замедлилось и, по всей видимости, вскоре сменится обратным процессом». См. Жуков Б.Б., 2007, *op.cit.*; Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/SAP/SAP2014_Assessment_for_Decision-Makers.pdf; Дмитрий Целиков. Антарктическая озоновая дыра продемонстрировала маленький максимум, <http://science.compulenta.ru/716847/>

Несколько выпадает из этой тенденции аномально сильное развитие озоновой дыры над Арктикой в 2011 году, однако сейчас выяснилась его обусловленность совпадением ряда редких условий. «Главным виновником сильной потери озона зимой 2011 года стал хлор из арктической стратосферы, но в то же время разрушение озона усугубила необычайно холодная погода. Кроме того, необычные атмосферные условия заблокировали ветроэнергетический перенос озона из тропиков и не позволяли пополнить его арктические запасы вплоть до апреля».

Одновременно удалось обнаружить интересное атмосферное явление, периодически случающееся в середине полярной зимы в Антарктиде, и существенно замедляющее разрушение стратосферного озона – т.н. внезапное стратосферное потепление. См. Дмитрий Целиков. Решена загадка антарктической озоновой дыры 2011 г., <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/metereologiya/10005292/>; Аномалия озоновой дыры над Антарктидой почти объяснена, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/metereologiya/622863/>

С запозданием на 20–25 лет, но смогли избежать наихудшего: чтобы негативные изменения от разрушения озонового слоя запустили ряд переломных моментов – маленьких толчков, вызывающих цепь серьезных изменений, часто необратимых. Вроде ожидаемых от продолжающегося таяния арктического льда, см. статью Дмитрия Целикова, <http://compulenta.computerra.ru/zemlya/klimatologiya/10005029>

К несчастью, природные системы обычно устроены так, что прохождение каждого из переломных моментов ещё и облегчает наступление следующих, иной природы и более разрушительных.

⁵²⁸ См. подробнее лекцию 3.

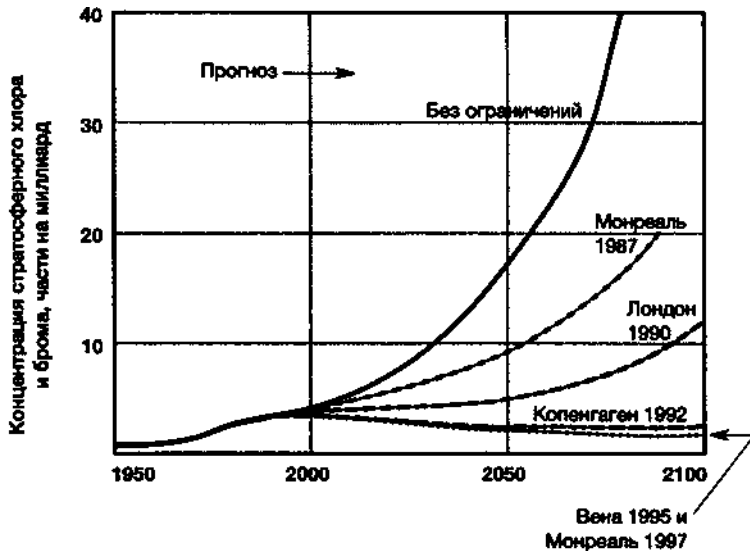


Рис. 49. Предполагаемое увеличение концентраций стратосферного неорганического хлора и брома в результате выбросов ХФУ

Обозначения. Ось X – Годы, ось Y – Концентрация атмосферного хлора и брома, части на миллиард.

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 5.6

Примечание авторов. «Зафиксированные и прогнозируемые концентрации хлора и брома в стратосфере при различных условиях: без протокола, в соответствии с первым Монреальским протоколом, в соответствии с более поздними соглашениями. Сохранение производства ХФУ на уровне 1986 г. приведет к продолжению роста концентрации стратосферного хлора вплоть до восьмикратного увеличения к 2050 г. Первый Монреальский протокол требовал ограничить объемы выбросов, но их все еще было достаточно для того, чтобы концентрация хлора росла экспоненциально. Лондонское соглашение определяло свертывание использования большинства видов ХФУ (но не всех), оно по-прежнему позволяло концентрации хлора расти примерно до 2050 г. Последовательные соглашения постепенно снижали допустимые уровни использования соединений, приводящих к высвобождению активного хлора, добиваясь, чтобы прогнозируемые концентрации стратосферного хлора уменьшались, начиная уже с 2000 г. (Источники: WMO; EPA; R.E. Bendick.)».

23. Искажение сигналов в системе: смещённость оценок рынка и контрпродуктивность технологического ответа на них

Авторская модель регуляторов, «естественно присущих» капитализму – взаимодействия технологий и рынка – имеет вид отрицательной обратной связи. Она генерирует изменение, обратное исходному, чтобы решить проблему и восстановить равновесие. Если

локальная проблема с истощением ресурса не осознана как необходимость *общего изменения* структуры системы, как только кризис преодолён, она продолжит развитие по прежней траектории – и кризис возникнет снова, в другом месте, где тонко и рвётся.

Подобные контуры обратной связи не выделены в отдельный компонент модели («технология»), но включены во многие компоненты и имеют многообразное влияние. Так, в World3 идёт автоматическое улучшение здравоохранения с удлинением *СОНЖ* на выходе. По умолчанию оно происходит всегда, если только сектор услуг в состоянии выделять на это средства. Также автоматически растёт урожайность – если текущее производство продовольствия недостаточно и есть средства, которые можно направить на увеличение производства продуктов питания. Контроль над рождаемостью в модели появляется после того как (или вследствие того что) предпочтительным делается малый размер семьи, а система здравоохранения достаточно развита, чтобы это поддерживать.

При истощении невозобновимых ресурсов «экономический» блок модели направляет больше капитала на разведку и разработку новых месторождений. В моделировании этого авторы исходили из предположений:

1) Исходные объёмы невозобновимых ресурсов можно израсходовать полностью, однако добыча нелинейно дорожает по мере истощения.

2) Одновременно истощающимся ресурсам находится равнозначная замена, причём без дополнительных затрат и запаздывания (поскольку поиск «в данном направлении» начался намного раньше). Поэтому все невозобновимые ресурсы в модели сведены воедино и на разные виды не разделяются.

Связи между технологиями и рыночной экономикой усиливаются и ослабляются посредством изменения численных коэффициентов. Если ничего не менять, они соответствуют тому же уровню промышленного производства на душу населения, что в странах с развитой промышленностью.

Иными словами, разные компоненты модели World3 – сельское хозяйство, здравоохранение, контроль над рождаемостью, поиск ресурсов и заменителей – дают блоку капитала сигнал о возникновении проблемы в «своей» области. Причиной последней оказывается предшествующее развитие и следующее из него изменение уровней переменных, в первую очередь потребительского и демографического «давления» на планету. Если система располагает достаточным капиталом в промышленности или в сфере услуг, она «отвечает» совершенствованием технологий этой сферы.

Авторы не вводили в модель точные цены, полагая, что они выполняют лишь промежуточную роль в механизме адаптации рынка, который срабатывает мгновенно и с абсолютной эффективностью. Эта идеализация сглаживает множество запаздываний и неточностей, свойственных «реальным» рыночным системам. Как мажорирующее предположение, оно отлично показывает, что даже улучшенный механизм адаптации системы к проблемам развития (технологический отклик, пропорциональный наличию капитала в соответствующей сфере) гарантированно «бьёт мимо цели», углубляя экологический кризис.

Ряд технологий учитывается в модели World3 лишь, когда пользователь встраивает их специально, чтобы получить конкретный сценарий. Они связаны с эффективностью использования ресурсов и их переработкой, борьбой с загрязнениями и эрозией почв, увеличением урожайности. В них вкладываются, чтобы купировать экологический риск, произведённый на прошлых этапах развития⁵²⁹.

В ранних вариантах модели они не рассматривались, их учли лишь тогда, когда они получили техническое подтверждение и уже были кем-то внедрены – кто мог позволить себе за это заплатить⁵³⁰. Поэтому они «программировались» так, чтобы активироваться пользователем в момент, заданный им при прогоне конкретного сценария. Скажем, такого, где мир обяжется повсеместно внедрить повторное использование ресурсов к 2005 году или предпримет усилия к уменьшению загрязнений к 2015 г.

В позднейших версиях эти технологии разрабатываются постепенно, как только в системе возникнет потребность в большем количестве ресурсов, лучшей очистке отходов или интенсификации производства продовольствия. Их эффективность, однако, регулируется пользователем, они развиваются в случае, если на это достаточно капитала, и внедряются не мгновенно, а с запаздыванием, равным периоду технологической задержки⁵³¹.

В модели World3 считается, что именно рынок распределяет ограниченный инвестиционный капитал по разным направлениям, и в

⁵²⁹ См. Инструкция..., пп. 2–6

⁵³⁰ «Это предположение было сделано в 1970 г., в то время мы применили такие технологии разово в расчётном 1975 г. К реальному 1990 г. некоторые из технологий уже были внедрены в мировую экономику. Поэтому в модель World3 мы внесли некоторые изменения в численные значения – например, существенно уменьшили количество ресурсов в расчёте на единицу промышленной продукции. Такие численные изменения подробно описаны в приложении к книге: *Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Rnders*, 1992. *Beyond the limits*. Post Mills, VT: Chelsea Green Pbl. Comp.)» (Медоуз и др., 2008: 328).

⁵³¹ Инструкция..., п. 7.

основном это происходит без запаздываний⁵³². В ряде сценариев проверяли, к чему приведут технологический прогресс и возможные научно-технические прорывы в сравнении со «сложившимся ходом событий». Увы, ответы нерадостны. «Модель мира всё равно показывает стремление к выходу за пределы. Даже если появятся сверхэффективные технологии, а рынок проявит на редкость высокую способность к адаптации: если эти изменения будут единственными, модель построит сценарии, ведущие к катастрофе» (Медоуз и др., 2008: 227).

Даже если сырьё можно будет перерабатывать и использовать повторно практически полностью. Или выбросы загрязнений падают на 4% в год на протяжении всего текущего столетия. Посмотрим, почему так получается.

Пример. «Для многих экономистов технология — это отдельный показатель в конкретном варианте уравнения производственной функции Кобба–Дугласа. Этот показатель работает автоматически, без запаздывания, без дополнительных расходов, без ограничений и дает только желаемый эффект. Неудивительно, что экономисты так слепо верят в потенциал технологий для решения проблем человечества! Однако в «реальном мире» нет технологий с такими волшебными свойствами. Технологии, которые нам доступны, направлены каждая на решение конкретной проблемы; все они стоят денег и требуют длительного времени на разработку. После того как их пригодность доказана лабораторными методами, нужно определенное время, чтобы получить ассигнования на внедрение, нанять рабочих, персонал по продажам и обслуживанию, задействовать маркетинговые и финансовые механизмы для повсеместного применения технологий. Часто наряду с полезным эффектом наблюдаются и негативные, неожиданные побочные эффекты, проявляющиеся со временем. А лучшие технологии еще и защищают патентами. Их держатели ревностно следят за тем, чтобы за использование платили высокую цену, и часто выставляют дополнительные условия, ограничивающие широкое применение технологий» (Медоуз и др., 2008: 234–235).

Анализ сценариев 1–8 (глава 6) показывает, что все названные усилия безусловно полезны (и в этом смысле необходимы), но не достаточны, чтобы избежать глобальной катастрофы и привести человечество к самодостаточности. Если предположить, что технический прогресс достаточно быстр, его результаты немедленно внедряются в жизнь, а рынок верно оценивает изменения, происходящие в «мире» (объёмов и качества «экологических услуг» биосферы, истощения ресурсов и переполнения стоков), проблемы, связанные с экологической нагрузкой, должны разрешиться сами собой.

Реальный капитализм ликвидирует эту идиллию. Научно-технический прогресс и внедрение здесь идут с ускорением, но

⁵³² «Рынку свойственны свои собственные временные выходы за рыночные пределы и возвращения обратно, и хотя подобные тенденции мы учитывали в других случаях, применительно к рынку мы оставили краткосрочные скачки цен за пределами модели World3 ради упрощения. Они не связаны непосредственно с глобальными изменениями, которые протекают на протяжении многих десятилетий» (Медоуз и др., 2008: 328).

устаревшие технологии *накапливаются* в мир-экономике, а не *вытесняются* из неё. Новинки направлены на дальнейшее истребление уже истощающихся ресурсов и ещё более эффективную эксплуатацию уже сильно нарушенных природных биомов, вместо восстановления их, их «экосистемных услуг», очистки отходов, антропогенной регенерации сырья из отходов и других видов деятельности, движущих нас к устойчивости.

Во-вторых, прогресс технологий при капитализме на каждом шаге развития всё больше работает на рост потребления, нежели на развитие производств, «сберегающих биосферу»⁵³³. Он обращает в противоположность научные и производственные успехи в экономии металла, топлива, сокращения выброса загрязнений, экономии энергии и пр., см. лекцию 2.9.

Поэтому взятые сами по себе, технический прогресс и приспособляемость рынка либо не достигают цели, либо ещё хуже – контрпродуктивны. Какой из эксплуатируемых ресурсов ни возьми, *рынок не даёт обратной связи*, корректирующей тенденции, ведущие к их истощению. Или обуздывающей рыболовные, лесорубные и пр. компании раньше предела, за которым начнётся подрыв эксплуатируемых популяций и/или разрушение вмещающего ландшафта. Напротив, он щедро вознаграждает опередивших других и наловивших больше, чем заставляет «отстающих» в этом губительном стремлении подражать «лидерам», не думая о подрыве ресурсов, даже когда поступают тревожные сигналы от учёных или обеспокоенной общественности.

Авторы объясняют, почему так выходит:

«... С технической точки зрения, когда люди говорят о том, что технологии и рыночная экономика могут устранить проблемы с пределами»⁵³⁴ они имеют в виду примерно следующее:

– Возникает некая проблема, связанная с пределами: истощается некий ресурс и в среде происходит накопление загрязнителя.

⁵³³ Помимо вышеназванных, это техники восстановления экосистем, нарушенных эксплуатацией (экообустройство, экореставрация). См. например, *Авилова К.В.*, 1997. Техногенные водоёмы, промышленность и дикая природа: опыт Великобритании // Птицы техногенных водоёмов Центральной России. Москва: кафедра зоологии позвоночных биологического ф-та МГУ. С. 152–171; *Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.М.*, 2002. Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства // Степной бюллетень. № 11, <http://savesteppe.org/ru/archives/3693>; метод агропестей Д.С. Дзыбова; Sustainable gardening в разных районах США, https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_gardening; «Пути восстановления биологического разнообразия ООПТ» (в рекреационных лесах ближнего Подмосковья, <http://wolf-kitses.livejournal.com/281154.html>) и пр.

⁵³⁴ И следующим отсюда истощением биоресурсов, разрушением природных ландшафтов и пр.

– Рыночная цена истощающегося ресурса начинает увеличиваться в сравнении с ценой на другие ресурсы, или же загрязнителю приходится платить больше, так как растут цены на продукцию или услуги, которые позволяют с этим загрязнителем бороться. (И здесь обычно следует признание: рынку нужны существенные внешние корректирующие воздействия, чтобы отразить такие экстерналии, как загрязнения⁵³⁵).

– Растущие цены вызывают отклики. Геологам платят за поиск новых месторождений ресурса, биологам – за выведение новых сортов, химикам – за синтез новых веществ. Недостаток ресурса стимулирует производителей искать ему замену среди более доступных ресурсов, а также организовывать переработку и повторное использование. Потребители используют меньше продукции, содержащей редкий ресурс, или её использование становится более эффективным. Инженеры разрабатывают устройства для борьбы с загрязнением; ищут места для улавливания загрязнителя; модифицируют методы, чтобы загрязнитель вообще не образовывался.

– Эти отклики меняют и спрос, и предложение на рынке, а взаимодействие продавцов и покупателей определяет, какие технологии и схемы потребления решат проблему быстрее всего и при наименьших затратах.

– Наконец проблема «решена». Система преодолела недостаток какого-то ресурса или уменьшила ущерб окружающей среде из-за какого-то загрязнителя.

Всё произошло при затратах, приемлемых для общества, и достаточно быстро, чтобы предотвратить непоправимый вред.

Рассматриваемая модель [World3-91] не описывает отдельно технологии и рынок, она предполагает, что между ними налажено эффективное взаимодействие. Рынок должен дать сигнал о том, что возникла проблема, направить средства на поиск её решения, а затем среди разных вариантов решения выбрать лучший. Технология необходима для того, чтобы найти конкретные технические решения и воплотить выбранный вариант в жизнь. Совокупность рынка и технологий должна работать эффективно. Без сигналов от рынка технология не начнёт работу по поиску. Без технических разработок и изобретений никакие сигналы от рынка ничего не дадут....

...Современная история мирового рыболовного промысла – иллюстрация того, как технологии и рынок могут неадекватно реагировать на приближение к пределам. В случае с мировой рыболовной отраслью свою роль сыграло привычное сочетание: отрицание пределов;

⁵³⁵ Это со стороны «выхода» системы. Со стороны «входа» – чтобы отразить такие экстерналии, как устойчивость используемых природных территорий/ландшафтов, то есть способность производить/восстанавливать данные ресурсы в будущем.

усилия, направленные на сохранение прежних объёмов вылова; изгнание иностранных рыболовецких судов; субсидии местным рыбакам [точней, рыболовным компаниям]; нерешительные социальные меры. В некоторых случаях – как произошло с зонами лова трески у восточного побережья Канады – социальные меры были приняты слишком поздно, и ресурс спасти не удалось.

Попытки регулировать работу отрасли постепенно охватили все основные зоны лова. Эра «открытых морей» закончилась. Пределы стали очевидны и приобрели для мирового рыболовства решающее значение. Истощение ресурса и принятие мер привели к тому, что мировой вылов рыбы *перестал расти*. В 1990 г. XX в. мировой вылов морской рыбы колебался на уровне 80 млн. т/год. Только через много лет можно будет точно сказать, являлся ли этот уровень устойчивым или это было начало катастрофы. В начале 1990 г. Организация ООН по вопросам продовольствия и с/х (*ФАО*) предполагала, что Мировой океан не в состоянии обеспечить устойчивый улов на уровне более 100 млн.т в год, если применять обычные методы, а это больше, чем вылавливалось в 1990 гг.

Неудивительно, что в этот период значительно возросло разведение рыбы на рыбных фермах. В 1990 г. такие фермы давали только 13 млн. т. рыбы в год, сейчас уже 40 млн. т. В настоящее время треть всей потребляемой в мире рыбы выращена на рыбных фермах. Не правда ли, это счастливый пример эффективности рынка и технологий? Разве расширение рыбных ферм не иллюстрирует способность технологий и рынка решать все проблемы? На самом деле нет, и тому есть три причины. Ловля рыбы раньше была *источником* продовольствия, а теперь отрасль превращается в *сток*, потому что эту рыбу надо чем-то кормить. Рыба и другие морские формы жизни раньше составляли рацион питания бедняков, теперь же они пропадают на стол всё больше к богатым. В дикой природе рыбные косяки составляют органичную часть среды, они экологически нейтральны, в то время как рыбные фермы наносят среде ощутимый ущерб⁵³⁶.

Во-первых, океанские «рыбные пастбища» – истинный источник продовольствия для человечества. Рыба «нагуливает вес», питаясь растительной пищей [точнее, естественной. – *Авт.*], и приобретает отличный вкус. Рыбные фермы – это не чистый источник продовольствия, он скорее преобразует один вид продовольствия в другой, и потери на каждой стадии неизбежны. Как правило, выращенную на ферме рыбу

⁵³⁶ См. Дмитрий Целиков. Рыба или мясо? <http://natureschutz.livejournal.com/59184.html>; Рыбные фермы вызывают быстрый подъём уровня моря, <http://natureschutz.livejournal.com/86269.html>

откармливают зерном или специальным кормом, приготовленным из рыбы же.

Во-вторых, рыба раньше была важным источником продовольствия для бедных людей, она была доступна в местном масштабе и либо с минимальными финансовыми затратами, либо вообще без затрат. Артели, работающие вместе неполный рабочий день, могли с помощью несложных приспособлений добыть достаточно продовольствия для собственного потребления. Рыбные фермы, напротив, нацелены на обслуживание рынка и получение высоких прибылей. Выращенные на ферме лосось или креветки идут на стол богатым людям, а не беднякам. Вдобавок, проблему усугубляет разрушение прибрежных зон лова. Многие местные запасы уничтожаются, а цены на оставшиеся начинают расти, поскольку продукция уходит к удалённым потребителям, на другие рынки.

В результате рыба всё меньше доступна бедным слоям населения. В третьих, разведение на фермах рыбы, креветок и других водных форм жизни создаёт большую нагрузку на окружающую среду. Рыбным фермам сопутствуют такие негативные явления, как попадание выращиваемых видов в окружающую среду, где их раньше не было; просачивание отходов и антибиотиков в морские воды; распространение вирусов; разрушение прибрежных заболоченных территорий и т.д. *Все эти последствия не случайны, это результат работы рыночных принципов.* И раз такие последствия никак не влияют на рыночные цены на рыбу или на доходы [предпринимателей], то так всё и будет продолжаться.

По оценкам ФАО в 2002 г. примерно в 75% океанических зон мирового лова объёмы вылова были на пределе самоподдержания или даже превышали его. В 9 из 19 [обследованных] мировых рыболовных зон объёмы вылова превышали нижний предел, предположительно обеспечивающий устойчивость рыбной популяции⁵³⁷.

Несколько заметных событий иллюстрируют серьёзные проблемы, которые испытывает мировая рыболовная отрасль. Как мы уже говорили, в 1992 г. правительство Канады запретило у восточного побережья весь промысел, включая ловлю трески. Он оставался под запретом и в 2003 г., поскольку запасы рыбы ещё не восстановились. В 1994 г. вылов лосося у западного побережья США был резко сокращён. В 2002 г. четыре прикаспийские государства договорились, наконец, о мерах по защите осетровых рыб, дающих знаменитую чёрную икру, но только после того, как годовой улов упал с 22 000 т. в 1970 г. до 1000 т. в конце 1990-х⁵³⁸. Популяции голубого тунца, особи которого обычно живут по 30 лет и

⁵³⁷ См. **рис.2, 15.**

⁵³⁸ См. «Современное состояние осетровых рыб Каспийского бассейна и меры по их сохранению», <http://www.socialcompas.com/2015/07/16/zapasy-osetrovyh-ryb/>

набирают вес до 700 кг, за 20 лет с 1970 по 1990 гг. сократились на 94%. Суммарный улов рыбы в норвежских территориальных водах поддерживается на прежнем уровне только за счёт того, что начался вылов менее ценных пород рыбы, в то время как лов более ценных видов прекращён.

С другой стороны, десятилетний мораторий на вылов позволил восстановить в норвежских водах популяции сельди и трески, подтверждая тем самым, что негативные тенденции можно преодолеть, если вести правильную государственную политику. Это служит примером для Европейского союза, который пытается ограничить размеры своего рыболовецкого флота⁵³⁹. Рыболовецкие суда Евросоюза всё больше смещаются из европейских территориальных вод в зоны лова бедных развивающихся стран, отбирая рабочие места и источник продовольствия у бедного населения. Нет никаких сомнений в том, что мировая рыболовная отрасль вплотную подобралась к глобальным пределам.

В то время как примерно до 1990 г. мировая рыболовная отрасль наслаждалась свободой и надёжностью рынка, в промышленности происходил необыкновенных прорыв в технологиях. Рыболовецкие суда с холодильными установками на борту (рефрижераторные сейнеры-траулеры) позволяли постоянно держать флот в зонах лова, а не возвращать его в порт с ежедневным уловом. Радарные установки, гидролокаторы и системы слежения со спутника приводят суда к скоплениям рыбы с беспощадной эффективностью. Дрифтерные сети длиной под 50 км позволяют даже в глубоководной зоне вести лов с высокой прибылью. В результате вылов рыбы выходит за пределы устойчивости в большинстве зон лова. Вместо того, чтобы защищать рыбные ресурсы и увеличивать запасы рыбы, применяемые человеком технологии стремятся выловить всю рыбу до последней.

Хотя большинство людей интуитивно понимает, что это ведёт к чрезмерной эксплуатации рыбных запасов, рынок не даёт обратной связи, которая скорректировала бы эти тенденции и обуздала деятельность морских рыболовных компаний. Наоборот, рынок активно поощряет тех, кто опередил всех, и наловил больше. Если он подаст сигнал об истощении ресурсов, то есть если цены на рыбу повысятся, богатые люди смогут эту цену уплатить». (Медоуз и др., 2008: 252–256).

То же самое наблюдается и на суше, см. пример с соболем (Дулов А.В., *op. cit.*). «Промысел наиболее ценных животных часто вёлся хищническими средствами, что и приводило к падению численности их популяций и подрывало природные основы этого промысла. Даже пользование обычными ловушками для ловли зверя и птицы наносило

⁵³⁹ См. Эльвира Кошкина. Европа уменьшила квоты на рыбный промысел, <http://science.compulenta.ru/488303/>

охотничьим ресурсам большой ущерб. Охотник может лишь изредка посещать свои капканы и ловушки, расставленные во многих местах, и значительная часть попавших в них животных уничтожается хищниками или портится мышами, и шкура их теряет свои качества. Не менее половины попавшей в эти ловушки дичи теряется без всякой пользы для промышленника.

К сожалению, конкретно установить размер перепромысла животных в России для XVI–XIX веков трудно. Такие подсчёты имеются лишь в отношении сибирского соболя. Теоретически установлено, что соболиное стадо за год увеличивается на 45-50%, и поэтому ежегодный отлов до 30% общего его количества не вызывает уменьшения его общей численности... Средняя величина популяции соболя в Сибири в начале XVII в. составляла, по подсчётам П.Н. Павлова, около 869 тыс., из них 722 тыс. – восточносибирских. Без ущерба для общей величины стада возможна была поэтому ежегодная добыча не более 261 тыс., добывалось же в среднем 431 тыс., то есть на **30%** выше предельной нормы.»

Уточнение деталей. Легко видеть, что описанное Медоузом верно для всех видов ресурсов и/или эксплуатируемых природных ландшафтов. Так, модель корреляции усилий спекулянтов на рынках продовольствия и цен на продукты питания, созданная исследователями из Института сложных систем в Новой Англии, показывает, что высокий уровень цен не зависит от урожая.

«Предшествующие исследования, посвящённые текущему росту цен на продовольствие, обвиняли в происходящем то низкий урожай, то «экологически дружественное топливо», получаемое из сельскохозяйственных технических культур: мол, отнимая площади у обычных культур, они сокращают производство продовольствия, что и ведёт к росту цен. Только с 2007 г. в этой области наблюдались две волны повышения цен, каждая примерно на 50%. А вот новая работа излагает ситуацию с другой стороны: биотопливо из рапса и пр. движет цены вверх, но весьма медленно, на несколько процентов в год, а не вдвое за пять лет. Основным же фактором роста цен является спекулятивный капитал, который исследователи и попытались подвергнуть тщательному количественному анализу.

Главной трудностью при выработке модели было то, что она должна объяснять происходящее на мировых рынках. В то же время сама она основывается на информации, получаемой от этих рынков. Поэтому всегда существует опасность, что модель не объясняет реальных закономерностей, лежащих в основе колебаний цен, а лишь имитирует их задним числом. Для проверки группа Бар-Яма выбрала надёжный метод – публикацию модели с предсказаниями на следующие 10 месяцев, что и было сделано ровно год назад⁵⁴⁰. Результаты (рис. 50) впечатляют: даже несмотря на сильнейшие колебания, которыми характеризовались мировые рынки сырья и продовольствия в описываемый период, модель оказалась весьма точной. Мировые цены на продовольствие (1) совпадают с оригинальной моделью (3); корректировки последней незначительны и отражены только с марта 2012 года (граница по правой вертикали).

«Если бы на нашем графике была прямая линия, – замечает учёный, – то ничего не стоило бы прочертить её дальше и сказать: «Разве мы не предупреждали?» Но когда цены

⁵⁴⁰ *Lagi M., Bar-Yam Yv., Bertrand K.Z., Bar-Yam Yn., 2011. The Food Crises: A quantitative model of food prices including speculators and ethanol conversion, http://necsi.edu/research/social/food_prices.pdf*

скажут по столь быстро меняющейся траектории, это гораздо более жёсткий тест». И, кажется, модель прошла его.

Но причин для радости мало: по словам исследователей, успех стал возможен только потому, что они сознательно закладывали в основу расчётов доминирование спекулянтов на рынке. А прогнозировать их действия вдруг оказалось значительно проще, чем рынки, находящиеся под влиянием реальных факторов. Никто не знает, каким будет урожай следующего года: плохим, хорошим или средним. Но всё это не важно, потому что в разработанной модели реальным факторам отведено мало места, а виртуальные (спекулянты) легко обсчитываются, ибо их массовидное поведение предсказуемо: хотя каждый индивидуальный брокер может принимать разные решения, в массе они, как лемминги в критический год, идут в одном направлении.

Иными словами, на неспекулятивных рынках от модели мало толку. Вот только остались ли такие?

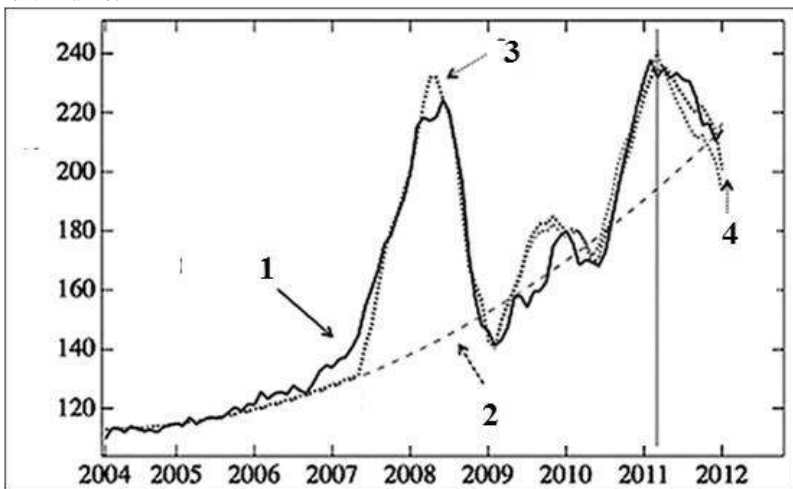


Рис. 50. Мировые цены на продовольствие (по ФАО) и предсказания модели; впечатляет, что местами они сливаются полностью

Обозначения. Ось X — Годы, ось Y — индекс цен на продовольствие. 1 — Реальные цены на продовольствие, 2 — Прогноз изменения цен в связи с использованием зерна в производстве биотоплива, 3 — то же с учётом присутствия спекулянтов, 4 — то же самое, новые данные.

Считается, что идеальное соотношение реальных торговцев и спекулянтов на рынке продовольствия (как и сырья) составляет **70 к 30**: 30% спекулянтов нужны для обеспечения высокой ликвидности, они же готовы покупать тогда, когда реальные торговцы делать этого не будут (из-за отсутствия реальных клиентов, высокой загруженности складов и пр.).

«Летом 2008 года выяснилось, что 70% игроков на рынке [продовольствия] — спекулянты и лишь 30% — торговцы, — говорит Майкл Гринберг, бывший директор подразделения рынков и коммерции Комиссии по фьючерсной торговле товарами США. — А сейчас мы получаем информацию о том, что спекулянтов уже 85%. Отныне на американском рынке доминируют люди, у которых вообще нет никаких реальных интересов в поставке кому бы то ни было чего бы то ни было. Они просто делают ставки, когда Уолл-стрит говорит, что цены пойдут вверх». Правда, г-н Гринберг уверяет, что жёсткие меры комиссии приведут к снижению доли спекулянтов до 60% уже к концу года. Но механизмы этого чуда

им не раскрываются, а сам он признаёт, что «этот рынок и тогда не будет правдиво отражать соотношение спроса и предложения».

... всё происходящее – неизбежное следствие либерализации финансовых рынков, начатой Рейганом и законченной в 1990-х: хедж-фонды, коммерческие и инвестиционные банки наводнили рынки, а после «слома» ими в 2008 году механизмов нефтяного рынка у них просто не осталось иного выхода, кроме захвата высокоглобализированных сфер.

... Как говорит исследователь, «обратный отсчёт до серьёзных проблем уже начался»⁵⁴¹.

Такую же контрпродуктивность управляемого рынком технологического ответа показывает Б.Б. Родоман на примере проблемы загрязнения и избыточного разнообразия товаров⁵⁴²:

«С загрязнениями окружающей среды можно бороться на трёх уровнях, т. е. в трёх местах, рассматриваемых на теоретической модели.

На уровне *генератора* (источника) загрязнений: не выпускать грязную воду, газы, пыль за пределы завода, фабрики, а там же их перерабатывать; возвращать очищенную воду в те же цеха, лишь пополняя извне небольшой объём неизбежных потерь; иными словами, осуществлять практически безотходное или малоотходное производство с циклом, замкнутым на небольшой территории.

На уровне *транслятора* (передатчика, переносчика) загрязнений, когда приходится иметь дело со всякого рода транспортом, искусственным и природным: не пользоваться одними и теми же реками и каналами для питья и для слива помоев; изолировать трубопроводы,

⁵⁴¹ Александр Березин. Высокие цены на продовольствие не зависят от урожая? _ <http://wolf-kitses.livejournal.com/320640.html>

⁵⁴² См. Родоман Б.Б. «Гуманизм, экология и рыночные отношения», <http://www.socialcompas.com/2014/06/05/gumanizm-e-kologiya-i-ry-nochny-e-otnosheniya/>. Будучи либералом–антисоветчиком, как многие из недоброй памяти поколения «шестидесятников», он, однако же, сохранил способность смотреть в лицо фактам не только в своей узкопрофессиональной области, но и в общесоциальных вопросах, не отворачиваться от имеющих место быть тенденций развития лишь потому, что последние входят в разрез с его идеологией.

См. также его лекцию «Автомобильный тупик России и мира», <http://www.polit.ru/article/2008/01/10/transport> Ей зааплодирует всякий социалист – и эколог. Второй понятно почему, а первый – поскольку частный автомобиль сегодня – такой же символ буржуазности (в том числе в смысле «плевать мне на общее благо»), как смкинг, сигара и галстук-бабочка на плакатах 1920-х гг. Не зря ещё в 1970-е годы треть автовладельцев в Париже отвечала, что не оставит авто никогда, даже если общественный транспорт будет предельно удобный и совершенно бесплатный.

Мол, он даёт ощущение свободы, такое же, как деньги на счету, – хотя реальность пробки показывает, что ощущение фантомное. А когда люди апеллируют не к объективной реальности, а к своим представлениям о свободе и счастье (на 99% навязанных тем самым обществом, которое заставляет их крутиться как белка в колесе, работая на поддержание штанов), то автомобиль и его альтернативы – ж/д, другой общественный транспорт, из технических средств или экологических проблем *превращаются в политические символы*.

предохраняя их от протечек; иными словами, укреплять стенки проводящих сосудов и отделять «артерии» от «вен».

На уровне *реципиента* (приёмника, получателя) загрязнений: защищать от шума и грязи отдельных потребителей – индивидов и малые группы, их дома, квартиры, транспортные средства, т.е. производить и устанавливать домашние кондиционеры и фильтры, доставлять в жильё воду для питья, а в дальнейшем и кислород в баллонах для дыхания, герметизировать окна и двери; передвигаться по улицам с марлевыми повязками, в шлемах, противогазах, скафандрах; иными словами, уподобиться пассажирам подводных лодок, самолётов, космических кораблей.

С точки зрения всё того же наивного, несчастного здравого смысла надо предотвращать загрязнения *in statu nascendi* (в месте зарождения). Таков *социальный* подход к экологии, уравнивающий всех граждан перед окружающей средой так же, как перед законом, и побуждающий их к солидарности, самоорганизации, кооперации, коллективной ответственности, стимулирующий развитие местного самоуправления и совершенствование гражданского общества.

Однако при *коммерческом* подходе производителям и рынку выгодно устранять загрязнения в местах расположения потребителя, применяя всё более изощрённые средства защиты, быстро устаревающие из-за технического прогресса. Вы не успели наиграться, насладиться недавно купленным прибором, как реклама другой фирмы уверяет вас, что он не совершенен и даже вреден (что якобы доказали авторитетные учёные), и предлагает новые модели. В данном случае производителю и продавцу необходимы покупатели неопытные, плохо информированные, запуганные, разрозненные, неорганизованные и конкурирующие между собой за престиж.

Стимулируемое свободным рынком бесконечное изнурительное соревнование между источниками грязи и средствами защиты от неё напоминает гонку вооружений (чем мощнее оружие, тем толще броня). В наивыгоднейшем для предпринимателей случае загрязняющая промышленность и производство средств экологической защиты принадлежат одним и тем же владельцам. (Аналогично, один и тот же источник может снабжать наркотиками и лекарствами от наркомании.) Так бывает и на войне, когда обе воюющие стороны закупают оружие у одной и той же третьей страны (естественно, в этой войне заинтересованной).

Различные возможности приобретения экологических средств способствуют расслоению общества. В нашей стране пропасть между горсткой миллиардеров, прописанных в западной половине Москвы, и множеством малоимущих, рассеянных по всей стране, и так уже слишком

велика. Экологические проблемы вносят свой вклад и в эту ситуацию, в чём можно убедиться хотя бы на примере питьевой воды.

Водопроводная вода в большинстве городов ещё не перестала быть пригодной для питья, но реклама опережает ситуацию, запугивает потребителя, внушает ему необходимость покупать питьевую воду (нередко ту же самую, но налитую в бутылки) в торговой сети. Из-за чрезвычайной прибыльности торговли простой «минеральной» (а тем более, освящённой и «святой») водой задушена в ряде регионов молочная и овощеконсервная промышленность, сократилось поголовье скота, гниют яблоки на приусадебных участках. Чем больше людей переходит на покупную воду, тем меньше стимулов остаётся у власти заботиться об общественном водопроводе, и он быстро ухудшается. Приведённых примеров достаточно для вывода: навязывание потребителю индивидуальных средств экологической защиты усиливает взрывоопасную стратификацию и поляризацию общества и способствует тотальному загрязнению окружающей среды⁵⁴³.

...В конкурентной борьбе за покупателя производитель беспрдельно увеличивает *разнообразие* товаров, в итоге же оно получается *ложным*. Так, сотни продовольственных продуктов одного рода различаются настолько незначительно, что их не могут распознать даже дегустаторы. Разительные и кричащие различия переходят на этикетки и тару. В погоне за разнообразием ассортимента и узнаваемостью, запоминаемостью фирмы, делаются яркими и различными не только изображения на упаковке, но и формы коробок, пакетов, банок; если они не прямоугольны (отклоняются от формы параллелепипеда), то нарастает разница между массой, объёмом *нетто* и *брутто*. Дабы создать иллюзию дешевизны, объём коробок намного превышает объём продукта. Транспорт зря (с точки зрения здравого смысла) перевозит много воздуха; увеличивается количество и вместимость фур, число рейсов, потребность в новых дорогах и полосах движения, вытесняющих и загрязняющих ландшафт.

Оформившие упаковку дизайнеры, живописцы, фотографы и занятые в рекламных роликах актёры, режиссёры, художники, аниматоры усердно поработали на мусорную свалку. Произведённое и разрекламированное художественное изделие (упаковка товара) потребляется дважды или трижды по нескольку секунд (раз – в супермаркете, два или три раза –

⁵⁴³ Из комментариев: «Модель борьбы с чем-то неблагоприятным мне сразу хочется перенести на безопасность современного автотранспорта. Усложнение систем защиты на уровне реципиента мне видится нелепым и иррациональным. Статистика смертности в автомобильных авариях на моей стороне. Точно также можно рассмотреть странную моду на внешний вид автомобилей – даже незначительное столкновение с другими авто или просто твердыми предметами влечет за собой затратный и отнимающий время ремонт. Судя по рекламе, автомобиль почему-то должен быть блестящ, быстр, тяжел и смертоносен», <http://wolf-kitses.livejournal.com/74925.html?thread=11186093#11186093>.

дома), а затем засоряет среду обитания. В «передовых» странах этот красивый мусор быстро перерабатывается⁵⁴⁴, а в «догоняющих» валяется и разносится ветром, особенно по безлесным степям, пустыням и тундрам (взгляните хотя бы на Казахстан и Монголию), однако и при идеальном почти безотходном производстве формируется колоссальный *искусственный круговорот веществ*, вытесняющий естественную природу. *Стремление к разнообразию товаров загрязняет окружающую среду*, а связанное с этим *оживление экономики есть умерщвление биосферы*».

Далее, «...реклама и мода побуждают нас потреблять гораздо больше вещей, чем это необходимо для здорового образа жизни. Экологическая угроза таится не столько в количестве вещей, сколько в их суммарном объёме, массе, энергоёмкости и темпах их производства, потребления, уничтожения, обновления.

Миниатюризация бытовых вещей, т. е. уменьшение их размеров, а также энергоёмкости, успешно идёт на сегодняшнем пике прогресса – в сфере радиоэлектроники и информатики, но эта прекрасная тенденция гасится противоположным процессом – стимулированием *частой замены и обновления*. В результате объёмы свалок и мощности предприятий, перерабатывающих вторичное сырьё, не уменьшаются. Рыночная экономика стимулирует в массовом потребителе *неоманию* – страстную приверженность к постоянному обновлению принадлежащего ему набора вещей. Жертвами вульгарных новаций становятся даже памятники архитектуры, весь окружающий ландшафт, содержащий природное и культурное наследие.

Конечно, общественные функции моды весьма разнообразны и во многом положительны; мода позволяет нам обновлять, освежать, украшать свою внешность и обстановку под руководством специалистов и под влиянием авторитетных и престижных для нас более «продвинутых» потребителей. Понятно и то, как мода на вещи оживляет экономику, стимулирует развитие промышленности и технический прогресс, даёт людям рабочие места. (Хотя, с точки зрения здравого смысла, всё это должно быть средством для хорошей жизни, а не самоцелью.) Но главная и важнейшая функция моды, увы, жестока и далека от гуманизма.

Мода на вещи и услуги, на тот или иной образ жизни и мыслей – страшное орудие порабощения плебса элитой, средство социальной *селекции и стратификации* – расслоения общества на людей «высшего» и «низшего сорта». Наверху и впереди оказывается не просто тот, кто *имеет*, а тот, кто *приобрёл раньше*. Формируемая рыночно-потребительским строем постоянная погоня за новшествами превращает

⁵⁴⁴ Отнюдь нет – он экспортируется в бедные страны, чтобы обойти жёсткие «экологические» нормативы переработки. См. **Рис. 8**, сноски 139, 385–386, 520.

человеческую жизнь в заплыв против течения, в изнурительный бег вверх по эскалатору, движущемуся вниз. Немногие достигают верхнего уровня, большинство застревает на обочине или опускается.

Механизм моды обрекает вполне добротные и годные к употреблению вещи, не достигшие *физического износа*, на *моральное старение*. Их просто выбрасывают, чтобы приобрести более модные. Правда, эту ситуацию рационально смягчает система «секондхэнд». В то время как одежду, лишь немного бывшую или даже вовсе не успевшую побыть в употреблении, приобретают почти даром малоимущие и менее притязательные граждане, – подержанные автомобили в огромном количестве ввозят целые страны. Вполне сносное физическое удовлетворение потребностей сопровождается моральным ущербом: потребители «второго эшелона» стигматизируются как бедные, отсталые, маргинальные. Порождаемая модой социальная ситуация негуманна, а стимулируемая ею деятельность физически и морально загрязняет человеческое общество и всю биосферу».

Таким образом, «в теории» предполагается, что сигналы в экономической системе запускают *отрицательную* обратную связь изменений, ликвидирующих проблему и восстанавливающих равновесие. На деле наоборот: они запускают *положительные* обратные связи «вторичных изменений», ещё больше удаляющих систему от состояния равновесия и приближающих момент окончательного подрыва ресурса. Может быть, в неких стерильно-лабораторных условиях первые связи и существуют (не скажу «действуют») но во всякой реальной ситуации вторые несравнимо мощней и устойчивей.

Как говорят американцы, доллар голосует большее число раз, чем человек: с углублением социального неравенства промысел и производства всё более структурируются под нужды богатого меньшинства⁵⁴⁵. Если рынок подаст сигнал об истощении, скажем, рыбных ресурсов, в присущей ему форме повышения цен, мировой «потребительский класс» просто уплатит эту цену, и вылов *усилится*.

Другая проблема – в критериях эффективности. Капитализму важна максимальная прибыльность вложенного капитала, всё прочее приносится в жертву, если только не защищено заранее запретами (регуляцией) государства, не «отбито» давлением общества. Напротив, природе и людям важны максимальная устойчивость эксплуатации природных ландшафтов, и сопряжённое с ней сокращение экологических и социальных рисков.

«Вы полагаете, что китобойная промышленность – это организация, которая заинтересована в поддержании поголовья китов? На самом деле

⁵⁴⁵ См. об этом «Проверка теорий американской политологии», <http://www.socialcompas.com/2015/11/16/proverka-teorij-amerikanskij-politologii/>

лучше рассматривать её как огромное количество [финансового] капитала, который пытается получить наибольшую прибыль. Если китов можно истребить за 10 лет и получить при этом прибыль в 15%, либо поддерживать их состояние и получить при этом прибыль в 10%, значит, киты исчезнут через 10 лет. А денежные средства после этого просто направят на уничтожение других видов ресурсов...» (Медоуз и др., 2008: 256). О том же – другая история, рассказанная Д.Медоузу известным геологом М. Кингом Хуббертом, автором знаменитого «пика Хубберта»:

«Во время Второй Мировой Великобритания, зная что японцы готовят вторжение на Малайский полуостров, мировой источник каучука, предприняла грандиозные усилия к тому, чтобы собрать все имеющиеся каучуковые изделия и запасы на одном огромном складе в Индии – предполагалось, что они будут там храниться в безопасности. Это удалось сделать. Когда японцы начали вторжение, в Индии были уже накоплены такие количества каучука, что этого хватило бы на всё время войны – на производство покрышек и другой необходимой продукции. Однако все эти запасы за одну ночь сгорели при пожаре. «Да ничего страшного» – заявили некоторые британские экономисты, услышав эту печальную новость. Всё же было застраховано!» (Медоуз и др., 2008: 317).

Экологическая «цена» такой тактики по сравнению с «прибылью» растёт с опережением, поэтому результатом оказывается ещё больший крах чуть погоды. В точности то же самое происходит в стандартном сценарии модели. Сценарии нулевого роста №№7–10 (см. <http://natureschutz.livejournal.com/14061.html>) имеют потенцию движения в сторону благоприятных выходов из кризиса, лучшие – могут затормозить у пределов, худшие возвращаются к ним через некоторое время задержки и колебаний. Авторы показывают, что эта потенция тем выше, чем раньше начат переход к экологической устойчивости (а в его рамках – чем сильнее сокращён разрыв во времени между вложениями в добычу ресурсов/эксплуатацию экосистем и антропогенную регенерацию отходов), чем сильнее снижено потребительское давление и быстрее стабилизирована численность человечества. Последнего не достичь без социального равенства, в том числе потому, что без государственной поддержки доступа к качественному образованию, лечению, направленного создания рабочих мест бедные «поднимаются» за счёт уничтожения природы и/или увеличения детности⁵⁴⁶.

Уточнение деталей. «Десятилетия экономического роста только увеличивали разницу между богатыми и бедными странами. В программе ООН по развитию содержатся данные о том, что в 1960 г. 20% мирового населения, проживающего в самых обеспеченных странах мира, имели доход на душу населения в 30 раз больше, чем другие 20% населения, проживающего в беднейших странах. К 1995 г. соотношение средних доходов 20%

⁵⁴⁶ См. «Частник vs государство...» и лекция 1.8

богатейшего и 20% беднейшего населения мира выросло с 30:1 до 82:1. В Бразилии беднейшая половина населения в 1960 году получала 18% национального дохода, а в 1995 году – только 12%. А 10% богатейшего населения Бразилии получали 54% национального дохода в 1960 году и уже 63% в 1995 г. Среднестатистическая африканская семья получала в 1997 г. на 20% меньше, чем в 1972 г. Сто лет экономического роста дали миру только чудовищное неравенство в распределении доходов между богатыми и бедными. Два показателя, подтверждающих это: доля валового национального продукта и доля энергии, потребляемой социальными слоями с разным уровнем доходов – приведены на рис. 51.

[Изучив это явление с позиций системной динамики], мы сделали вывод, что его причины лежат в самой структуре обратных связей в системе. Ускорение или замедление работы системы принципиально не меняет её поведения до тех пор, пока сама структура системы (присущие ей контуры причинно-следственных связей) не будет пересмотрена. Сам по себе непрерывный рост только увеличивает разрыв между богатыми и бедными.

Какая же структура ответственна за увеличение пропасти между богатыми и бедными, несмотря на огромный подъём мировой экономики? Мы выделили две основные структуры. Первая относится к разделению социальных слоёв, что присутствует в том или ином виде в большинстве культур, хотя в некоторых из них – в специфической форме. Речь идёт о *систематическом вознаграждении привилегированных слоёв, когда они получают всё больше власти и ресурсов для получения всё больших привилегий* [курсив Д. Медоуза с соавт.]. Примеры можно привести самые разные, от явной или неявной дискриминации по этническому признаку до налоговых послаблений богатым слоям; от недоедания, которым страдают дети из бедных слоёв общества, до привилегированных частных школ, куда отдают детей из богатых семей; от прямого подкупа для достижения политических целей... до принципа начисления процентов, при котором средства перетекают от тех, кто имеет денег меньше, чем нужно, к тем, кто имеет их больше, чем нужно.

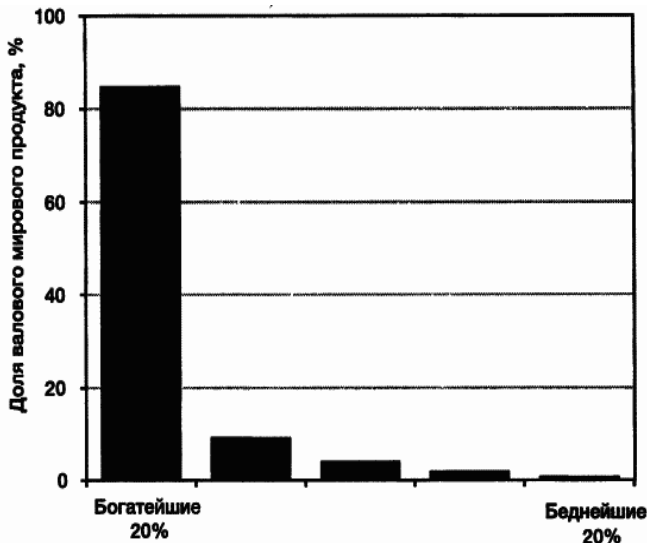


Рис. 51. Неравенство распределения доходов в мире

Примечание. «Распределение благосостояния и возможностей в мире чудовищно несправедливо. Богатейшие 20% мирового населения контролируют более 80 % мирового валового продукта и потребляют почти 60% производимой в мире энергии. (Источник: World Bank.)»

Источник: «Пределы роста: 30 лет спустя», рис. 2.14.

В системных терминах про эти структуры обратных связей говорят «деньги делают деньги»⁵⁴⁷. Они вознаграждают успех средствами достижения нового успеха и присущи любому обществу, в котором не разработаны стабилизирующие механизмы, уравнивающие правила игры для всех. (Примером таких стабилизирующих механизмов служат антидискриминационные законы, прогрессивные ставки налогообложения, единые стандарты образования и здравоохранения⁵⁴⁸, социальные программы, поддерживающие тех, кто переживает не лучшие времена, налоги на недвижимость, а также демократические устои, выводящие политиков из-под власти денег).

[Вторая] структура, поддерживающая нищету, основана на том, что богатым странам (также как индивидам и корпорациям) проще сохранить, вложить и приумножить свой капитал, чем бедным.

Богатые не только имеют больше власти, чтобы диктовать рыночные правила, заказывать разработку новых технологий, и управлять ресурсами, но ещё и обладают капиталом, накопленным за сотни лет роста, и эти средства год от года приумножаются. Основные потребности в богатых странах уже удовлетворены, и высокие темпы роста капиталовложений можно обеспечить без необходимости лишить население средств к существованию. Медленный рост численности населения позволяет больше средств направлять на экономический рост и меньше — на здравоохранение и образование, чем это могут себе позволить страны с быстро растущим населением.

В бедных странах, напротив, накопление капитала сильно осложняется ростом численности населения. Эти страны не могут позволить себе большие объёмы реинвестирования, поскольку средства нужны на постройку школ и больниц, а также на удовлетворение насущных потребностей. Из-за таких неотложных трат остаётся мало средств для инвестиций в промышленное производство, поэтому экономика развивается медленно. Демографический переход застывает на промежуточной фазе, когда велика разница между коэффициентами рождаемости и смертности, когда у женщин нет привлекательной альтернативы рождению детей: возможности учиться или работать, и дети становятся одной из немногих доступных форм инвестиций. В результате население растёт, но богаче не становится. Как говорится, у богатых прибавляются деньги, у бедных — дети.

⁵⁴⁷ По евангельскому: «имущему воздастся, у неимущего отнимется»

⁵⁴⁸ Которые должны быть бесплатными и общедоступными, см. «Частник vs государство...» и «Какая система образования нам нужна?».

Именно это необходимо изменить, если мы хотим достичь устойчивого мира, что и будет описано в следующих главах» (Медоуз и др., 2008: 70–73).

Подчеркну: ни один из контуров «деньги делают деньги» в явном виде в модель World3-91 не включён, буржуазный общественный строй воспринимается авторами как данность, на уровне моделирования его невозможно ни модифицировать, ни улучшить введением долгосрочного планирования в структуру экономики или увеличением «социальности» государства. Т.е. везде моделируются циклы «богатые становятся ещё богаче» в соответствии с существующими в мире тенденциями, если только в них не вносятся намеренные изменения – и тогда это специально подчёркивается. Можно лишь менять внешние ограничения для экономического развития, но не структуру системы, осуществляющей последнее.

Тем убийственной выводятся модели. Пока существует капитализм – т.е. ситуация «имущему воздастся, у неимущего отнимется» сохраняется и мультиплицируется (как и конкурентный рынок со свободой предпринимательства, делящие людей на «лучших» и «худших», и общественный строй, при котором первые седлают вторых) производство впустую расходует ресурсы экосистем, которые иначе пошли бы на «репарацию повреждений» от человеческого хозяйствования. Тогда – при бесклассовом обществе и плановой экономике – природа успела бы очищать загрязнения и восстанавливать нарушения, наносимые нами; первые проявления этого наблюдались в СССР и других странах «реального социализма», при всём их несовершенстве⁵⁴⁹.

За счёт этого коммунизму – строю с плановой экономикой и без «свободы предпринимательства» – удаётся совместить научный прогресс и развитие индустриальной цивилизации с сохранением биосферы (также как товарищеские отношения вместо конкурентных и общественное воспитание детей экономят ресурсы и уменьшают отходы). Всякое обобществление выгодно и рационально – повышает производительность и уменьшает затраты, как и увеличение социального равенства: для целого и «на длинной дистанции»⁵⁵⁰.

⁵⁴⁹ См. **Заключение.**

⁵⁵⁰ См. «Коммунизм одной страницей», <http://wolf-kitses.livejournal.com/62768.html>; «О пользе социального равенства», <http://www.socialcompas.com/2015/05/29/o-polze-sotsialnogo-ravenstva/>

Поэтому я за коммунизм – он больше связан с наукой, дающей нам «новое вино», чем с этикой, воплощающей «старые мехи», он взывает к рациональности вместо эмоций или случая/удачи; и нарушает природу ровно в той степени, в какой умеренное нарушение увеличивает воспроизводство биоресурсов, а не подавляет его. Демонстрацией справедливости этого служит имитационная игра с компьютерной поддержкой по обучению принципам сбалансированного использования возобновимых природных ресурсов

Уточнение деталей. Другой плюс коммунизма в плане экологической устойчивости отметил А.А. Любичев: «...совершенно ясно, что организация общих квартир для 15–20 семей (в особенности принимая во внимание малость современных семей и дефицит домработниц) могла бы быть чрезвычайно выгодной для всех обитателей такой квартиры⁵⁵¹. Любопытно, что, полностью сдав коммунистические принципы в жилищном вопросе в городах, наше руководство позабывает (вернее, сейчас с трудом начинает признавать), что рассуждения в пользу колхозов вполне аналогичны рассуждениям в пользу коммунальных квартир. Конечно, с истинно рациональной точки зрения коллективные хозяйства предпочтительнее индивидуальных, но эти рассуждения не учитывают тех самых эмоциональных препятствий, которые стоят на пути коллективизации» («Генетика и этика», писано в 1969 г.).

Отсюда модель Медоузов расположена к современному обществу, а не критична к нему. Здесь рассматривается *самый оптимистичный вариант развития* – когда выжимают максимум из «законных» регуляторов капитализма (рынок и технологии). Они же решительно преобладают сейчас: после гибели СССР капитализм безраздельно господствует в современном мире, даже в странах, управляемых партиями с названием «коммунистическая»⁵⁵². Авторы показывают, что без изменения системы устойчивое развитие недостижимо даже когда «мировое сообщество приложит целенаправленные усилия, чтобы контролировать выбросы загрязнений, обеспечить защиту окружающей среды и здоровья человека, наладить переработку вторичного сырья и добиться гораздо более эффективного использования природных ресурсов».

«Всемирное рыболовство» (Медоуз Д.Л., Фиддаман Т., Шеннон Д., 1993. Всемирное рыболовство. University of Latvia Ecological Centre Riga. 45 с.).

По условию участники, в зависимости от их общего числа, делятся на 4–6 команд – «компаний», на банковский кредит «закупают суда» и отправляют их «в море», «ловить рыбу», которая общий ресурс. Задача, объявленная участникам, вполне рыночна – заработать как можно больше денег за 10 «рейсов», имитирующих 10 лет промысла, но сделать это можно разными способами, конкурентным и солидарным. В первом случае компании стараются опередить друг друга, заказывая кораблей и лова как можно больше, в результате чего гарантированно уничтожают рыбу, обрекая «рыбаков» безработице, и зарабатывают \$12–15 тыс. Во втором случае они догадываются не поступать стереотипно, и самоорганизуются уже на первых годах «ловли» (т.е. когда ситуация не ухудшилась необратимо), чтобы посчитать предельно допустимые нормы вылова, распределить квоты и их придерживаться. В таком случае они зарабатывают \$22–25 тыс. – и рыба сохранена.

⁵⁵¹ Напомню: чем меньше людей составляет домохозяйство, тем больше его душевой расход воды, тепла, электроэнергии, также как образование мусора.

⁵⁵² Альтернатива ему представлена «островами», единичными и погоды не делающими, и скорей трансформирующимися под влиянием капиталистического окружения, чем наоборот – Куба, Венесуэла... практически всё. Так раньше «мутировали» израильские киббуцы, известные успешным внедрением почво- и водосберегающих способов ведения с/х, озеленении, противодействию опустыниванию и пр.

24. Механизмы экологического кризиса и коллапса: проксимальные и ультимативные

Если вспомнить классификацию причин Аристотеля, то **материальная причина** кризиса — экспоненциальный рост потребительского давления человечества. Он стимулирует рост производственного капитала, «оправдывая» его вложения в соответствующие отрасли, что вызывает рост населения через механизмы, описанные в «Демографическом переходе...».

Формальных причин — две, органично присущих капитализму. Первая, более общая, действует повсеместно — тенденция экономить на регенерационных затратах (включая необходимые НИОКР и на их основе — производственные мощности по очистке загрязнений и восстановлению ресурсов из отходов), перекладывать их на потомков и/или экспортировать «производимый» риск в бедные страны. Вторая, частная, следует из прогрессирующего социального расслоения человечества — демографический взрыв у бедных, дающий мировой экономике множество низкооплачиваемых рабочих рук. Их повышенное предложение приносит прибыль богатым странам, владеющим «вершиной» технологической пирамиды, одновременно обеспечивая проедание доходов и невыход из экологического кризиса в их собственных странах («третьего мира»).

То и другое вызывает следствия, прямо определяющие неотвратимость кризиса в сценарии «бизнес как всегда» (это **действующие причины**). Во-первых, темпы роста (вместе с производимой мозаикой нарушений природных сообществ) поддерживаются на уровне, устойчиво большем, чем способность природы-«соратника» самостоятельно «затянуть раны», восстановить эксплуатируемые биоресурсы, очистить загрязнения и пр. Во-вторых, культивируется устойчивая диспропорция между затратами на добычу ресурсов с их переделкой в товары и затратами на антропогенное восстановление нарушенных ландшафтов или ресурсов из отходов. Чем дальше, тем больше она и разрушает «соратника», и увеличивает дополнительную нагрузку на него... дальнейшее понятно.

Первое и второе обязано **кибернетическим причинам**, обсуждавшимся выше — особенностям саморегуляции, органичным для рыночной экономики:

1) Положительные связи в системе на экономический рост реагируют ростом социального неравенства, когда богатство воспроизводит богатство, а бедность — бедность, и оба в геометрической прогрессии. Меры же по борьбе с бедностью и снижению неравенства растут лишь в арифметической прогрессии, и лишь при условии соответствующей

социальной политики, всё менее популярной и менее эффективной сегодня – из-за противодействия бизнеса и его «золотых перьев»⁵⁵³. Поэтому в случае экономического роста разрыв между богатыми и бедными увеличивается быстрее, чем социальная политика успевает его репарировать, «подтягивая» средний достаток наверх.

Однако главнейший источник экологических проблем – это сверхпотребление богатых и недопотребление бедных, когда то и другое реализуется одновременно, и равно ведёт к разрушению биосферы («свечу жгут с обоих концов»). Поэтому всякий прирост социального неравенства мультиплицирует экологические проблемы.

2) Удорожание переэксплуатируемого биоресурса в условиях капиталистических механизмов роста экономики не снижает, а повышает добычу. Также как сокращение «экосистемных услуг» при нарушении природных сообществ или ухудшение среды обитания при загрязнении, если и стимулируют вкладываться в очистку/восстановление нарушенного, то слишком поздно, когда нужны уже существенно большие вложения. Сперва изменения цен достаточно долго лишь поощряют дальнейшее разрушение/загрязнение.

3) Хотя при существенном уровне загрязнения вкладывать деньги в системы очистки более–менее выгодно (обеспокоенные граждане готовы платить), темпы роста последних всегда отстают от добычи ресурсов и расширения производств, выбрасывающих на рынок всё больше товаров. Как говорится, пока солнце взойдёт, роса очи выест, и этот разрыв в долговременном плане лишь возрастает, – как и доля продукции (включая пищу), не реализуемой и выбрасываемой из-за внешних дефектов, снижающих привлекательность⁵⁵⁴.

Поэтому на любой территории, где экономический рост регулируют рынок и технологии, загрязнения накапливаются быстрее, чем очищаются, нарушения природных местообитаний «распознаются» быстрее, чем природа их «репарировает». Это и делает коллапс неотвратимым; вполне ожидаемо «тонким местом, где рвётся», оказывается почва⁵⁵⁵. Тем более что при медленности естественного восстановления плодородия почв нагрузка на имеющиеся га пашни и пастбищ растёт много быстрее, чем на запасы тропической древесины или океанической рыбы (сравнима лишь с деградацией коралловых рифов).

4) В ответ на локальное ухудшение экологической ситуации (экстремальное загрязнение, истощение биоресурсов, разрушение

⁵⁵³ См. «Частник vs государство...».

⁵⁵⁴ См. главу из книги Кэролин Стил «Голодный город», <http://naturschutz.livejournal.com/90367.html>

⁵⁵⁵ См. «Про почвозащитное земледелие будущего», <http://www.socialcompas.com/2014/06/26/pro-pochvozashhitnoe-zemledelie-budushhego/>

природных ландшафтов и пр.) капитал первым делом «уходит» на ещё ненарушенные участки, чтобы избежать экологических издержек – вместо вложения в «репарацию» нарушений, восстановление разрушенных «экосистемных услуг» и/или замещение добычи ресурса антропогенной регенерацией, остро необходимых именно теперь, а не позже. Чем стимулирует технологическое развитие, ещё больше интенсифицирующее добычу ресурса (и эксплуатацию территории).

Ещё раз подчеркну: общее негативное развитие ситуации вследствие неверных или запаздывающих реакций на локальное ухудшение происходит при наличии в общества *полного знания* о происходящем и его последствиях, как и технических возможностей для разрешения проблемы. То же верно для ухудшения социальной ситуации в виде бедности, безработицы, недоразвитости инфраструктуры и пр.; капитал бежит социальной ответственности не менее, чем экологических издержек.

Благодаря таким регуляторам общество одну за другой упускает возможности перенаправить сложившуюся траекторию развития от кризиса и коллапса к экологической устойчивости. В 1972 году, по выходу первой книги Медоузов, ещё было время «затормозить» ниже уровня пределов, перестроив мировую динамику так, чтобы главную роль в ней играло развитие, а не рост⁵⁵⁶, даже предположив 10–15 лет на запаздывание, связанное с распространением новых идей.

Идеи книги распространились почти мгновенно (лекция 2.27), но их практическая реализация была остановлена жёстким сопротивлением всех защитников «роста» и «свободы предпринимательства» – бизнесом и обслуживающими его политиками–журналистами. См. инвективы этих господ в начале главы 6 «Пределов роста: 30 лет спустя»; это самая мягкая, хотя и достаточно лживая часть их риторики.

Пример. Сейчас столь же жёстко блокируются куда менее радикальные меры защиты от климатических изменений, и ровно по тем же идеологическим причинам.

«Дениалисты»⁵⁵⁷ глубоко заблуждаются относительно научных фактов. Однако они понимают революционное значение изменения климата – то, чего левые не замечают до сих пор.

Поступил вопрос от джентльмена из четвёртого ряда.

⁵⁵⁶ Механизмам этого посвящён третий доклад Римскому клубу («Пересмотр международного порядка», 1975 г.) экономиста Яна Тинбергена – нобелевского лауреата, брата «отца–основателя» этологии Николааса Тинбергена.

⁵⁵⁷ Дениализм – идеологическая позиция, для которой характерно иррациональное отрицание, отказ принимать какие-либо достоверно установленные научные или исторические факты. Наиболее яркие примеры: получившая широкое распространение теория лунного заговора, отрицающая, что американские астронавты были на Луне, отрицание теории эволюции и антропогенного изменения климата. Дениалисты пробуют исключить из своего мира реальность, которую боятся рассматривать.

Он представился Ричардом Ротшильдом. Рассказал, что баллотировался в комиссары округа Кэрролл, штат Мериленд, поскольку пришел к выводу: политика борьбы с глобальным потеплением является на самом деле «атакой на американский капитализм среднего класса». Его вопрос участникам публичной дискуссии, собравшимся в конце июня в Вашингтоне, округ Колумбия, в отеле «Марриотт», звучал так: «Насколько всё это движение является просто зелёным троянским конём, набитым красной марксистской социально-экономической доктриной?»

Здесь, на шестой международной конференции по изменению климата, которая проходит в Хартлендском институте, на главном собрании тех, кто посвятил себя отрицанию преобладающего научного консенсуса, что человеческая деятельность приводит к потеплению на планете, – здесь этот вопрос расценивают как риторический. Всё равно, что на собрании представителей центральных немецких банков спросить, являются ли греки некомпетентными. Однако участники конференции не упустят возможности указать спросившему, насколько он прав.

Крис Хорнер, старший научный сотрудник Института конкурентного предпринимательства, специализируется на том, что докучает учёным-климатологам необоснованными судебными исками и поисками компромата в рамках свободного доступа к информации. Он придвигает к себе микрофон: «Вы можете думать, что это имеет отношение к климату, – мрачно произносит он, – и так думают многие. Однако это необоснованное убеждение». Хорнер, чья преждевременная седина делает его похожим на правого политика Андерсона Купера, любит повторять вслед за Солом Алинским: «Проблема – не проблема». Проблема – в том, что «ни одно свободное общество не станет делать с собой то, что вынесено на повестку дня... Первый шаг по ней – устранение этих набивших оскомину свобод, которые все время мешают делу».

Заявление, что климатические изменения – заговор с целью украсть американскую свободу, по хартлендским стандартам, является достаточно банальным. На этой двухдневной конференции я узнаю, что предвыборные обещания Обамы поддержать местные заводы по производству биотоплива в действительности подразумевали «зелёный коммуитаризм», вроде «маоистского» плана поставить «печь для выплавки чугуна в каждом дворе» (Патрик Майклс, Институт Катона). Что изменение климата – «ширма для национал-социализма» (бывший сенатор-республиканец и космонавт Харрисон Шмитт). И что экологи, подобно ацтекским жрецам, приносят в жертву бесчисленное множество людей, чтобы успокоить богов и изменить погоду (Марк Морано, редактор главного веб-сайта деналистов climatepot.com).

Но чаще всего я буду слышать вариации на тему того, что высказал окружной комиссар из четвёртого ряда: изменение климата является троянским конём, разработанным, чтобы уничтожить капитализм и заменить его на своеобразный эко-социализм. Как ёмко выразился один из докладчиков Ларри Белл в своей новой книге «Климат коррупции», изменение климата «имеет мало общего с состоянием окружающей среды, но напрямую связано со сковыванием капитализма и изменением американского образа жизни в соответствии с интересами глобального перераспределения богатства».

...Хартлендский институт – «мозговой центр», который расположен в Чикаго и предан «продвижению решений для свободного рынка», – проводит подобные обсуждения с 2008 года, иногда дважды в год. И, похоже, стратегия работает. В конце первого дня Морано – который гордится, что дал начало истории с «Ветеранами катеров за правду»⁵⁵⁸, провалившими президентскую кампанию Джона Керри в 2004 году, – проводит собрание через несколько кругов почёта. Политика ограничения и торговля квотами на выбросы – не

⁵⁵⁸ Англ. *Swift Boat Veterans for Truth*. Политическая группировка ветеранов морского флота США и военнопленных во Вьетнаме, сформированная во время президентских выборов в 2004 году, чтобы противостоять кандидатуре Джона Керри. Название группировки стало нарицательным для нечестной политической борьбы и ложных обвинений политических оппонентов.

эффективно! Обама на саммите в Копенгагене – провал! Движение климатологов – обречено! Он даже озвучивает парочку цитат, которыми активисты–климатологи (и прогрессисты тоже) бьют по самим себе, и призывает публику «ликовать».

...Дениалисты сумели набрать обороты за счёт того, что связали климат с экономикой: они утверждали, что капитализм будет уничтожен – и с ним исчезнут рабочие места, а цены взлетят вверх. Но пока всё больше людей согласно с протестующими «*Occupy Wall Street*», многие из которых утверждают, что капитализм сам по себе является причиной потери рабочих мест и долгового рабства, существует уникальная возможность побить правых на экономическом поле. Для этого понадобятся убедительные доводы, почему реальные пути выхода из климатического кризиса являются одновременно и нашей единственной надеждой на создание гораздо более просвещённой экономической системы, которая сгладит глубокое неравенство, укрепит и преобразит общественную сферу, создаст многочисленные и достойные рабочие места и полностью обездаст власть корпораций.

Придется также отказаться от представления, что сохранение климата – только один из пунктов в перечне достойных рассмотрения вопросов, соревнующихся за внимание прогрессивной общественности. Точно так же, как отрицание климатических изменений стало для правых ядром самоидентификации, тесно связанной с защитой существующих систем власти и богатства, научная реальность изменения климата должна занять для прогрессивных людей центральное место в общем нарративе об опасности безудержной жадности и о необходимости реальной альтернативы.

Создать подобное преобразующее движение должно быть не так сложно, как кажется на первый взгляд. В самом деле, по мнению «хартлендцев», изменение климата делает своеобразную революцию в левом крыле практически неизбежной – именно поэтому они так решительно отрицают реальность изменений. Возможно, нам стоит внимательнее прислушаться к их теориям – может быть, они просто поняли что-то, чего левые до сих пор не замечают.

...Дениалисты решили, что изменение климата – это выдумка левых, не потому, что раскрыли какой-то тайный социалистический заговор. Они поняли это, просто внимательно проанализировав, чего именно будет стоить такое быстрое и резкое снижение мировых выбросов углерода, какого требует климатология. Они пришли к выводу, что это осуществимо только путем радикальной реорганизации нашей экономической и политической системы – путем, совершенно противоположным их вере в «свободный рынок». Как подчеркнул британский блоггер и постоянный участник хартлендских конференций Джеймс Делингпоул, «современное движение в защиту окружающей среды успешно продвигает многие идеи, важные для левых: перераспределение богатства, повышение налогов, расширение сферы государственного вмешательства и регулирования».

Баст из Хартленда выразился ещё резче: для левых «изменение климата – лучшее, что могло бы произойти... Ведь получается так, что мы должны будем сделать всё, что левые и так хотели сделать». Вот моя неудобная правда: они не ошиблись⁵⁵⁹».

⁵⁵⁹ См. Наоми Кляйн. «Капитализм vs климат», <http://commons.com.ua/kapitalizm-vs-klimat/>

Правда, в научном плане написанное Н. Кляйн тоже не вполне адекватно. Сейчас понятно, что проблема антропогенных изменений климата неразрешима сокращением выбросов, нужно выводить углерод из круговорота, и для этого сохранять значительные пространства ненарушенных природных биомов, особенно бореальных лесов и болот. См. «Изменения климата...».

По сравнению с их «экологическими услугами» попытки достичь того же результата техническими средствами (например, У. Брокера и Д. Шрэга), хотя и разумны, слабы и малоэффективны. См. «Угленейтрализаторы», <http://climate101.livejournal.com/13453.html>; https://en.wikipedia.org/wiki/Daniel_P._Schrag

И именно преимущества плановой экономики советского образца позволили «не расточать» такие пространства при хозяйственном освоении территории. См.

Уже в середине 1980-х гг. авторы констатируют выход мировой экономики за пределы устойчивости биосферы. Её «экологические услуги» разрушались быстрее, чем восстанавливались, и с 2002 г. «экологический след» человечества превысил продуктивные возможности биосферы. Но был шанс избежать катастрофы, «вернуться» к пределам через 20–30 лет, начав немедленную перестройку мирового хозяйства в сторону устойчивого развития. Этому посвящена вторая книга Медоузов **«За пределами роста»**.

Увы, дальше была гибель СССР с реставрацией капитализма в бывших советских республиках и странах Восточной Европы. Их (наши) общества представляли собой реальную альтернативу капитализму, стремление нас одолеть в рамках «холодной» и психологической войн толкало страны «первого мира» к прогрессу в охране природы, ввиду очевидного пропагандистского эффекта⁵⁶⁰. Реставрация устранила эту необходимость, глобальный капитализм стал развиваться беспредельно и безоглядно.

Поэтому решения конференции в Рио 1992 г. (**«Повестка дня на XXI век»**), предполагающие переход к устойчивости в 2015-2020 гг., остались полностью на бумаге – запланированные мероприятия не были даже начаты, ни один из деградативных процессов не был даже ограничен, хотя их планировали остановить и пр. А Деннис Медоуз на лекции в МГУ 18.04.2012 г. с горечью говорил, что идея устойчивого развития, выдвинутая в «Пределах роста», так и осталась невостребованной⁵⁶¹. Тем более ныне время упущено, антропогенная нагрузка на биосферу Земли не только что вышла за пределы, но и не думает возвращаться к ним, продолжая усиливаться⁵⁶².

Я, наоборот, оптимист: капитализму осталось недолго, а социализм дал шанс исправить содеянное. К тому же сейчас человечество имеет достаточно знаний, энерговооружённости и технической мощи, чтобы решить все экологические проблемы. Сделать это не даёт именно

«Экосистемные последствия лесозексплуатации: Восточная Финляндия vs Карелия», <http://www.socialcompas.com/2014/09/24/e-kosistemny-e-posledstviya-lesoe-kspluatatsii-vostochnaya-finlyandiya-vs-kareliya/>. Торговля же квотами на выброс парниковых газов или неэффективна, или контрпродуктивна.

⁵⁶⁰ См. «Позитивные следствия холодной войны...»; *Марфенин Н.Н.*, *op.cit.*

⁵⁶¹ Что есть превосходная иллюстрация удела таланта при капитализме. Его идея была замечена публикой, активно обсуждалась, обрела последователей, принесла ему известность, достаток и славу. Но вот надежд на её реализацию нет, и не случайно: само представление о «свободе» при капитализме органически связано с невозможностью сколько-нибудь существенных изменений, даже самых разумных и правильных, при социализме – наоборот.

⁵⁶² *Юозас Рузевичюс*. Экологический след как новый количественный индикатор устойчивого развития, http://www.kv.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2010/10/Str-Kazacija_J.Ruzevicius_Litva_Ekolog_slied_2010.07internet.pdf

отживший свой век общественный строй; коммунистическая альтернатива не только востребует «устойчивое развитие», но и реализует его.

Социобиологами предложено удобное деление причин (или механизмов), вызывающих наблюдаемое поведение животного (или регистрируемые изменения социальной системы), на **проксимальные и ультимативные** (*proximate & ultimate mechanisms*). Первые включают факторы, непосредственно обуславливающие данное действие индивида (или изменение системы), и определяющие прямые последствия того и другого. Вторые задают критерии оптимальности для поведения индивидов и преобразований социальных систем, действующие «на длинной дистанции».

Если брать конкуренцию, проксимальные механизмы обеспечивают результативность поведения здесь и сейчас. Ультимативные – определяют состояния и структуры, дающие преимущество. Они выступают как бы аттракторами, «движение» к которым обеспечивает поведению особей максимальную поддержку отбора, а структуре объединяющих их систем (популяции, социума) – наибольшую устойчивость воспроизводства в череде поколений, вопреки средовой, демографической и поведенческой стохастичности, «интерпретируемой» системой как «шум», «возмущения». Соответственно, модели поведения успешных индивидов и траектории развития устойчивых систем структурируются так, что ультимативные механизмы задают *цель* развития, а проксимальные – *средства* движения к ней, набор «инструментов» изменения ситуации в свою пользу и «правила» их употребления.

Пример. «Выход за пределы происходит вследствие запаздывания сигналов обратной связи. Лица, принимающие решения в системе, не получают оперативную информацию о выходе за пределы, или не верят ей, или не принимают никаких мер. Выход за пределы возможен в том числе и потому, что существуют большие запасы ресурсов, которые истощаются далеко не сразу. Можно привести разные примеры. Вы можете тратить в месяц больше денег, чем зарабатываете (хотя бы в течение некоторого времени), поскольку у вас есть сбережения на счете в банке. Вы можете сливать воду из ванны с большей скоростью, чем она наполнялась из крана, пока вся вода из нее не вытечет. При вырубке можно заготовить больше древесины, чем вырастает за год, если под топор идет участок с уже имеющимся строевым лесом, росшим на протяжении многих десятилетий. Если у вас есть запасы фуража, то размер стада может быть огромным; если раньше рыбу никто не ловил, то поначалу в рыболовецком флоте может быть огромное число траулеров. Чем больше накопленный начальный запас, тем позже может наступить выход за пределы, но тем сильнее и резче он будет. Если общество ориентируется не на скорость возобновления ресурсов, а на объемы остающихся запасов, то оно обязательно выйдет за пределы.

К запаздыванию предупреждающих сигналов добавляется еще и инерция самой системы, она служит причиной в запаздывании реакции на предупреждения. Система, даже если получает сообщение о проблеме и правильно интерпретирует его, все равно не может измениться за одну ночь. Уже накопленный капитал нельзя в одночасье уменьшить – на его выбытие нужно время. Лесам, чтобы вырасти, нужно время. Чтобы смениться поколения или среди населения распространились новые знания, нужно время. Чтобы загрязнители распространились в экосистеме, нужно время, и еще больше времени, чтобы экосистема от

них очистилась. Чтобы система, обладающая инерцией определенной длительности, принимала правильные решения, необходимо постоянно смотреть как минимум на столько же времени вперед. Чем больше времени занимает поворот океанского лайнера, тем дальше должен видеть его радар. Политические и рыночные системы мира смотрят вперед недостаточно далеко.

Свой вклад вносит еще один фактор: постоянное стремление к росту. Если вы едете на машине с запотевшими стеклами или неисправными тормозами, первое, что вы должны сделать, чтобы не попасть в большие неприятности, – ехать медленнее. И уж точно не увеличивать скорость. С запаздываниями в системе можно справиться при условии, что она движется не слишком быстро, иначе у нее просто не хватит времени получить предупреждающий сигнал и отреагировать на него: к этому моменту она уже успеет столкнуться с пределами. Постоянное ускорение любую систему, какой бы умной и предусмотрительной она ни была, приведет к ситуации, когда она не успеет реагировать своевременно. Даже абсолютно исправная машина с опытным водителем за рулем на чрезмерных скоростях опасна. Чем быстрее рост, тем выше будет выход за пределы и тем глубже будет спад. Все политические и экономические системы мира сегодня нацелены на достижение максимально возможной скорости роста.

Выход за пределы превращается в катастрофу в тот момент, когда начинается разрушение, которое усиливается различными нелинейными факторами. Разрушение только усиливается и ширится, если не пресечь его в самом начале. Нелинейности того же порядка, что были приведены на рис. 31, могут служить пороговым значением, при пересечении которого поведение системы внезапно меняется. Страна может добывать медь из все более бедной руды, но в определенный момент затраты на это внезапно возрастают до запредельных высот. Почва может страдать от эрозии долгое время, потому что урожайность зерновых не уменьшается, пока толщина слоя не станет меньше, чем глубина проникновения в нее корней растений. Когда же это произойдет, эрозия моментально приведет к опустыниванию. Наличие пороговых значений должно заставить вас быть еще более осторожным: если вы не просто едете в машине с запотевшими стеклами и неисправными тормозами, но и дорога при этом извилистая, вам тем более надо снизить скорость.

Любая демографо-эколого-экономическая система, в которой есть запаздывание предупреждающих сигналов и реакций на них, пороговые значения и механизмы разрушения и которая характеризуется быстрым ростом, в буквальном смысле слова неуправляема. Не имеет значения, какими чудесными технологиями она обладает, насколько эффективна ее экономика и насколько разумны правители – она не может уберечь себя от опасности. Если она постоянно стремится к ускорению, она выйдет за пределы» (Медоуз и др., 2008: 199–200).

Выше мы видели, что при капитализме подобное неизбежно – «штатные регуляторы», рынок и технологии, не просто не работают: хуже того, они – часть «контура разрушения». Обычная их реакция на экологические (и социальные) проблемы такова, что лишь усиливает запаздывание и/или усугубляет кризис; в лучшем случае она снимет один предел, чтобы споткнуться о другой. Что представляет нам главные «уязвимые места» социально-экономической системы, основанной на власти капитала над трудом и свободе предпринимательства, её внутренние противоречия во взаимодействии с людьми и дикой природой (её баги и фичи, если компьютерным языком).

Поэтому **проксимальный** механизм выхода за пределы (*overshoot*) складывается из запаздывания обратной связи (*delay*, **I**) и смещённые или искажённые сигналы системы, также называемые «провалы рынка» (*bias*,

II). Их дополняют запаздывания сигналов из внешней среды (III) вместе с *неустранимой* контрпродуктивностью технологического ответа на рыночные сигналы (IV) при капитализме.

Факторы I–IV критически значимы при любом выходе за пределы, как локальном, относящимся к одному виду ресурсов (вроде подрыва рыбных запасов, экстремального загрязнения воздуха в городах⁵⁶³, деградации земельных ресурсов при интенсификации с/х), так и глобальном с 1980-х. Инерция роста (V) лишь дополняет их действие, определяя (при прочих равных) момент выхода за пределы.

Сочетанным действием факторов I–IV система в стандартном сценарии «проскакивает» пределы, «не заметив» их. И даже потом действием тех же причин всячески тормозится включение факторов, возвращающих её обратно к устойчивости. Последнее пересиливает только «когда жареный петух клюнет» – пойдут **процессы разрушения (эрозии)** пределов, сокращающие экологическую ёмкость планеты (VI). Как всякий рост, они управляются положительными обратными связями («контурами разрушения»). Обычно это уже слишком поздно, тем более что скорость включения разных «контуров разрушения», их устойчивость, «сила работы» растут пропорционально времени нахождения системы за пределами.

Парефразируя Майка Дэвиса⁵⁶⁴, в силу вышесказанного золотой дождь доходов от высоких цен на ископаемые виды топлива в следующем поколении будет потрачен на семимильные небоскрёбы, «мыльные пузыри» активов и мегавыплаты акционерам, но не преобразован в технологии возобновляемой энергии. Последним займутся, когда «жареный петух клюнет», т.е. изменения климата чувствительно помешают бизнес-активностям, производившимся «как всегда». Это начнётся примерно при концентрации CO₂ 450 частей на миллион, так что ждать осталось недолго (рис. 15.1). И действительно, в любом из сценариев **МГЭИК** мы видим, что управляемое рынком движение к постуглеродной экономике или не начинается вообще, или тотально запаздывает по сравнению с развитием проблемы.

Крах соглашений и рынков вроде Киотского протокола⁵⁶⁵ говорит о том, что капитализм в своей близорукости отказывается принять даже это исключительно слабое и частичное решение, ведя себя в точь-в-точь по истории про добычу китов за 10 лет.

⁵⁶³ См. показательные примеры: Великий смог 1952 г. в Лондоне (один из первых таких, <http://naturschutz.livejournal.com/36822.html>) и сегодня в Пекине, <http://naturschutz.livejournal.com/41748.html>

⁵⁶⁴ См. «Кто построит ковчег?», <http://22century.ru/docs/who-will-build-the-ark> и <http://22century.ru/docs/the-optimism-of-the-imagination>

⁵⁶⁵ Алексей Гиляров. Цель Киотского протокола не достигнута, но что дальше? <http://elementy.ru/news/430622>

И в конце, в разделе «**Правдивость**», авторы фактически подписывают капитализму смертный приговор. «Ложь искажает информационные потоки. Ни одна система не будет нормально работать, если её потоки информации лживы. Один из самых важных принципов в системной теории состоит в том, что информация не должна искажаться, замалчиваться или запаздывать (и мы надеемся, что из нашей книги уже понятно, почему).

«Все человечество будет в опасности, – заявил Бакминстер Фуллер, – если каждый из нас не отважится отныне говорить только правду – всю правду. И начать надо как можно быстрее: прямо сейчас». Когда бы и с кем вы бы ни говорили – на улице, на работе, обращаясь к аудитории или отдельному человеку, особенно к ребёнку, – вы должны стараться противостоять лжи и поддерживать правду. Вы можете отвергать идею о том, что чем больше вещей накопил человек, тем он лучше. Вы можете высказывать сомнение в том, что чем больше получают богатые, тем больше это поможет бедным. Чем больше лжи вы сумеете разоблачить, тем лучше станет управление обществом» (Д.Медоуз и др., 2008: 297).

Причём здесь капитализм? Он живёт ложью и без неё уже не может. Чтобы раз за разом вырывать согласие людей (заинтересованных именно в устойчивости бытия) на нынешний кризисный вариант развития, с приватизацией прибыли и социализацией рисков, бизнес и обслуживающие его политики постоянно дезинформируют их о характере глобальных проблем и способах их решения. Тем более что форма правления в развитых странах – демократия, т.е. людей надо дезинформировать так много, сильно и эффективно, чтобы они не внимали опасностям, грозящим прямо завтра, и волновались по другим поводам.

Рано или поздно правящий слой самоотравляется ложью, которую он скармливал массам; что это уже произошло, можно подозревать по нулевому эффекту Рио и других пафосных конференций в последующие годы. См. точное описание этой последней авторами на стр. 297–300 («Верно» – научно обоснованное мнение, «неверно» – пропаганда, которой они были вынуждены противостоять).

Ультимативная причина экологического кризиса состоит в том, что решения принимает «слепой» и децентрализованный рыночный механизм. «Ответы» последнего складываются как равнодействующая конкурентных усилий множества рыночных игроков, различающихся «весом» и специализацией, но единых в критериях эффективности – максимум прибыльности вложения капитала. В «их» обществе научные выводы, несовместные с этим критерием, остаются в забвении или дискредитируются до тех пор, пока экологическая ситуация не ухудшится

настолько, что какие-то «старые» рекомендации по охране природы станут рентабельны.

Но тогда уже *время упущено*, и проблему, относительно которой они высказаны, уже поздно решать, нужны более радикальные (и затратные) меры (рис. 33). Поэтому переламявать негативные тенденции нужно *заранее*, когда они ещё почти что в зародыше; но тогда их актуальность трудно объяснить публике, даже специалисты на этой стадии обычно расходятся во мнениях⁵⁶⁶.

Целевой причиной выступает «экономический способ мышления» бизнесменов⁵⁶⁷. Лишь в его рамках критически важен факт, что добывать ресурсы и переделывать их в товары выгодно, поскольку это большие деньги, которые потребители платят прямо сегодня. А вот утилизировать отходы – как связанные с производством, так и «конечные», в которые рано или поздно превратится всякий товар, нет.

Во-первых, это сильно меньше деньги, ибо обеспокоенность людей состоянием окружающей среды, их готовность платить за очистку растут медленней потребления хотя бы в силу естественных запаздываний в проявлении отрицательных эффектов загрязнений, связанных с таким потреблением. Во-вторых, если эти деньги платят правительства и/или муниципалитеты, собрав их через экологические налоги, то по сравнению с платой за непосредственное потребление эти деньги придут «завтра», и их будет особенно мало; если сами обеспокоенные граждане за приспособления, очищающие их среду обитания, их будет больше, но «послезавтра».

Данный *modus operandi* настолько существенен для выживания бизнесов в конкурентной среде, что у «акул капитала» пересиливает иные соображения – научные знания, патриотизм, этические и эстетические чувства, сохраняющиеся в той мере, в какой бизнесмен ещё остаётся человеком. Естественным образом эта мера тем ниже, чем жёстче конкуренция в соответствующем секторе рынка.

Уточнение деталей. Что было подмечено ещё в XIX веке: «Человек, ослепленный эгоизмом, становится недостаточно предусмотрительным даже в том, что касается его собственных интересов: вследствие своей склонности извлекать наслаждение из всего, что находится в его распоряжении, одним словом – вследствие беззаботного отношения к будущему, а равнодушия к себе подобным, он сам как бы способствует уничтожению

⁵⁶⁶ Интересно, что данный принцип стихийно «открыли» и используют папуасы внутренних областей Новой Гвинеи, поддерживающие плотность населения, занятого в сельском хозяйстве, на уровне Голландии, без экстремальной эрозии и без исчезновения лесов. Секрет прост: сажать новые леса и проводить противозерозионные мероприятия на склонах *до того*, как расчищать и эксплуатировать новые участки, а не после начала потерь почвенного покрова или плодородия. См. Главу 9 «Коллапса».

⁵⁶⁷ См. «Экономический способ мышления-2» (и -3); «Из истории охраны и разграбления...».

средств к самосохранению и тем самым – истреблению своего вида. Ради минутной прихоти он уничтожает полезные растения, защищающие почву, что влечет за собой ее бесплодие и высыхание источников, вытесняет обитавших вблизи них животных, находивших здесь средства к существованию, так что обширные пространства земли, некогда очень плодородные и густо населенные разного рода живыми существами, превращаются в обнаженные, бесплодные и необитаемые пустыни.

Подчиняясь своим страстям, не обращая внимания ни на какие указания опыта, он находится в состоянии постоянной войны с себе подобными, везде и под любым предлогом истребляя их, вследствие чего народности, весьма многочисленные в прошлом, мало-помалу исчезают с лица земли. Можно, пожалуй, сказать, что назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания» (*Ж.-Б. Ламарк. Естественная история животных. // Избранные произведения в 2-х тт., под ред. И.М.Полякова и Н.И.Нуждина. Т. 2. М.: изд-во АН СССР, 1959*).

Поэтому в ситуации «бизнес как всегда», и свободы предпринимательства, не ограниченной давлением общества с одной стороны, и правительства, с другой, для гг. бизнесменов вкладываться в добычу ресурсов с переделом в товары неизменно выгодней, чем в восстановление их из отходов, а тем более – в очистку стоков, и восстановление природных сообществ, нарушенных эксплуатацией⁵⁶⁸. То же верно для рядовых граждан: вкладываться в потребление им выгодней и приятней, чем в охрану среды обитания, своей и сообщества, даже для «эгоистических» целей улучшения здоровья, прогресса образования и пр. Первое в данной ситуации выступает как «радость», второе – как «необходимость», от которой в принципе можно избавиться; поэтому её откладывают, на ней экономят и пр. Туда же подталкивает реклама, обеспечивающая производителям нужные объёмы продаж⁵⁶⁹, несовместные с экоустойчивостью.

⁵⁶⁸ Притом что технологии, необходимые для регенерации, вполне развиты, высоко эффективны, – но остаются «местными диковинами». Широкому распространению их препятствует общественный строй. См. «Канализация нового поколения снижает потребление воды, одновременно генерируя биогаз», <http://science.compulenta.ru/674198/>; «Новая модель очистки солоноватых вод для орошения», <http://science.compulenta.ru/682471/>; «Биодegradация может помочь решить проблему захоронения пластиковых отходов» (п. 15), <http://naturschutz.livejournal.com/103113.html>; «Об унитазах...»; «Пора задуматься о повторном использовании сточных вод», <http://science.compulenta.ru/583245/>; «Panasonic построила дом экологической мечты», <http://science.compulenta.ru/487622/>; «Предложен принципиально новый метод очистки выбросов промышленных предприятий», <http://naturschutz.livejournal.com/39075.html>

⁵⁶⁹ См. анализ психологических механизмов их действия (и, шире, пропаганды вообще) в книге Аронсон Э., Пратканис Э. Эпоха пропаганды: Механизмы убеждения, повседневное использование и злоупотребление. Перераб. изд. СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2003. 384 с.

Сегодня прогресс соответствующих исследований привёл к таким областям, как нейрoэкономика и нейромаркетинг, поддерживающим более тонкие и менее заметные манипуляции потребительским поведением обывателя. См. «Нейрoэкономика», <http://nature-wonder.livejournal.com/192427.html>; «Про (не)осознанный выбор, или об иллюзорности демократии», <http://vas-s-al.livejournal.com/377674.html> Так или иначе, всё описанное – более

Напомним, для последней требуется, чтобы вложения в регенерацию ресурсов, очистку стоков и восстановление природных сообществ, разрушенных антропогенной эксплуатацией

а) были достаточны, т.е. соответствовали темпам добычи ресурсов, образования отходов, в т.ч. из выброшенных товаров и темпам разрастания мозаики нарушений на природных территориях;

б) производились *одновременно* с вложениями в добычу ресурсов и производство товаров.

То и другое мыслимо лишь при плановой экономике, когда развитие территорий, населённых пунктов и/или производств исходит из научных данных и системных моделей, ориентированных на долговременную устойчивость воспроизводства используемых природы и рабсилы. Лишь этот подход свободен от перекосов предпринимательской логики, ориентированной на максимизацию прибыли на вложенный капитал, а проблемы устойчивости вообще игнорирующей, в предположении, что когда она будет подорвана, то произведённый риск, экологический и социальный, нейтрализуется как-нибудь «сам собой», за счёт технологического развития.

Или его переложат на общество, потребовав «поддержки отечественного производителя» ради «сохранения рабочих мест» и пр. Такое при власти капитала бывает почти всегда, почему развитие по стандартному сценарию подчиняется правилу «приватизации прибыли, социализации рисков». Здесь эксплуатация бизнесом дикой природы и людей-работников вполне «эффективна», в предпринимательском смысле, почему подрывает воспроизводство и первого, и второго.

Переход к плановой экономике, как минимум в сфере экологической устойчивости хозяйствования (его отношения к природе) и социального обеспечения (отношения к работникам) начнётся с того, что бизнес сперва **а)** заставят платить за всякий подрыв устойчивости, точно компенсируя «производство риска», затем **б)** побудят включать в бизнес-планы меры территориальной компенсации экологических рисков, выявленных по данным ОВОС и/или экологической экспертизы проекта⁵⁷⁰. Это нейтрализует экологический риск *с опережением*, уже при создании соответствующего производства, а не сильно потом, когда оно заработало вовсю, и произвело массу вещей, выброшенных после использования. То же относится к планам развития города, территории, и страны в целом.

Какая отсюда мораль? Во-первых, перманентное искажение сигналов рынка и контрпродуктивность технологического ответа на них заставляет считать, что при экологически устойчивом развитии сигналы должны

или менее технологичные варианты базовой социальной ситуации, описанное ещё в 1950-е годы в романе Веркора и Коронеля «Квота, или сторонники изобилия».

⁵⁷⁰ Разницу между территориальной компенсацией и локальной см. лекцию 1.

идти от исследователей, через посредство правительств, планирующих развитие территорий на научной основе. Учёные работают⁵⁷¹ много точнее рынка, в первую очередь потому, что научный метод устроен так, что на длинной дистанции обеспечивает движение к истине от того, что является просто преимуществом⁵⁷². Рынок не различает истину и преимущество, второе скорей предпочтительно. Что хуже всего, он не содержит в себе ничего направляющего развитие в долговременной перспективе, сравнимой со сменой человеческих поколений.

Поэтому запаздывания и искажения сигналов неспособны заставить участников рынка даже в кризис вкладываться в необходимое для его одоления – увеличение доли антропогенной регенерации ресурсов в соответствующей области хозяйства, для чего последняя должна перестроиться технологически, организационно, часто и территориально. Торможение, а тем более остановка процесса, ведущего к кризису, или выход на равновесную траекторию развития требует прогрессивных изменений устройства общества, эксплуатирующего биосферу⁵⁷³ (лекция 3). На это способно лишь плановое хозяйство (или, когда сохраняется капитализм, лишь непрерывное и последовательное давление общества на бизнес в сторону компенсации всё большей части экологических и социальных рисков из его собственных средств⁵⁷⁴).

Таким образом, видим четыре варианта поведения системы в окрестности пределов и, соответственно, сценария экологического кризиса (рис. 46). Первый благоприятный – торможение «ниже» пределов, заданных ёмкостью среды обитания. Второй похуже – выход за пределы, с периодическими колебаниями. При каждом «скачке» вокруг пределов они хоть немного, но разрушаются – биомы сжимаются, «экосистемные услуги» деградируют и пр.; всё названное происходит тем в большей степени, чем дольше был «выход» и больше забрали «над планкой». Поэтому рисунок в книге Медоузов несколько дезинформирует – экологическая ёмкость биосферы при колебаниях вокруг пределов *не постоянна, а снижается пропорционально их амплитуде*.

⁵⁷¹ В том числе оценивают запасы ресурсов, переполнение стоков или нарушенность экосистем вместе с состоянием «экосистемных услуг» – параметры, критически важные для моделей мировой динамики.

⁵⁷² См. «Негативные стороны конкурентной организации науки: психобиологический анализ», <http://www.socialcompas.com/2014/09/16/negativny-e-storony-konkurentnoj-organizatsii-nauki-psihiobiologicheskij-analiz/>

⁵⁷³ И рабочую силу. Ущерб, накапливающийся при движении по кризисной траектории, проявляется как загрязнение и потеря плодородия почв (урожайности с/х культур). Ущерб от эксплуатации труда капиталом – как бедность, социальное неравенство, сокращение среднеожидаемой продолжительности жизни (СОПЖ) работников вследствие «износа» и нездоровья.

⁵⁷⁴ См. «Методы оценки экологического ущерба», <http://wsf1917.livejournal.com/212577.html>

Третий ещё хуже – значительный выход за пределы и длительное следование по кризисной траектории, с последующим возвращением к пределам «сверху». Подробнее этот вариант описан в лекции 3, для одной территории и одного эксплуатируемого ресурса. Здесь также наблюдается разрушение пределов с уменьшением экологической ёмкости биосферы (и объёмов ресурсопользования человечества). Последнее тем значительней, чем больше и долговременней был выход.

Четвёртый же наихудший – выход за пределы с упорным движением по кризисной траектории, пока лавинообразно растущее разрушение пределов не вызовет коллапс. «Стандартный сценарий» («бизнес как всегда») относится именно к нему. Здесь система не «перестраивается» в сторону экологической устойчивости, но реагирует предельно контрпродуктивно на сигналы о разрушении пределов, исчерпании ресурсов и переполнении стоков – упорным развитием технологий в направлении, позволяющем продвинуться по кризисной траектории ещё чуть-чуть, отодвинуть предел ещё немного, увеличив «уловистость» и «производительность» используемых способов эксплуатации. Пока не случается катастрофа, глобальный вариант которой назван авторами модели коллапсом.

25. Минусы модели и их преодоление

Авторы совершенствовали модель, приближали к реальности по мере уточнения знаний о мировой динамике, одновременно отходя всё дальше от идеологических догм, связанных с мальтузианством и «трагедией общих владений». Важней всего здесь введение отрицательной обратной связи, тормозящей рост населения по мере индустриально-технологического развития популяции.

В двух первых вариантах модели рост населения строго следовал мальтузианской схеме: численность популяции экспоненциально росла, не сдерживаясь плотностью или социальными регуляторами, пока не перейдён предел, за которым – голод, болезни, и массовый спад численности. Её расхождение с реальными данными обнаружилось уже в 1980-х гг., когда демографический «взрыв» тормозился чем дальше, тем больше, демографический переход распространился в «третий мир», прояснились социально-экономические регуляторы «взрыва» и «перехода»⁵⁷⁵.

Игнорирование этого авторами до конца 1990-х гг. объяснимо амальгамой ползучего эмпиризма и сильной идеологизированности, вообще свойственной позитивистски настроенным авторам, бегущим

⁵⁷⁵ См. «Демографический переход...»

диалектики как «метафизики». С одной стороны, за временной интервал, обозримый в начале работы Медузов (1930–1970-е гг. XX века) происходит демографический взрыв, численность человечества растёт по кривой круче экспоненциальной, то есть вроде бы у процесса нет внутренних регуляторов. Вплоть до того, что при экстраполяции тренда этих лет в будущее окажется, что рост численности популяции обладает вертикальной асимптотой где-то около 2025 г. Это накладывается на популярность мальтузианства в буржуазном обществе по венаучным причинам⁵⁷⁶.

С запозданием на 20 лет, но авторы ушли от этого: в смысле, изменили модель, но сохранили словоупотребление, где «рост населения» – на первом месте во всех рассуждениях о причинах кризиса. Стремясь реконструировать систему во всей её полноте, они быстро выявили, что одни и те же причинные факторы до известного предела вызывают демографический взрыв, а сразу потом – демографический переход, стабилизирующий численность. И это не воспроизводство людей как таковое, а урбанизация.

Развитие агломераций, концентрирующих исходно сельское население, на первом шаге увеличивает *СОПЖ* и способствует бурному росту численности, в условиях, когда смертность уже упала, а рождаемость ещё нет. На втором шаге (описываемом эволюционной моделью урбанизации) оно ещё больше увеличивает *СОПЖ* и уже снижает рождаемость, так что численность населения стабилизируется, а то и падает ниже уровня простого воспроизводства, откуда её «не поднять» без мер социального прогресса.

Так или иначе, последующие варианты модели включали отрицательную обратную связь роста численности населения от уровня экономического (и инфраструктурного) развития. И как раз вовремя: в 1980–1990-х гг. в популяционной динамике произошёл перелом, рост численности населения затормозился в силу демографического перехода. Последний не просто распространился в странах третьего мира, но идёт там *много быстрее*, чем в XIX – начале XX века в Западной Европе, откуда он начался.

По мере того, как рост численности *тормозится*, экономический рост, наоборот, *ускоряется*. Сейчас очевидно, что экологические проблемы человечества чем дальше, тем больше обусловлены не первым, но вторым. Что также отражено в следующих вариантах модели, в форме изменений коэффициентов, характеризующих «взаимное зацепление» и взаимодействие контуров положительных и отрицательных обратных

⁵⁷⁶ См. «Адам Смит против Мальтуса», <http://www.socialcompas.com/2014/08/07/adam-smit-protiv-mal-tusa/>

связей, которыми моделируемая популяция «движется» к кризису или к стабильности.

Ещё один минус: живая природа отсутствует даже в последнем варианте модели (Word3-2000). Однако именно «работой» естественных экосистем воспроизводятся ресурсы, расходуемые в моделируемом развитии, и очищаются загрязнения, производимые там же. И чтобы экосистемы устойчиво предоставляли «услуги», они должны сохранять свою специфическую структуру – нишевую, пространственную, в наземных сообществах – мозаично-оконую и пр. Для этого, в свою очередь, требуется сохранить всё биоразнообразие, видовое и ценогическое⁵⁷⁷. Однако не моделируются ни связь биоразнообразия планеты со способностью биосферы воспроизводить эксплуатируемые ресурсы и поддерживать «услуги», ни её трансформации при увеличении нарушенности природных биомов. Хотя соответствующие связи вполне существуют, и в достаточной мере изучены, чтобы включить их в модель.

26. Выводы

Главный вывод модели – в достижимости устойчивого развития. Самостоятельная работа с ней (одно из заданий студентам) позволяет «нащупать» все комбинации управляющих воздействий, эффективные в смысле перенаправления развития от кризисной траектории к устойчивой, понять обеспечивающие это изменения структуры системы⁵⁷⁸.

В терминах Денниса Медоуза, чтобы достичь устойчивости и избежать кризиса, нужно увеличить потребление в бедных странах, особенно таких социальных благ, как здравоохранение и образование, обеспечив прогресс социальной сферы как публичного ресурса (а не рынка услуг), опережающий рост потребления индивидов. Одновременно надо уменьшить «экологический след» человечества, т.е. убрать сверхпотребление богатых стран и ликвидировать хищничество ТНК в странах «третьего мира».

Авторы верно отметили, что об экологическом кризисе в связи с выходом за пределы не любят говорить именно потому, что это вопрос политический. Впрочем, они многое недоговаривают. Главное – требование экологической устойчивости посягает на идеологию «свободы предпринимательства» (да и «святости частной собственности»), почему атакуется защитниками того и другого как «абсурд», «неверие в науку, прогресс, технологии, варварство» или «опасный социализм». В первом они привычно лгут, во втором – в известной степени правы:

⁵⁷⁷ См. сноску 32

⁵⁷⁸ См. <http://naturschutz.livejournal.com/21337.html>

экологической устойчивости не достичь без движения к социальному равенству, без ликвидации диспропорций табл. 18, без движений от частных решений проблем городской жизни, развития территорий, здоровой среды обитания – к общественным инфраструктурам, которые все поддерживают и потом пользуются, к их плановому развитию на научной основе. А это – при последовательности и неотвратимости преобразований – движение к социализму⁵⁷⁹

Что предлагают сами авторы модели? Поскольку они действуют в интересах господствующего класса, но с ясным умом и без одурманенности идеологией капитализма, то понимают необходимость перехода от конкурентного общества к солидарному, диктуемую простым выживанием наиболее развитых стран⁵⁸⁰.

Они пробуют совершить этот переход, не угрожая существующему строю и всяко подчёркивая лояльность ему – путём «малых дел»⁵⁸¹, местной инициативы и личных действий («начни с себя и своей общины»). Небесполезный перечень того, что «каждый может делать сам», чтобы тормозить развитие экологического кризиса, снижая расход древесины, дан на стр. 106–107, расход воды – на стр. 99–100, и пр.

Ими же издан сборник упражнений в группах, развивающих системное мышление и солидарные действия вместо индивидуализма и конкуренции⁵⁸²; больше того, преподавание этого в США и других развитых странах прибыльно.

⁵⁷⁹ См. «Околопрограммное: технологии левой идеи», <http://wolf-kitses.livejournal.com/227590.html> и «Сколько стоят «экологические услуги?», <http://naturschutz.livejournal.com/59120.html>

⁵⁸⁰ См. также «От толерантности – к солидарности», <http://www.socialcompas.com/2014/08/07/ot-tolerantnosti-k-solidarnosti/> и «Гибельные тенденции в глобальном капитализме», <http://www.socialcompas.com/2013/10/11/gibel-ny-e-tendentsii-v-global-nom-kapitalizme/>

⁵⁸¹ Как пишут они сами, понятие «делиться» (богатых с бедными) для них запрещено («За пределами роста», С. 238), а вместо обоснования, почему так, используют софизм: «Делиться» – запрещённый термин в политических суждениях, возможно, из-за серьёзного опасения, что действительная справедливость будет означать нехватку для каждого». На деле существование бедных выгодно и даже необходимо богатым, иначе корпорациям не получить предложения (и воспроизводства) рабсилы с удобным им отношением цены и качества.

Думаю, что идеи Медоузов о переходе от кризисного развития к экоустойчивости потому и остались неосуществлёнными, что авторы обратились с ними к своей среде – бизнесменам, политикам и экспертам буржуазного класса (лучшие из них собраны в Римском клубе). А эти проблемы не разрешить без революций или мирных давлений «снизу», направленно ликвидирующих структуру воспроизводства социального неравенства, определяющую негативную динамику и экологических проблем. Поэтому надо обращаться к массам, уже сегодня страдающим от экологических проблем, с перспективой не завтра, так послезавтра столкнуться с коллапсом, по разрушительности сравнимым с мировой войной.

⁵⁸² Медоуз Д., Бут Свини Л., op.cit.

Другое дело, что как ни развивай эти знания, умения и навыки на личном уровне и/или локально, ситуация не приблизится к экоустойчивости: общая логика системы подчиняет себе, пересиливает или ломает противостоящие ей намерения и дела индивидов. Нужно именно что систему менять, а для этого – знать, как она устроена, за счёт чего «производит» экологический риск и раскручивает его до глобального кризиса. Что и описывается в World3-91, правда на операциональном уровне, а не концептуально (за этим – к классическому марксизму).

То есть теоретически задача решается, и даже время ещё не совсем упущено, хоть экологическая и социальная цена давно непомерно велика. Проблема за малым – социальными механизмами реализации устойчивого развития, выгодного народам, но невыгодного корпорациям. Их классовый интерес – главная преграда устойчивому развитию (также как российская буржуазия кровно заинтересована в зависимом развитии РФ, лишь её классовый интерес блокирует преодоление деиндустриализации, невыгодной даже пробуржуазным «средним слоям», учёным, инженерам и прочим *professionals*⁵⁸³).

27. Исторический контекст модели пределов роста

Не зря говорят – дорого яичко ко Христову дню; в этом смысле модель пределов роста появилась исключительно вовремя. 1950-е – начало 1960-х гг. – период наибольших темпов роста экономики как в развитых странах Запада, так и в соцстранах (рис. 52).

Люди радовались быстрому изменению быта к лучшему, что рождало надежды (несбыточные и вдребезги разбитые моделями мировой динамики, начиная с первой форрестеровской), что

а) подобные темпы сохранятся и дальше,

б) разного рода экологические проблемы (иногда даже бедствия, вроде губительных смогов в Дарране 1948 г. и Лондоне 1952 г.), чем дальше, тем больше будут преодолены и ослаблены за счёт технологий развития и улучшения быта.

Они не думали, что экологический риск по ходу развития будет накапливаться и усиливаться; если и думали, гнали эту мысль от себя. Настроения а)–б) составили основу **технооптимизма** – убеждения, наиболее полно выраженного футурологами Германом Каном и Энтони Дж. Винером в «Годе 2000»⁵⁸⁴.

⁵⁸³ Сергей Ермолаев. Потребности модернизации и классовые интересы? http://scepsis.net/library/id_2967.html; «Против «промышленников и предпринимателей», <http://wsf1917.livejournal.com/285779.html>

⁵⁸⁴ Kahn H., Wiener A.J., 1967. The Year 2000. A Framework for Speculation on the next thirty-three years. Introduction by Daniel Bell. Hudson Institute, Inc. New York: Macmillan. 456 pp.

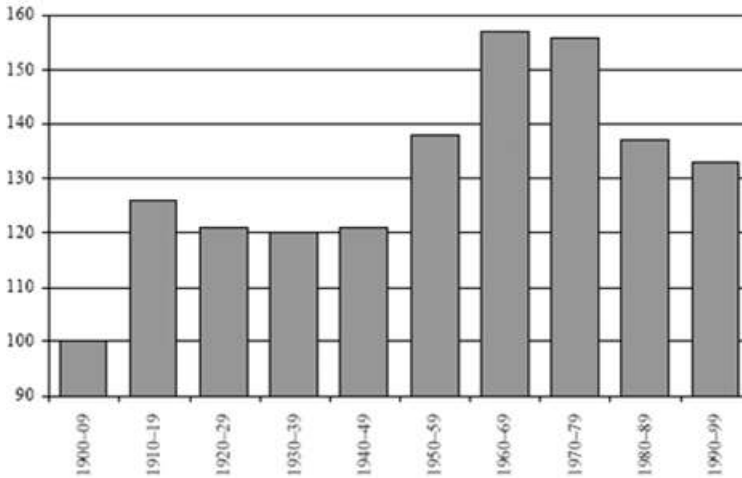


Рис. 52. Прирост ВВП по десятилетиям XX века относительно первой декады (100%), данные Worldwatch Institute Data Base, 2000.

Обозначения. Ось X – Годы, Ось Y – Прирост ВВП относительно предшествующего десятилетия, %.

Источник: Марфенин Н.Н., 2002, op.cit.

В 1950 гг. технооптимизм был на пике. Почти все верили что «бизнес как всегда» сможет достичь товарного изобилия для всех и в каждой стране. Ну, может быть, в самых отсталых это произойдёт позже, пропорционально разнице дат начала индустриализации. Ещё смешней, верили: окружающая среда не только выдержит соответствующую интенсификацию добычи ресурсов, и их «переработки» в товары – отложенные отходы, и размещение «дополнительных» отходов в экосистемах, но даже не ухудшится сколь-нибудь чувствительно для населения.

Сегодня мы знаем, что было наоборот. Именно в 1950–1960-е годы экологические проблемы нарастали быстрее всего и всего тяжелее переносились обществом, не привыкшим к тому, что это касается всех («чистой публики» так же, как «низших классов»). К концу 1960-х гг. базовый уровень загрязнения воздуха в крупных городах США, Японии, Великобритании и пр. был таков, что регулировщики работали в кислородных масках, а горожане прибегали к автоматам с воздухом. Темза, Рейн, Великие озёра, прочие водоёмы и водотоки развитых стран стали сточными канавами и помойными лоханями; начался крах ⁵⁸⁵рыболовного промысла в самых продуктивных зонах апвеллингов и пр⁵⁸⁵.

⁵⁸⁵ См. табл. 4.

Где-то с середины 1960 гг. все⁵⁸⁶ на собственной шкуре почувствовали, что «экологическая цена» развития экономики по сложившемуся пути неподъёмна. В первую очередь это касалось

1) проблем загрязнения, и следующих отсюда болезней, особенно загрязнения воды и воздуха в городах;

2) пестицидной опасности, вызывающей гибель певчих птиц, насекомых-опылителей и других полезных компонентов биоты; накопление ядов в пищевых цепях с долговременными токсическими последствиями; угрозу здоровью работников с/х; быстрое распространение устойчивых к обработкам рас целевых видов, так что экотоксические эффекты последних росли без снижения доли урожаев, уходящей «вредителям» (табл. 20);

3) быстрого разрушения природных биомов, дробящихся и исчезающих на наших глазах, особенно в странах третьего мира;

4) вымирания видов со скоростью, на порядки большей, чем в экологических кризисах геологического прошлого.

Возникло устойчивое ощущение: со сложившимся направлением развития и/или с темпами роста что-то не так. «Плата» за него (деградацией среды обитания человека) быстро росла при постоянном обнаружении её качественно новых аспектов. С 1950– 1960-х гг. начали точно документировать «производство» экологического риска и продуктивность биосферы, – и реконструировать в прошлое. Полученные данные, чем дальше, тем больше пугали; вышли первые книги, артикулировавшие это беспокойство («экоалармизм»)⁵⁸⁷.

Его несовместность с господствующим технооптимизмом вызывала тревогу, конфликт и фрустрацию, что «экологическая цена» экономического преуспевания не сокращается, а растёт, и как бы не быстрее роста материальных благ. Но как минимум до конца 1960-х гг. природоохранники не имели теории, на основе которой можно показать строго, что сложившаяся траектория развития ведёт в кризис, а экологические (социальные, демографические) проблемы накапливаются быстрее, чем решаются, почему быстрый рост сменится столь же быстрым падением.

Спор экоалармистов с технооптимистами мог быть разрешён на строго научной основе лишь после появления такого рода теорий. Последнее предпочтительней тем, что в науке, в отличие от обычного спора, столкновение взглядов – не проблема, а преимущество, поскольку

⁵⁸⁶ В первую очередь в развитых странах Запада. В силу меньшей экоопасности плановой экономики у СССР была форa в 5–10 лет, и его руководство разумно распорядилось ею, приняв нужные природоохранные меры заранее. См. История охраны природы, 1945 – ныне», <http://naturschutz.livejournal.com/6167.html>

⁵⁸⁷ См. таблицу дат и событий к «Истории охраны природы...».

из него следуют новые знания и проверка старой теории, с пониманием, как и куда её усовершенствовать.

Хотя число договоров, законов и т.д. норм, посвящённых охране окружающей среды, росло экспоненциально на международном и национальном уровнях⁵⁸⁸, оно отставало от утяжеления прежних проблем и появления новых. Однако при «лобовом столкновении» с экологическими проблемами люди всё-таки верили в их разрешимость технологическим путём, без изменения структуры природопользования (и, шире, всего производства), форм потребления и форм общежития, с сохранением уже существующих.

Апологеты западного капитализма и сторонники советского социализма равно верили, что продолжение нынешней траектории развития в будущее быстрее разрешает проблемы, экологические и социальные, чем порождает новые, что на этом пути переломных моментов не будет. Соответственно, экономический рост даст всем странам вечное изобилие с социальным благополучием, учащение/утяжеление же экологических проблем – это временные и преодолимые трудности.

До выхода в свет «Пределов роста» важнейшей из них считали сохранение «дикой природы» в заповедниках, заказниках и национальных парках. Исчезая при хозяйственном освоении, она нужна была как эталон и контроль при планировании рационального природопользования на эксплуатируемых территориях. Ещё понимали насущность сохранения ресурсов леса, рыбы, дичи и пр. для устойчивой эксплуатации, или насущность «зелёных колец» городов для санитарно-гигиенических целей; или планирования городского развития так, чтобы не подрывать природно-рекреационную базу региона⁵⁸⁹.

Однако все эти проблемы считались сугубо локальными. Не было понимания их связи и взаимодействия (в неблагоприятную сторону взаимного усиления и утяжеления последствий) на глобальном уровне.

Лишь появление альтернативной модели развития (кризисной вместо оптимистичной) разбило все названные предубеждения, позволив взглянуть в глаза фактам, ранее ускользавшим от рассмотрения именно из-за отсутствия концептуальной основы, которая ставит во главу угла и приводит в систему именно их. В этом и состоит прорывная теория: камень, отвергавшийся дотоле строителями, встаёт во главу угла. Без неё факты, не соответствующие общему мнению, рассматриваются как изолированные, нетипичные и пр. Они не приводятся в систему и остаются вне научного рассмотрения, даже если общая мощность

⁵⁸⁸ См. *Марфенин Н.Н.*, 2002, *op.cit.*, рис. 6–4, 6–21.

⁵⁸⁹ См. «Города, география с экологией».

множества таких фактов достаточно, чтобы господствующее мнение дискредитировать как предвзвешенное.

Работа Медоузов всё изменила. Она показала, что нынешние экологические проблемы будут не просто расти, но множиться и взаимодействовать. Поэтому каждая из них – не изолированный факт, обусловленный обстоятельствами «здесь и теперь», но часть глобальной системы «генерации» экологических рисков, которая суть «оборотная сторона» производства материальных благ. Далее, и это главное, при продолжении нынешней схемы экономического развития проблемы и риски, следующие из разрушения биосферы, нарастают быстрее, чем полезный продукт, «сделанный» экономическим ростом.

Отсюда в попытках предотвращения кризиса главный лимитирующий ресурс – не технологии или деньги, а время на принятие решений. Локальные экологические проблемы пытаются решать, но медлят и не успевают купировать; они разрастаются, сливаясь в глобальный кризис. Поэтому без заблаговременной перестройки структуры общественного производства рост неожиданно сменится коллапсом, к которому человечество не будет готово (это произойдёт быстрее наступления «обычных» кризисов перепроизводства, которые при капитализме тоже «внезапны»).

Споры вокруг модели World-3 дали начало обширным исследованиям изменений биомов под воздействием человека, динамики антропогенной нагрузки во времени, состояния мировых ресурсов и пр. Так, были реализованы Международная биологическая программа ЮНЕСКО, Международное гидрологическое десятилетие, программа «Человек и биосфера» и пр. Были получены первые оценки продуктивности разных биомов планеты (в сопоставлении с нарушенными участками), темпов вымирания, выбросов загрязнений и пр. За последние 30 лет достигнуты потрясающие успехи в *техниках* экологической реставрации, реинтродукции для спасения исчезающих видов (сноски 2, 83, 171, 223, 533).

Для многих биомов нашей планеты (может, и для большинства) у нас достаёт знаний, умений и навыков, чтобы, восстановив их, перейти к устойчивому использованию. Нужные техники экологической реставрации накапливаются человечеством, как банк семян в почве: когда глобальный капитализм рухнет, они пойдут в ход, ибо именно он препятствует их немедленной реализации.

Также работа Медоузов начала анализ материальных потоков в экономике отдельных стран и мира в целом, поспособствовав «возвращению» экономистов от денежного и ресурсного измерений экономической жизни к производственному. Она же одновременно концептуально убила технооптимизм – раз и навсегда. Вместо развития

собственных идей его сторонники переключились на критику модели, чем и заняты до сих пор. Вообще, редко какие концепции меняли общественные настроения так радикально и разом. Здесь социальный эффект был оглушительным, сравнимым с распространением дарвинизма в конце XIX века. Предупреждение Медоузов прозвучало вовремя и было действенным, заставив всех тех, кто хотел и мог, предпринять специальные усилия по сохранению биосферы.

Лекция 3. Локальный экологический кризис: варианты и возможности выхода

Краткое содержание. Ресурсные циклы: добыча сырья и восстановление из отходов. Рост антропогенных затрат на регенерацию сырья – основная тенденция прогресса технологий. Траектории развития, устойчивая и кризисная. Экологический кризис как затягивающаяся попытка сэкономить на регенерационных затратах. Краткосрочный выигрыш от «влезания» в кризис, долгосрочные негативные последствия от затягивания движения по кризисной траектории. Варианты разрешения кризиса: благоприятный, тяжёлый и катастрофический. Примеры из разных сфер природопользования развитых стран.

1. Природно-ресурсные циклы и их эволюция

Рассмотрим модели развития кризисов в системе «природа–общество», предложенные Д.И.Люри⁵⁹⁰. Они – частный случай модели «пределов роста», применённой к одной территории, эксплуатируемому ресурсу и технике природопользования. Скажем, сельхозугодьям разных районов России, СССР и США, к загрязнению воздуха (рис. 53) – или воды – в городах индустриально развитых стран (точнее, к эксплуатируемым при этом процессам самоочищения атмосферы), пастбищам Северной или Восточной Африки, рыболовным зонам в Мировом океане и пр.

С ними изучены варианты течения и исхода местных экологических кризисов, вновь и вновь появляющихся по ходу хозяйствования⁵⁹¹. Важнее всего исследовать шансы благополучного выхода (или наоборот, коллапса), с обстоятельствами, способствующими тому и другому. В каких случаях устойчив прогресс отрасли, эксплуатирующей данный ресурс на некой территории⁵⁹²? Когда развитие «срывается» в кризис (из которого при

⁵⁹⁰ Люри Д.И., 1999a, op.cit.

⁵⁹¹ Помимо уже обсуждавшихся случаев, см. «Последствия нефтедобычи в Луизиане», <http://www.socialcompas.com/2015/04/17/posledstviya-neftedobychi-v-luiziane/>; «История злоупотребления землёй в Америке», <http://naturschutz.livejournal.com/86657.html>; «Овцебык против северного оленя: и древние охотники», <http://novostinauki.ru/news/89273/>; «Водоплавающие Новой Зеландии и человек», <http://naturschutz.livejournal.com/49390.html>; Алексей Гиляров. Истребление древними охотниками крупных животных Австралии привело к необратимым изменениям природы, <http://naturschutz.livejournal.com/40549.html> и пр.

⁵⁹² Или, что то же самое, «экосистемные услуги» данных участков ландшафта.

одних условиях хозяйство выходит «без потерь»⁵⁹³, при других – «с потерями», но ресурс успевает восстановиться), а когда – нет? Третий вариант наихудший – искомый ресурс истребляется, за ним исчезает и промысел. Так было с с/хземлями при экстремальной эрозии, засолении, опустынивании; с дичью при плейстоценом перепромысле и т.д.

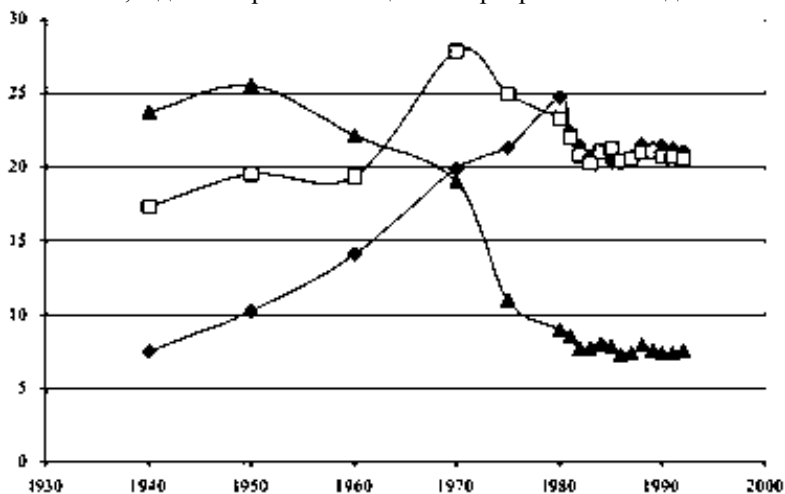


Рис. 53. Динамика эмиссии оксидов азота, диоксида серы и твердых частиц в США
Обозначения. Чёрные ромбы – оксиды азота NO_x, белые квадраты – оксид серы SO₂, чёрные треугольники – твердые частицы. Ордината – суммарные выбросы, млн. т./год
Источник: Марфенин Н.Н., op.cit.

Модель развивает идею ресурсных циклов И.В.Комара (1975). Используя ресурсы, биологические и минеральные, человек включает их в квазизамкнутые круговороты по типу ресурс→отход→ресурс. После добычи, переработки в товар и использования все они рано или поздно делаются отходами, вновь восстанавливающимися в ресурсы посредством природных и антропогенных механизмов. По участию в этих циклах ресурсы делятся на:

1. Природно – возобновимые: биомасса пищевая и непищевая (древесина, естественные волокна, каучук и др.); вода – для коммунальных нужд, орошения, охлаждения техники, как среда для разбавления загрязнений; воздух – для дыхания, разбавления

⁵⁹³ В смысле, без сокращения объемов природопользования (которыми измеряется продуктивность используемых способов эксплуатации). Эффективность их выражается отношением полученного продукта к затратам, складывающимся из суммы вложений непосредственно в добычу ресурсов и в регенерацию воспроизводящих их участков ландшафта, см. ниже.

промышленных выбросов и т.д. Использованные, они регенерируются природными механизмами, сформировавшимися задолго до человека. Их «производительность» критически зависит от ненарушенности природных ландшафтов, поддерживающих «экосистемные услуги» и имеет верхний предел, зависящий от «условий существования» конкретных биомов планеты. Разрушение «экосистемных услуг» восполнимо техникой и иными возможностями человеческого хозяйства; человек также может поднять производительность регенерации выше природной, но тогда конечный продукт не достанется даром.

2. Антропогенно-возобновимые: главным образом руды металлов (черные, цветные, редкие металлы) и неметаллические полезные ископаемые (строительные материалы, сера, калийные соли, фосфаты и др.). В принципе восстановимы из отходов, но природные механизмы для этого отсутствуют, общество их создаёт, затрачивая уже имеющиеся материалы и энергию (т. е. «вычитая» их из немедленного потребления). Оно также обеспечивает сбор, складирование, концентрацию и транспортировку отходов, чем ещё увеличивает регенерационные затраты.

3. Невозобновимые ресурсы: не восстанавливаются для повторного использования в принципе. Здесь в первую очередь вспоминается уникальное сырьё, вроде драгоценных камней (фактически штучных неповторимых произведений искусства). Однако важнее всего здесь энергоресурсы, углеводородные (нефть, газ, торф, сланцы) и неуглеводородные (уран, плутоний и пр.). Суммарно это $\approx 1\%$ всех используемых ресурсов (табл. 8), но благодаря их необратимой диссипации человек ускоряет природные циклы «отход → ресурс → отход» и формирует антропогенные.

«Теоретически» роль природы гораздо больше, чем восстановление нужных хозяйству ресурсов и предоставление «экосистемных услуг»: это и источник вдохновения, и кладёзь генетической, бионической и пр. информации. Но два перечисленных – необходимый минимум, важный для большинства населения. Вспомнив этапы развития взаимодействия человека с природой («кладовая»→«соратник»→ «экспонат», рис. 48) видим, что эффективность хозяйствования максимальна на первом. Люди тратились лишь на добычу (био)ресурсов и практически не производили регенерационных затрат, природа всё восстанавливала сама. На этом пути искомые «плоды» хозяйствования – суммарные объёмы ресурсопользования – сильно не увеличить. «Природа» начнёт деградировать (истощатся опромышляемые ресурсы, пойдёт разрушение вмещающего ландшафта и «экосистемных услуг»), и человек волей –

неволей берёт на себя часть задач по восстановлению ресурсов из отходов, чтобы не потерять всё⁵⁹⁴ (рис. 54–55).

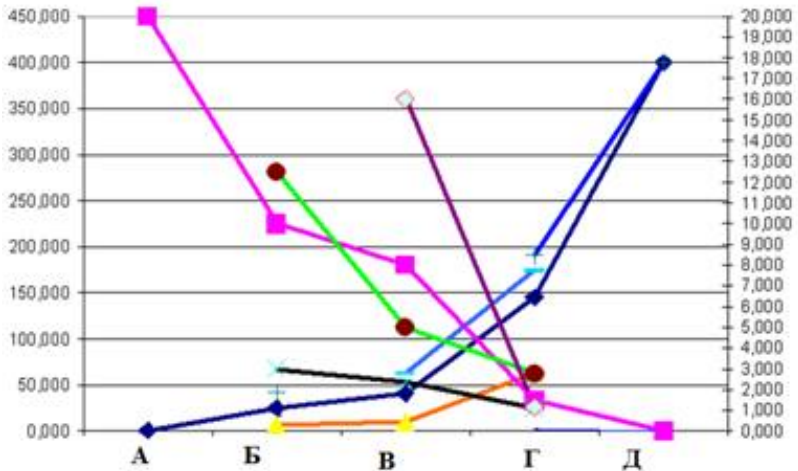


Рис. 54. Рост антропогенных затрат на восстановление ресурсов из отходов в прогрессе способов производства продуктов питания

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, op.cit.

Примечание. Обратите внимание на «обмен» роста объёмов ресурсопользования на снижение эффективности.

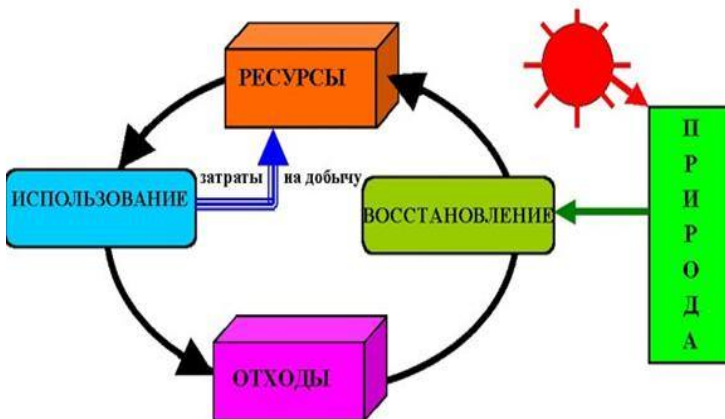


Рис. 55. 1. Природа – «мать» (или «кладовая»)

⁵⁹⁴ Одновременно это снижает нагрузку на природу, она успевает восстановиться и приспосабливается к новому уровню эксплуатации – скажем, формируя устойчивые вторичные ландшафты.

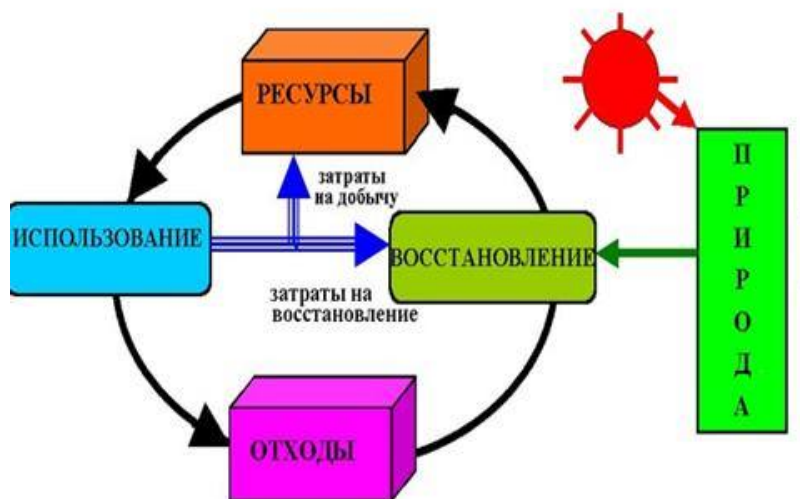


Рис. 55. 2. Природа – «соратник»



3. Природа – «музейный экспонат»

Рис. 55. Эволюция моделей ресурсопользования: рост вложений в антропогенную регенерацию ресурсов, падение относительной доли затрат на добычу.

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, op.cit.

2. Историческое развитие прогресса природопользования: рост общего выхода при снижении эффективности

Таким образом, устойчивое прогрессирование хозяйства достигается не просто ростом вложений в антропогенную регенерацию ресурсов, но общей перестройкой к подъёму производительности⁵⁹⁵. Люди всё больше тратят энергию не только на добычу ресурсов соответствующей отрасли, но и на восстановление плодородия, поддержание сортов, создание сельхозтехники, защиту растений и пр. Движение от архаичных форм природопользования к продвинутому связано с такой технологической, организационной, территориальной перестройкой, чтобы антропогенные затраты росли и всё продуктивней использовались. Наглядней всего изменения в сельском хозяйстве, поскольку его продукция «измерима» в единых единицах энергии.

Прогресс в эксплуатации сельхозугодий связан с увеличением антропогенных затрат на возобновление возделываемых культур (зерно на посев), защиту от с/х вредителей (табл. 20), на машинную обработку почвы, ежегодное восстановление плодородия (удобрения, мелиорация и др.), на фундаментальную и прикладную науку, обеспечивающую лучшие способы всего перечисленного. Луга окультуриваются (мелиорируются, удобряются, очищаются от кустарника и пр.), что поднимает урожайность кормовой травы⁵⁹⁶. В конце концов, эта тенденция меняет естественные пастбища одновременно на поля кормовых культур с большей урожайностью (клевер, кукуруза на силос и пр.) и стойловое содержание скота.

⁵⁹⁵ Однако же автор ошибается, считая все природно-ресурсные циклы способными двигаться в этом направлении до конца (с природой—«экспонатом»). Отмеченное им увеличение доли регенерируемых металлов, бумаги и других ресурсов в потреблении развитых стран сейчас обращено вспять (**лекция 2.9**). Хотя «проблема создания искусственных круговоротов антропогенно-возобновимых ресурсов давно вышла из сферы фантастики <>, и даже рассчитано, что вся сталь, необходимая США, может производиться из металлолома», всё перечисленное должно обеспечиваться водой, воздухом и пищей, что предполагает сохранение природы—«соратника» с неразрушенными экологическими услугами. Полностью техногенная регенерация возможна лишь для некоторых эксклюзивных ресурсов, вроде редких металлов — и то ей препятствует капитализм (см. выше).

⁵⁹⁶ См. «Зерновой кризис»...»

Те же тенденции фиксируются в «производстве» мяса, рыбы и других животных белков. Охота сменяется животноводством, звероводством и дичеразведением – с другой, рыболовство – рыбоводством и аквакультурой (табл. 21, рис. 56). Последняя ускоренно развивается: уже догнала рыбный промысел, обогнав производство говядины, и даёт больше животного белка, чем существующее «производство мяса»: 65 и 57 млн. т. ежегодно⁵⁹⁷.

Таблица 20

Современные потери урожая с/х культур как причина использования пестицидов

Культура	Урожай, млн. т.		Потери урожая, %			
	Фактический	Возможный	От вредителей	От болезней	От сорняков	Общие
Пшеница	265,5	351,1	5,0	9,1	9,8	23,9
Овёс	42,9	59,2	8,0	9,3	9,8	27,1
Ячмень	92,8	117,4	3,8	7,8	8,6	20,2
Рожь	32,6	38,5	3,2	5,2	9,3	17,7
Рис	231,9	438,8	26,7	8,9	10,8	46,4
Кукуруза	218,5	339,4	12,4	9,4	13,0	34,8
Картофель	270,8	399,9	6,5	21,8	4,0	32,3
Сахарная свёкла	211,2	280,2	8,3	10,4	5,8	24,5
Овощи	201,7	279,9	8,7	10,1	8,9	27,7

Источник: Сафаров М.Г., 2001. Гербициды: 2,4-Д // Соросовский образовательный журнал. № 9.

Таблица 21

Эволюция технологий «производства продуктов питания»: эффективность падает, а сбор растёт

Земледелие					
	Собирательство	Залежное. Подсечное	Трёхпольное	Агропромышленное	Тепличное
Сбор, 10 ⁹ Дж/га	0,8	25	40	145	>400
Эффективность, Дж/Дж	20	10	8	1,5	0,003
Животноводство					
	Охота	Отгонное	Пастбищное	Откормочное	
Сбор, 10 ⁹ Дж/га	<0,8	17 – 34	50 – 59	92 – 100	
Эффективность, Дж/Дж	10,0	2,0 – 1,5	1,0 – 0,2	0,1 – 0,05	

⁵⁹⁷ См. «Рыба или мясо?...».

Птицеводство

Сбор, 10^9 Дж/га	<0,04	67 – 75	92 – 126
Эффективность, Дж/Дж	10,0	2,0 – 1,0	0,5 – 0,1

Источник: Люри Д.И., лекция № 22, op.cit.

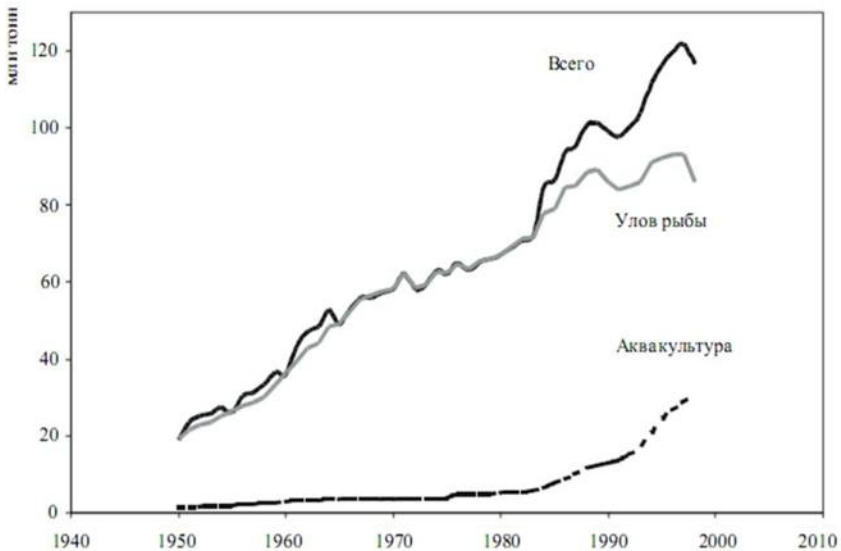


Рис. 56. Замена промысла искусственным разведением: динамика мирового улова рыбы и производства морепродуктов, 1950–1998 гг., млн. т.

Источник: Марфенин Н.Н., 2002, op.cit.

Ещё показательней смена промысла разведением в «производстве» мяса птицы (лекция 1.7)⁵⁹⁸. То же самое происходит в выращивании деловой древесины. Плантации быстрорастущих сортов деревьев (древодоходы) в 17–20 раз продуктивней природных лесов. Доля звероводства в пушных заготовках развитых стран (СССР, США, Канада, Скандинавские страны) в XX веке быстро росла, и сейчас составляет 90–95%. Так, в СССР пушное хозяйство было в хорошем состоянии. В послереволюционный период численность промысловых видов была стабильной⁵⁹⁹, восстановились популяции ценных видов, почти

⁵⁹⁸ См. «Ешь ананасы, рябчиков жуй...»

⁵⁹⁹ Это относится как к ценным видам «зимней пушнины» (белка, колонок, куницы, лисица красная, ондатра, песец белый, хори светлый и темный), так и к дешёвой пушнине «летних видов» – бурндуку, крысе водяной, кроту, сусликам, хомяку *Cricetus cricetus*. Их

истреблённых до революции (соболь, бобр, калан). Тем не менее, пик заготовок относится к 1930 и 1950 гг., и падает в 1960-е, за исключением бобра и соболя – их вытесняет продукция клеточного звероводства на тех же видах⁶⁰⁰.

Отсюда экологически устойчивое развитие предполагает падение эффективности природопользования, но не просто так, а пропорционально «обмениваясь» на рост его общих объёмов. С развитием технологий типа «природа–соратник» общество вкладывается в восстановление качества воды и воздуха: строит очистные сооружения, ставит фильтры на трубы, создаёт оборотные или замкнутые системы водоснабжения и пр.⁶⁰¹ Увеличивается использование вторсырья в общем выпуске разных видов металлов, бумаги, стекла, продуктов химического производства.

Это *снижает* эффективность хозяйствования (т.е. отношение полезного результата к произведённым затратам и/или возможным рискам). Зато увеличивается выход – объёмы ресурсопользования при помощи данных технологий (тем больше, чем больше человек вкладывается в регенерацию ресурсов из отходов). Поэтому «обмен» роста ресурсопользования на снижение эффективности – главная закономерность *прогресса* всех отраслей хозяйствования (табл. 21).

В норме траектория развития устойчива, если рост регенерационных вложений идёт в меру ослабления восстановительных сил природы при данной интенсивности эксплуатации (рис. 57). Но часто экономические стимулы и социальные влияния, изложенные в лекциях 1–2, побуждают «сойти» с неё, и двигаться в сторону всё большего развития кризиса (вправо и над кривой рис. 57).

На стадии «природа–мать» собирательство обеспечивало 0,4–20 кг/га продуктов питания в год, в зависимости от различий в продуктивности экосистем. Охота даёт около 50, в умеренной зоне – 1–10, в местах с наибольшей массой мегафауны (и минимально опустошённых плейстоценовым перепромыслом, вроде африканских саванн) – до 250 кг/га в год⁶⁰².

Таким образом, охота и собирательство дают людям с пищей $0,2\text{--}200 \cdot 10^3$ ккал/га в год. Они были исключительно эффективны: затраты на промысел потребляемых биоресурсов составляли не более 10–20% их пищевой и энергетической ценности. Первобытные люди жили в

добывали в основном любители и подростками, часто в рамках мероприятий по борьбе с с/х вредителями. Дёжкин В.В., 2005, *op.cit.*

⁶⁰⁰ См. Дёжкин В.В., 2005. Охота и рыболовство в США и России: пища для размышлений// Россия в окружающем мире: 2004 (Аналитический ежегодник). М.: Модус-К — Этерна. С. 151–179.

⁶⁰¹ См. Стольберг Ф.В., 2000, *op.cit.*

⁶⁰² Рассчитывается по биомассе охотничьих видов в соответствующих сообществах.

«обществе первоначального изобилия»: для средnedостаточного объёма средств к существованию хватало 4–5 ч труда в день. Нынешние охотники–собиратели и часть земледельцев так живут до сих пор: обсуждение проблемы появления классов и государства и начала письменной истории человечества идёт вокруг факторов, заставляющих интенсифицировать труд и длить рабочий день⁶⁰³.

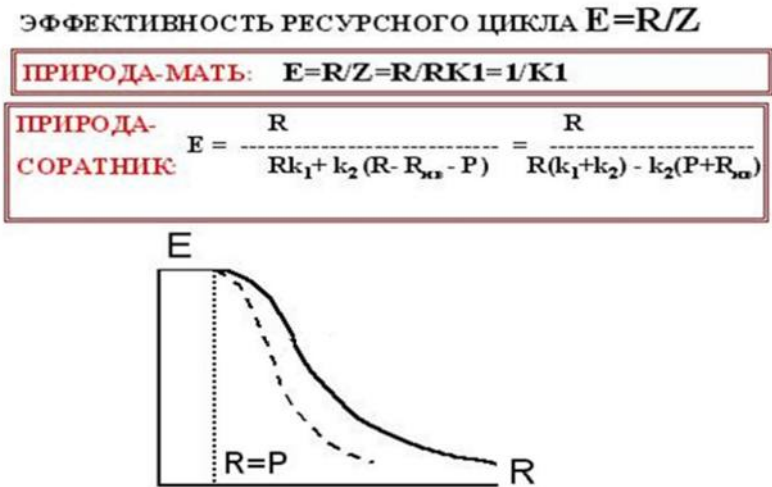


Рис. 57. Траектория устойчивого развития при прогрессе технологий природопользования в координатах «эффективность – общий выход»

Обозначения. Пунктир – с учётом уничтожения естественных экосистем.

Источник: Люри Д.И., лекция № 22, op.cit.

При переходе к технологиям типа «природа–соратник» (с появлением подсечно–огневого и залежного земледелия) объём получаемых ресурсов вырос приблизительно на порядок. Д.И. Люри (1999аб) показывает, что собирательство давало $0,2\text{--}100 \cdot 10^3$ ккал/га в год, залежное зерновое хозяйство в Чернозёмном Центре России – до 1000, подсечно–огневое земледелие – до 7000 и даже до 10000 ккал (выращивание кукурузы в Мексике и овощей новогвинейцами по неолитической технологии).

Важно подчеркнуть, что при подсечно–огневом земледелии в первые годы после сведения леса урожаи исключительно высоки (сравнимы с даваемыми современным сельским хозяйством или выше). Причина понятна – доагрикультурный лес накопил большие запасы органики в

⁶⁰³ См. Салинз М., 1999. Экономика каменного века. М.: изд-во ОГИ. 292 с. Раннее государство, его альтернативы и аналоги. Сборник статей под ред. Л. Е. Гринина, Д. М. Бондаренко, Н. Н. Крадина, А. В. Коротаева. Волгоград: изд-во «Учитель». 560 с.

виде мортмассы, подстилки: после его сведения она используется для налива зерна вся и сразу, как вода, скопившаяся за плотинкой⁶⁰⁴.

При последовательном использовании подсеки на одной территории (пятнами с определённой периодичностью) плодородие почвы и урожайность быстро снижаются, заставляя переходить к более совершенным технологиям «природа–соратник». Часть земли надо не распахивать под зерновые, но использовать под пастбище, чтобы удобрять остальное (по русской пословице, отражающей реалии традиционного с/х, «корова не молочница, корова навозница»). Всё большая часть энергии, полученной с прошлого урожая, тратится на более тщательную обработку земли и изготовление более разнообразного инвентаря, сбор и сохранение семян. В менее продуктивных районах нормы высева и расхода удобрений устойчиво выше; верхний предел продуктивности задан почвенно–климатическими условиями данной местности, а прогресс с/х технологий определяет скорость достижения «потолка»⁶⁰⁵».

Аналогичное падение продуктивности происходит при использовании на одной и той же территории таких способов ведения с/х как залежный, переложный и даже трёхпольный. Поэтому традиционное с/х неизменно оказывается перед дилеммой – или рост неустойчивости, учащением неурожая и голода, или интенсификация. Так, в разных регионах Европейской России равно фиксируется снижение урожайности (минимальное в прибалтийских губерниях, где интенсификация с/х началась раньше, наибольшее – на плодороднейших чернозёмах⁶⁰⁶).

Во втором случае в с/х приходят «плоды» городской промышленности – машины, минеральные удобрения, пестициды, новые районированные сорта с передовой агротехникой, почвенные карты, селекционные станции, позволяющие вести с/х дифференцированно. Это увеличивает объёмы ресурсопользования ещё на порядок, при пропорциональном падении эффективности. Доля регенерационных затрат возрастает с 0 до 50–70%, на добычу же падает со 100% до 50–30%.

Уточнение деталей. При традиционном ведении с/х рост объемов ресурсов, получаемых с единицы площади, ограничен по двум причинам. Восстановление плодородия почв происходит медленно, так что большая часть площади пребывает под залежью, а не под посевом. И, сколько бы участок ни «отдыхал», содержание биогенов в почве не может превысить характерного для региона, а урожайность ограничивает именно оно.

Поскольку традиционное с/х принципиально неустойчиво, его продолжение ведёт к коллапсу или заставляет перейти к интенсивным системам земледелия. Там человек вкладывается в восстановление плодородия почв, и регенерационные вложения вырастают

⁶⁰⁴ См. Восточноевропейские леса..., 2004. Т. 2, *op.cit.*

⁶⁰⁵ См. «Сравнение с/х СССР–США...», *op.cit.*; «Про неустойчивость традиционного с/х»

⁶⁰⁶ См. Дулов А.В., 1983. *op.cit.*, табл. 4 и стр. 50–60.

до 80% всех затрат ресурсопользования (из них 60% – на восстановление плодородия почв, 40% – на восстановление с/х культур, причём в динамике первый тип затрат обгоняет второй).

Простейшая система такого типа – трёхполье: продвинутые системы⁶⁰⁷ используют севооборот и дифференцированы, т.е. «подогнаны» к почвенно-климатическим условиям конкретного района. Поэтому их названия указывают на область использования, иногда – и на дополнительные функции (почвозащитные и пр.): зернопаровая почвозащитная система земледелия Северного Казахстана; пропашная система на орошаемых землях Средней Азии; зернотравянопропашная почвозащитная система земледелия лесостепных районов центрально-черноземной зоны.

Разработка таких систем требует

1) «научного инструментария» в виде почвенно-климатических карт, карт растительности разных масштабов, от страны в целом до отдельных хозяйств;

2) создания сети станций «мониторинга природных условий» географически различных местностей, прежде всего метеорологических, и «испытания агротехники» применительно к разным районам страны, прежде всего селекционных и сортоиспытательных станций (выведение т.н. районированных сортов). Что появилось лишь по завершению коллективизации⁶⁰⁸.

Уже трёхполье увеличивает долю посевов в общей площади территории до 2/3, и частично снимает лимит урожайности, делая его зависимым от вкладываемых удобрений. Если удобрения – минеральные, промышленного производства, лимит устраняется почти полностью, если навоз – то незначительно (остаётся ограничение продуктивностью лугов и численностью скота, причём луга конкурируют с пашней за территорию). При этом увеличение цен на зерно толкает крестьянина и помещика больше распахивать за счёт лугов, вздорожание же скота ведёт к перевыпасу⁶⁰⁹. Соответственно, кормовые угодья сокращаются в первом случае и деградируют во втором, ухудшая возможности внесения удобрений под полевые культуры.

В ряде регионов (вдоль «великих речных долин» – в Египте, Месопотамии, Эламе, Хуанхэ и Янцзы) почвенное плодородие восстанавливалось путём ирригации, за счёт биогенов ила, приносимого паводками. Его содержание в паводковых водах полагает предел продуктивности традиционного с/х в данных местностях.

Если выращивание продуктов питания – частное дело крестьянина (колготящегося на своём участке как может, голодающего при каждой засухе, наводнении, граде, своими силами интенсифицирующего земледелие – если разбогатеет), плодородие почвы необратимо убывает, и даже в хорошие годы средняя урожайность до смешного низка, как в царской России. Для перехода к высокой продуктивности «городская промышленность и наука» должны прийти на помощь крестьянину, дав ему сорта, агротехнику, машины, удобрения и пестициды – «по старинке» тут не годится. Иными словами, современное (агропромышленное) земледелие отличается тем, что средства для регенерации ресурсов берутся не из сферы самого с/х, но «извне», из «города» промышленности и науки.

⁶⁰⁷ Например, зернопаровая (паровая), зернотравная (улучшенная зерновая, травопольная), зернопаропропашная (улучшенная зерновая, паропропашная), зернотравянопропашная (плодосменная), пропашная (промышленно-заводская, огородная).

⁶⁰⁸ См. «И засуху победим!»

⁶⁰⁹ См. Дулов, 1983; Люри, 1999аб, op.cit.

Здесь объёмы ресурсопользования ещё возрастают. При 60% распашке территория Черноземья России даст сельскохозяйственной продукции $0,4 \cdot 10^{16}$ Дж в год (потенциальный уровень), при трехполье в 1900 году – $15 \cdot 10^{16}$ Дж, при агропромышленном земледелии в 1985 г. – $107 \cdot 10^{16}$ Дж.

Но и агропромышленное земледелие не обходится без «экосистемных услуг» и природных ресурсов (воды, углекислоты), пользуется естественным тепловым режимом и химическим составом почвы. Эти ограничения снимаются при тепличном и гидропонном земледелии, относящимся уже к технологиям «природа–экспонат». Однако их доля не будет значительной: искусственную почву мы изготавливать не умеем и вряд ли научимся в ближайшие 20–30 лет до кризиса.

Далее Д.И. Люри (1999) показывает те же закономерности в развитии других форм добычи биоресурсов и эксплуатации ландшафтов. Охота даёт не более $100 \cdot 10^3$ ккал животных продуктов питания с га угодий в год. Самое примитивное отгонное животноводство увеличивает выход до $4000\text{--}8000 \cdot 10^3$ ккал/га в год, но около половины полученного тратится на содержание животных и уход за ними. Вкладываясь в увеличение продуктивности лугов, животноводы подняли эту цифру $15000 \cdot 10^3$ (пастбищные технологии). При откормочных технологиях искусственно выращиваются и корма, что увеличивает выход до $25000 \cdot 10^6$ ккал/га и более.

Использование рыбных и лесных ресурсов проходит такую же эволюцию (рис. 56). Ежегодно леса восстанавливаются искусственно на площади >11 млн. га ($\approx 0,37\%$ всей площади лесов планеты). В Северной Америке, Европе, бывшем СССР это соотношение доходит до $0,5\text{--}0,8\%$. Это обеспечивает стабильность и даже увеличение площади лесов⁶¹⁰ при достаточно интенсивных заготовках (более интенсивных, чем в лесах «третьего мира»). Медленнее всего лесовосстановление идёт в странах с *большими* лесными запасами, быстрее всего в бедных лесом. Поэтому обезлесение присуще прежде всего странам с большой площадью лесов (частный случай «проклятия ресурсного богатства» при капитализме, см. лекцию 2.12).

⁶¹⁰ Приводимые Д.И. Люри оптимистичные данные относятся к 1990 гг. Данная ситуация в целом сохранялась и в начале 2000-х, но потом леса развитых стран стали сокращаться из-за массовой гибели древостоев, вызванной вспышками размножения стволовых вредителей (в основном разных видов короедов *Scolytidae*). См. «Новые данные о потере лесов на планете», <http://www.socialcompas.com/2014/05/16/novy-e-danny-e-o-potere-lesov-na-planete/>

Фактически ситуация с лесовосстановлением описывается той же колоколообразной зависимостью доли использования «вторсырья» от объёмов потребления данного вида сырья в целом, что установлена автором для рециклинга разных видов металлов (табл. 16).

При использовании водных ресурсов чистая вода превращается в отход (сливы загрязнений) и пар. На большей части планеты естественные механизмы самоочищения, гидро- и биологические, уже не справляются с нынешним уровнем сбросов. Введение очистных сооружений и замыкание систем водоснабжения позволили ещё увеличить объёмы водопотребления. С 1954 по 1983 г. в США водопотребление промышленности возросло почти вдвое, доля восстановленной воды – с 44% до 70%. В крупных городах ЕС вода очищается на 57%. Однако интенсификация антропогенных механизмов очистки и «экономии» потребления на большинстве территорий отстаёт от суммарного роста загрязнения и потребления водных ресурсов.

На этом основании Д.И. Люри выделяет параметры, необходимые для расчёта траекторий устойчивого развития ресурсопользования. В идеале они отвечают трем требованиям, связанным с критериями экоустойчивости Г. Дейли:

- количество используемых обществом ресурсов R постоянно растёт,
- все используемые ресурсы (кроме энергетических) восстанавливаются из отходов посредством природных и антропогенных механизмов ($P + V/k_2 = R - R_s$, где k_2 – удельные затраты восстановления), т.е. используются неистощительно.

- «растраченные» энергоресурсы без задержки замещаются новыми (древесина – углем, потом – газом и нефтью, ядерной и термоядерной энергией и т.д.).

Искомая траектория (рис. 58) получается несложными математическими операциями над названными параметрами.

Она показывает, как по мере увеличения объёмов ресурсопользования изменяются его эффективность, затраты ($Z = D + V$, вложения в добычу и восстановление ресурсов соответственно), и объёмы потребления R . Движение по устойчивой траектории даёт массу плюсов: общество непрерывно богатеет, растёт его технологическая и экономическая мощь, отсутствуют экологические войны и кризисы, вода и воздух остаются чистыми, почвы плодородными, запасы минерального сырья неистощимыми и даже рыбы, сбившись в неисчислимые стаи, радостно щелкают плавниками.

Достоинств много, а недостаток один. Рост объёмов ресурсопользования сопровождается непропорциональным увеличением затрат на восстановление и эффективность его поэтому постоянно снижается. Из-за этого объёмы потребления растут непропорционально медленно, а в определенных случаях – стабилизируются и даже падают. Но ведь именно этот рост – главная цель материальной деятельности людей!

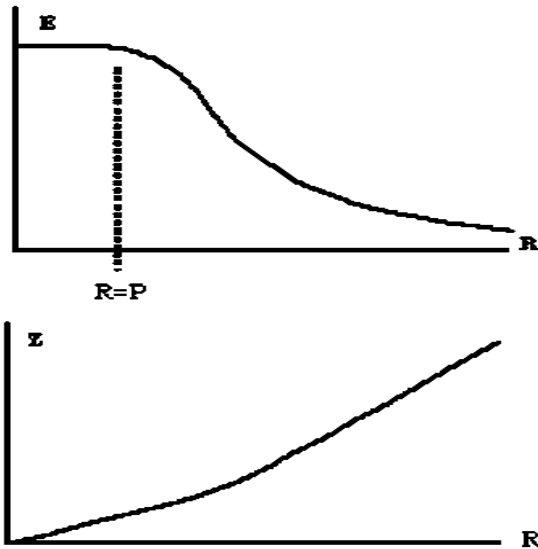


Рис. 58. Изменение эффективности и затрат $Z=D+V$ ресурсопользования по мере роста объемов ресурсопользования при его развитии по устойчивой траектории

Обозначения. Пунктир – $R = P$.

Источник: Люри Д.И., 1999б, op.cit.

Свой вклад в усиление этого противоречия вносит глобализация, распространяющая по миру «западные» ценности постоянно растущего потребления («уровня жизни»). Культуры с другой шкалой ценностей (скажем, восточные, базирующиеся на идее стабильности) не выдерживают давления и быстро вестернизуются. Возникает занятный парадокс: получая с «западными» ценностями сознание необходимости перехода к устойчивому развитию, они одновременно теряют необходимые для этого культурные предпосылки. В конце концов, получается, что устойчивое развитие противоречит бытовым устремлениям все большей части человечества, особенно «потребительского класса». Поэтому в действительности развитие ресурсопользования идет по иному пути – влезть в кризис, получить кратковременный выигрыш в виде увеличения объёмов ресурсопользования, а долговременные последствия определяются тем, как общество распорядится этим преходящим излишком, см. ниже.

3. «Влезание» в кризис: причины и внешние обстоятельства

Поэтому эволюция антропогенных ресурсных циклов состоит в следующем. Увеличение объемов ресурсопользования (R) сопровождается ростом антропогенных вложений в восстановление ресурсов, т.е. интенсификацией природных и созданием искусственных ресурсных циклов. Это а) позволяет постоянно повышать R без истощения эксплуатируемых ресурсов; б) снижает эффективность ресурсопользования (E) и темпы роста объемов потребления.

Всё вышесказанное означает, что модель Люри предполагает регулятор взаимодействий в системе «природа–общество», направляющий развитие в сторону долговременного выигрыша. Это отрицательная обратная связь «рост объёмов ресурсопользования снижает его эффективность», что, в свою очередь, снижает объёмы чистого потребления, тормозит рост R и, в конце концов, останавливает его. Но поскольку хозяйствующие субъекты сегодня ориентированы на краткосрочный выигрыш (лекция 1), в каждый отдельный момент у общества в целом есть тенденция этот регулятор «сломать», войти в кризис в надежде, что он ненадолго (тем более, что умеренное нарушение выгодно, можно «снять сливки»).

Поэтому при прочих равных общество, особенно капиталистическое, «стремится» сойти с траектории равновесного («устойчивого») развития ресурсопользования. В момент кризиса его эффективность E резко падает, а затраты Z столь же быстро растут, что ухудшает и без того плачевную ситуацию и затрудняет какие-либо действия по выходу из кризиса (рис. 59).

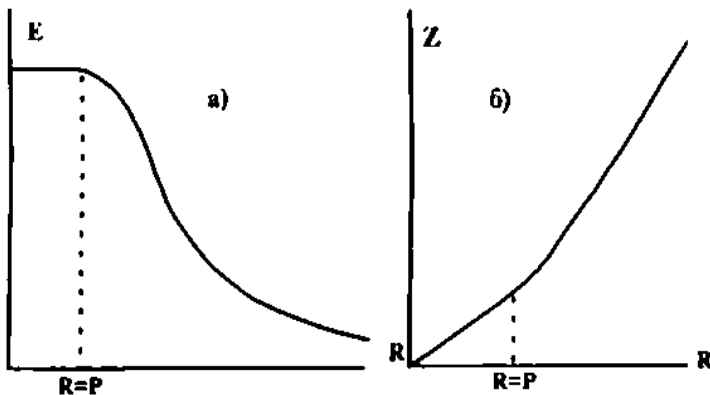


Рис. 59. «Зависимость эффективности E (а) и затрат ресурсопользования Z (б) от объемов ресурсопользования R

Примечание. В момент экологического кризиса затраты на использование ресурсов резко возрастают (б), а эффективность, соответственно, столь же резко падает (а). Так было в сельском хозяйстве чернозёмной России в начале XIX века, и этот график с точностью воспроизвели фермеры Техаса (США) в результате пыльных бурь 1930-х гг. XX века»

Уточнение деталей. Необходимые обозначения здесь:

« R – объем ресурсопользования, количество всех ресурсов, возобновимых и невозобновимых, первичных и вторичных, используемых обществом в единицу времени. $R = R_{\text{не}} + R_{\text{ав}} + R_{\text{нов}}$, где $R_{\text{не}}$ – природно-возобновимые, $R_{\text{ав}}$ – антропогенно-возобновимые, $R_{\text{нов}}$ – невозобновимые ресурсы;

Q – запас этих ресурсов в природе;

k_1 – удельные затраты на добычу, количество вещества и энергии, затрачиваемое на добычу единицы ресурса;

D – суммарное количество вещества и энергии, затрачиваемое на добычу R ресурсов:

$D = k_1 * R$, $k < 1$, D – часть от R ;

k_2 – удельные затраты на восстановление ресурса из отходов;

V – общие затраты вещества и энергии на восстановление отходов обратно в ресурсы:

V – часть от R ;

$Z = D + V$ – общие затраты на обеспечение ресурсного цикла: Z часть от R ;

$A = R - Z$ – объем потребления: $A = j + i$, где j – чистое потребление, которое складывается из прямого потребления, косвенного и i – непродуктивных потерь (доля ресурсов, превращающаяся в отходы, минуя потребление). Усовершенствования в производстве полезных вещей из добытых ресурсов (прогресс в технике, организации, экономии и др.) меняют соотношение между i и j , увеличивая первое, уменьшая второе;

$E = R/Z$ – эффективность ресурсопользования. В закрытых системах меняется от 1, когда объемы потребления $A = 0$, до бесконечности, когда объемы потребления приближаются к объемам ресурсопользования $A = R$;

$W = R$ – количество отходов, образующихся из R ресурсов в единицу времени, включающее в себя отходы природно-возобновимых, антропогенно-возобновимых и невозобновимых ресурсов: $W_{\text{не}} + W_{\text{ав}} + W_{\text{нов}} = R_{\text{не}} + R_{\text{ав}} + R_{\text{нов}}$;

P – количество отходов, восстанавливаемых природой обратно в ресурсы за единицу времени: P – часть от R ;

P^* – максимально возможное количество отходов, которое может восстановить природа за единицу времени, регенерационный потенциал: $P < P^{*611}$ ».

Эффективность здесь – отношение R (все используемые ресурсы, добытые и восстановленные) к общим затратам добычи и восстановления: $E = R/Z$. Чем выше эффективность, тем дешевле «досталась» каждая единица ресурса, тем больше «осталось» для потребления. Все средства общества направляются на четыре цели – добычу ресурсов, антропогенное восстановление их, чистое потребление и непродуктивные потери: $R = D + V + j + i$. Рано или поздно ресурсы stanовятся отходами, балансовое уравнение для них в принятых обозначениях: $W = R - P - V/k_2$, для запасов – $Q = Q - R + P + V/k_2$. См. рис. 60.

⁶¹¹ См. Люри Д.И., 1999б, op.cit.

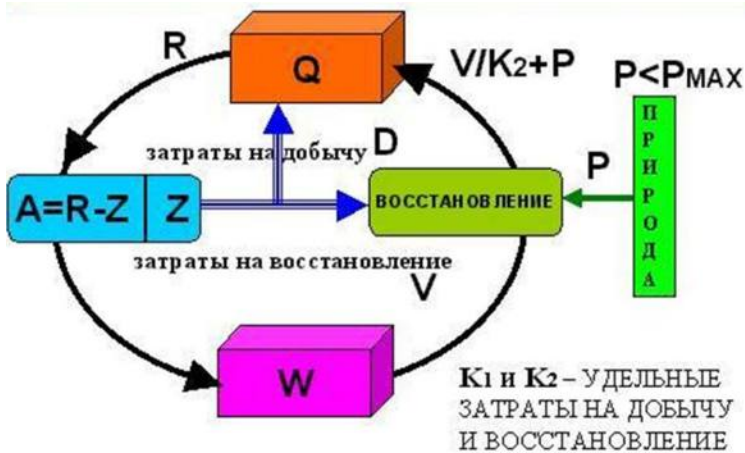


Рис. 60. Эффективность ресурсопользования и её составляющие

Далее автор рассматривает изменение эффективности ресурсопользования E и объемов потребления A с ростом R , по ходу которого в одних случаях развивается экологический кризис, в других – всё хорошо, развитие устойчиво. В чём отличия кризисной траектории от устойчивой, какие факторы направляют процесс по первой или второй?

Согласно модели, чем больше хотим увеличить R , полученный эксплуатацией почв, леса, рыбы и пр. ресурсов, тем больше мы перестраиваем способ эксплуатации так, чтобы доля общества в регенерационных затратах росла, с падением доли природы. Если первое идёт пропорционально второму, то всё хорошо – и кризиса нет, мы «берём» от природы максимум возможного.

Если по каким-то причинам мы хотим (или вынуждены) сэкономить на регенерационных затратах и увеличить добычу ресурса, не компенсируя её ростом участия в восстановлении, развивается кризис. В обратном случае (вложения в регенерацию растут быстрее продукта на выходе) природопользование невыгодно. Устойчивая траектория суть «золотая середина» между ними: в координатах E ; R она выглядит как гипербола, падающая тем круче, чем ниже устойчивость эксплуатируемых ландшафтов (рис. 57).

Однако экономические стимулы подталкивают «сойти» с устойчивой траектории на кризисную, увеличивая R без пропорциональных вложений в регенерацию ресурса, особенно если нет действенного сопротивления общества и природоохранников. Возникает дополнительный излишек, за счёт некомпенсированного подъёма нагрузки на природу – «соратника». А дальше в зависимости от его использования обществом реализуются три разные возможности. При неблагоприятном развитии кризиса

излишек проедается без изменения типа хозяйства, т.е. причин, вызвавших кризис данной формы природопользования при данной нагрузке. В наихудшем случае общество ещё дальше продвинется по кризисной траектории: скажем, дополнительно вырастут население и/или потребительское давление, выбросят ещё больше без введения очистных систем и пр. Всё это «взваливает» дополнительную (и экспоненциально растущую) нагрузку на природу—«соратника», разрушающегося и под прежней.

Чем больше «шагов» вперёд сделано по кризисной траектории, тем ниже шанс вернуться на равновесную без трудностей и потерь в природе (разрушение ландшафта, потери биоразнообразия) и в обществе (снижение объёмов ресурсопользования, в худшем случае голод, болезни, войны, сокращающие численность населения). В конце концов, ресурс истощается, бизнес взял свои прибыли и оставил людям отравленную воду и землю. Для них кончилось прежнее процветание и вернулась бедность, нужно изыскивать новые занятия.

Из рисунков 57–59 видим: «по мере роста объёмов ресурсопользования увеличение антропогенного регенерационного вклада сначала ускоряется, затем начинает замедляться. В идеальном виде графики стремятся к S-образному виду, хотя в реальности эта тенденция проявлена нечетко. Богатые страны со сверхвысоким использованием ресурсов не отличаются должной сверхвысокой активностью в их восстановлении, а предпочитают поддерживать и увеличивать достигнутый уровень потребления за счет расширения импорта. Более бедные страны ориентируются на усиление использования первичного сырья, даже, несмотря на истощение его запасов⁶¹²». Причина этого в капитализме, см. подробнее лекцию 2.

Следовательно, перестраивая ресурсную базу и интенсифицируя ресурсные циклы, общество усиливает или ослабляет темпы падения эффективности ресурсопользования с ростом его объёмов, чем (в первом случае) тормозит рост потребления. Однако оно выигрывает «на длинной дистанции», когда, несмотря на увеличение количества используемых ресурсов, постоянно поддерживается ресурсно-экологическое равновесие, исключаящее исчезновение лесов, деградацию почв и пастбищ, загрязнение воды и воздуха и др.

Когда следующие «шаги» в росте потребления даются все труднее, это заставляет общество уделять необходимое внимание демографическим и экономическим проблемам, ограничению численности населения и воспитанию умеренных appetites каждого отдельного «едока». При строгом следовании этой стратегии в системе

⁶¹² См. Люри Д.И., 1999б, *ibid.*

«общество – природа» возникает обратная связь, тормозящая бесконечное увеличение объемов ресурсопользования и потребления. Важно, что кризисная ситуация при таком развитии событий нарастает постепенно, оставляя людям время, необходимое для осмысления происходящего и принятия решений. У них есть шанс шаг за шагом нащупать «золотую точку» в координатах R ; E , характеризующуюся максимальным объемом потребления при приемлемой эффективности.

4. Экологический кризис: варианты и возможности выхода

Однако возможность бескризисного развития при капитализме гарантированно не используется. Как многожды было показано, кнут и пряник рыночной экономики равным образом побуждают как «влезать в кризис», экономя на регенерационных затратах, так и длить движение по кризисной траектории далеко за пределы точки невозврата, чтобы не перестраивать прежний способ хозяйствования.

Из модели Д.И. Люри следует, что «вхождение в кризис» не останавливает прежних, приведших к нему форм эксплуатации ландшафта, но – как минимум первоначально – даже подстёгивает их. Ибо стимулирует использование более изощрённых способов эксплуатации, позволяющих «взять» прежний урожай (улов, кубики и пр.) на более бедных и легче эродируемых почвах, с более негативными последствиями для нецелевых видов промысла и пр. Хозяйство ведёт себя как запойный пьяница, опрокидывающий кружку за кружкой, не обращая внимание на неумолимо растущий счёт у трактирщика.

Уточнение деталей. «Развитие экологического кризиса в системе природа-общество связано с прохождением шести критических точек. Кризис возникает, когда человек начинает потреблять больше, чем природа способна восстановить (0, см. рис. 60–61). В точках Acr_{max} (2) и R_{max} (3) увеличение потребления и ресурсопользования сменяется их уменьшением.

При прохождении точек Aeq_{max} (1) и Aeq_0 (4) теряются некоторые возможности безболезненного возвращения к равновесному развитию. Если дело доходит до точки 5 (см. рис. 61), система перестает существовать. Каждая из названных особых точек разделяет кризисную траекторию на несколько этапов.

Первый этап (от точки 0 до точки 1) длится до тех пор, пока объёмы потребления не достигают значения, равного максимальному равновесному, $Asc = Aeq_{max}$. Это событие никак не проявляется в реальности, но до этого момента возможен выход из кризиса без снижения объёмов потребления, после – нет. Для восстановления равновесия в этот период достаточно и дальше наращивать объёмы ресурсопользования по кризисной траектории, но направлять получаемую прибавку не только на наращивание потребления, но и на регенерацию природного потенциала.

Тогда общество может перейти на устойчивую траекторию, не испытав падения объёмов потребления, и дальше наращивать его уже в условиях ресурсно-экологического

равновесия (рис. 61а). За выход из кризиса платят лишь временным снижением темпов роста потребления. Но трудно решиться на этот маневр: в это время движение по прежнему пути намного выгоднее и не требует даже такой малой жертвы.

Если события развиваются и дальше по кризисной колее, Asr становится больше Aeq_{max} (рис. 61в). На втором этапе (от точки 1 до точки 2) переход к равновесному развитию неизбежно должен сопровождаться временным снижением объемов потребления. Однако до наступления второго критического момента Asr_{max} ещё можно ослабить трудности «периода перестройки» и даже на время избежать их, вовлекая в оборот новые виды и новые источники ресурсов.

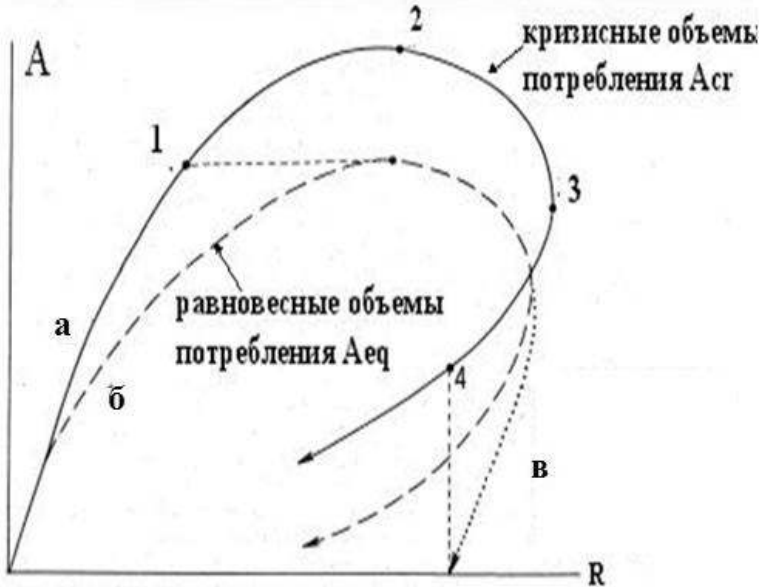


Рис. 61. Критические точки в развитии экологического кризиса

Обозначения. **А** – Кризисная траектория, **Б** – равновесная траектория, **В** – катастрофическая траектория

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, op.cit.

В это время «кризисные излишки» потребления достигают максимума (рис. 61). Общество добивается того, ради чего оно встало на путь кризиса, его материальное богатство делается наибольшим за все годы. Именно этот экологически «неправедно нажитый» капитал открывает возможность успешного перехода к равновесному развитию. Можно направить часть имеющихся средств на добычу новых, еще не истощенных ресурсов, и тогда увеличение удельных затрат на добычу временно прекратится, если кладовые их еще полны. В результате темпы роста объемов ресурсопользования и потребления возрастут. Такой маневр позволяет выйти из кризиса без снижения объемов потребления (рис. 61) или заплатить за выход гораздо меньшим падением их, чем было бы необходимо при прежнем «ресурсном меню».

... Высокая вероятность перехода к третьему (2–3) этапу (рис. 61) определяется тем, что даже этот благоприятный путь сперва *менее выгоден*, чем продолжение кризисного. Преимущества равновесного развития проявятся лишь погода, а вначале для перехода к нему нужны средства из собственного кармана. Поэтому общество всегда тянет с принятием необходимых мер. Если оно не перешло к восстановлению ресурсов до момента (2) Asr_{max} ,

далее сделать это становится всё труднее. Объемы потребления падают, средства тают, вложение их в добычу новых ресурсов всё менее вероятно. Чтобы перейти от кризисного к равносному развитию, человек вынужден теперь брать средства для регенерационных вложений из потребительской части бюджета, ускоряя её сокращение.

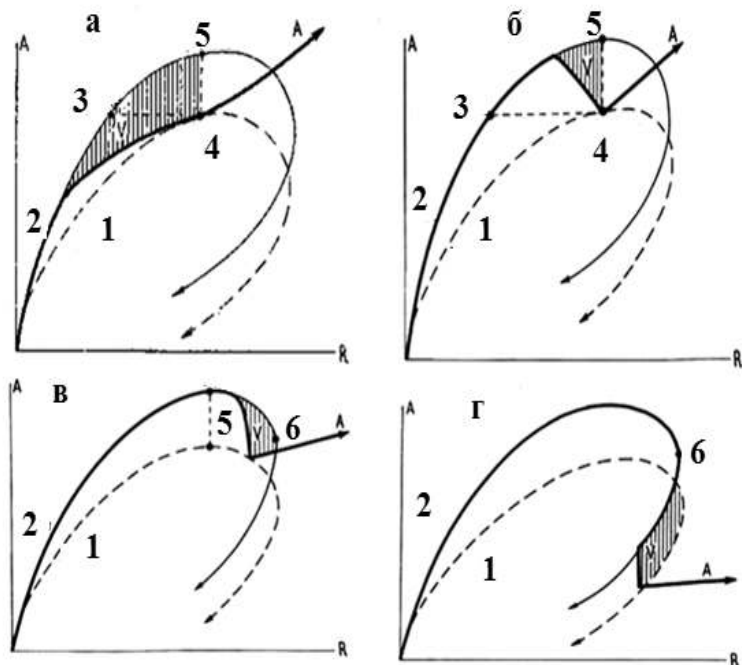


Рис. 62. Выход из кризиса при наличии регенерационных вложений
 Обозначения. 1 – A_{eq} , 2 – A_{cr} , 3 – $A_{cr} = A_{eq_{max}}$, 4 – $A_{eq_{max}}$, 5 – $A_{cr_{max}}$.
 Источник: Д.И.Люри. Лекция № 22. Экология, *op.cit.*

Смена стратегий ещё может произойти плавно за счет продолжающегося пока роста R , но одновременно падают объемы потребления – тем глубже и дольше, чем позже человек решается на этот шаг (рис. 62в). Если же общество пробует перейти к равносному развитию еще позже, на четвертом этапе (3–4), когда пройдена точка R_{max} и падают объемы ресурсопользования, вероятность успеха близка к нулю. Теоретически средства для регенерационных инвестиций тогда еще можно добыть, резко сократив потребление, и без того быстро падающее (рис. 62г). В реальности это ведет к таким социально-демографическим последствиям, а польза от смены стратегий проявится так нескоро, что практически этот шаг равносilen катастрофе. Не остается ничего иного, как покорно снижать потребление и ресурсопользование вслед за истощающимися ресурсами. На пятом этапе (4–5) исчезает и теоретическая возможность перехода к равносному развитию: удельные затраты на добычу превышают критическую величину. Тогда суммарные вложения в добычу и возобновление потребуют всего объема ресурсопользования, а потребление упадет до нуля – $A_{eq} = 0$ (рис. 61д).

Таким образом, на любом этапе экологического кризиса выход из него наращиванием регенерационных вложений не идёт «сам собой», а требует от общества определенной решимости и платы. В каждый момент движение по кризисной траектории представляется

более выгодным, но в конце её ждут тупик либо пропасть. На первых порах плата за переход на устойчивую траекторию невысока – временное торможение роста потребления, но дальше необходимо все более масштабное и длительное сокращение его объемов.

В ходе кризиса существует период максимального богатства, когда переход к равносному развитию наименее труден. Лишь тогда общество может восстановить ресурсно-экологическое равновесие, продолжая увеличивать объемы ресурсопользования и потребления. Но, как и легендарный вход в Черное море между сдвигающимися скалами – Симплегадами, этот путь открывается лишь на время⁶¹³.

Соответственно, экологический кризис характеризуется глубиной Γ (максимальное удаление от равновесной траектории), резкостью φ , и продолжительностью $t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}}$ (рис. 63) – периодом между уходом от равновесия и возвращением к нему.

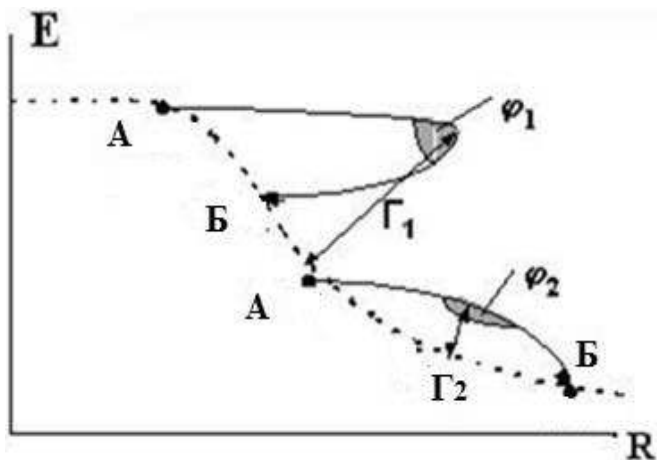


Рис. 63. Параметры экологических кризисов.

Обозначения. Пунктир – равновесная траектория, сплошные линии – кризисные траектории, А – Момент начала и Б – конца кризиса, I – Разность моментов начала и конца кризиса (Б–А), Глубина кризиса $\Gamma_1 > \Gamma_2$, резкость кризиса $\varphi_1 > \varphi_2$.

Источник. Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, op.cit.

См. однотипные картины динамики ресурсопользования в с/х производстве на наиболее плодородных в мире почвах (чернозёмах и брунизёмах) в столь разных районах, как Центрально-Чернозёмная область России и Великие равнины США.

«Развитие региона прослежено за 200 лет, с 1785 по 1985 год с временным шагом в 10 лет. Как и следовало ожидать, развитием сельского хозяйства в ЦЧР управляли две группы процессов. С одной стороны, крестьяне стремились увеличить продукцию земледелия и

⁶¹³ Люри Д.И., 1999, op.cit.

животноводства, сохраняя максимальную эффективность хозяйства. Этого требовал рост населения региона, и к тому же подталкивало повышение цен на зерно. С другой стороны, к снижению эффективности и потребления вела необходимость компенсировать истощение почвы, лугов, пастбищ. Противоречие вылилось в кризис.

Начальный этап, предкризис, охватывает период с 1785 по 1845 г. К началу этого времени территория ЦЧР уже была интенсивно освоена. 33% её площади занимали посевы и пары, 32% – пастбища и сенокосы. Свободные земли позволили увеличивать площадь используемых угодий и объемы ресурсопользования примерно на 0,8% в год, что было лишь несколько ниже темпов прироста населения – 0,9% в год. Это поддерживало социальную обстановку на приемлемом уровне: отношение минимально необходимых продуктов к фактически имеющимся было меньше единицы, хотя постепенно и увеличивалось. Динамика развития региона внешне выглядела вполне благоприятно. Но именно в это время шли скрытые процессы, которые готовили основу будущих катаклизмов.

Крестьяне заметно экономили на затратах, в первую очередь регенерационных. Количество вносимых удобрений *было примерно в 15 раз ниже нормы*, в энергетическом эквиваленте – $0,02 \cdot 10^{10}$ Дж вместо $0,33 \cdot 10^{10}$. Последнее было связано с тем, что из всего количества ресурсов, собираемых с полей, 68% шло на затраты ресурсопользования и 32% на потребление; у ресурсов, получаемых с лугов, это соотношение составляло 98 и 2%. Крестьяне увеличивали площадь полей, способных в наибольшей степени повысить доход за счет сокращения менее ценных угодий, лугов. Площадь сенокосов и пастбищ падала, из-за чего животноводство не могло обеспечить необходимого для восстановления почв количества удобрений. Увеличение объемов ресурсопользования не сопровождалось необходимым ростом затрат, и реальная траектория развития отклонилась от равновесной (рис. 64).

С точки зрения потребительских приоритетов такая стратегия очень выгодна. Она позволяла примерно в 1,8 раза увеличить объем потребления и в 1,5 раза повысить эффективность ресурсопользования по сравнению с «прибылью» равновесной траектории. Однако это сопровождалось постепенным обеднением почв полей из-за некомпенсируемого выноса азота, фосфора и калия. Правда, запас биогенных веществ в черноземах был настолько велик, что его медленное уменьшение пока никак не сказывалось на урожайности. Одновременно росла нагрузка на пастбища, поскольку росло поголовье скота, несмотря на снижение площади кормовых угодий. Это позволяло крестьянам снабжать растущее население мясо-молочными продуктами и поддерживать удобрение земель пусть на явно недостаточном, но на постоянном уровне.

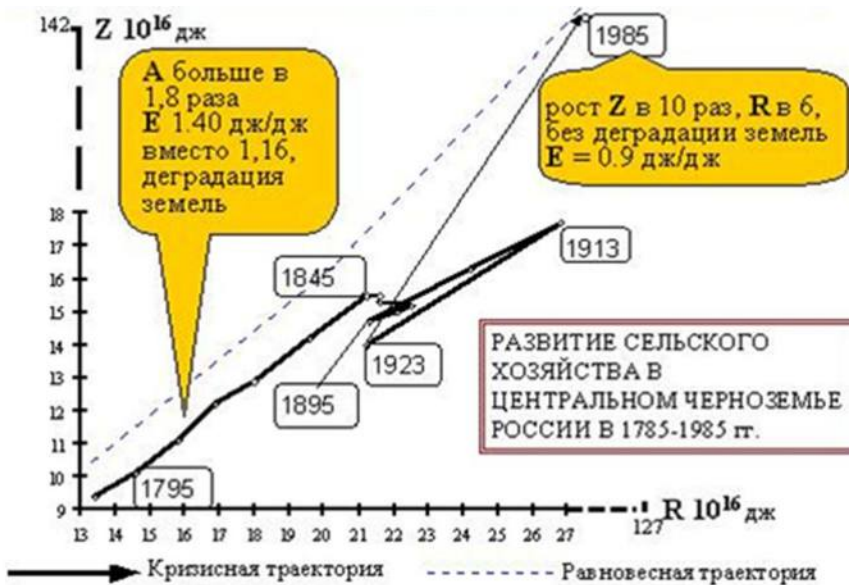


Рис. 64. Благоприятный выход из экологического кризиса: с/х/годья российского Черноземья

Источник: Люри Д.И. лекция № 22, op.cit.

Второй этап кризиса начался в 1840-х гг., когда нагрузка на пастбища стала выше критической (2 гол/га). Снижение их продуктивности привело к сокращению количества коров и лошадей. Взрыв этой первой «экологической бомбы» привел к резкому изменению траектории развития ресурсопользования в Центральном Черноземье.

Объемы ресурсопользования ещё продолжали увеличиваться. Но перераспределение ресурсов ($R=A+Z$) между затратами (Z) и потреблением (A) стало еще более неравновесным. Ускорившийся в это время рост цен на зерно подтолкнул общество не к снижению, а к еще большему наращиванию объемов потребления. В то же время затраты ресурсопользования стали падать из-за истощения своей главной составляющей — кормовых ресурсов. Реальная траектория развития ресурсопользования резко отклонилась от равновесной (рис. 64). Эффективность ресурсопользования, и без того большая, повысилась ещё более, рост объемов потребления ускорился в 2,5 раза. Однако из-за снижения регенерационных затрат резко ухудшилась экологическая обстановка. Уменьшение количества вносимых на поля удобрений ещё на треть заметно усилило истощение почв; вместе с продолжавшейся дигрессией лугов это в 2–3 раза ускорило деградацию земель.

Вторая «экологическая бомба» взорвалась в 1880-х гг., когда истощение почв на полях достигло критической величины. Урожайность зерновых снизилась до 5,7 ц/га и стала такой же, как в конце XVIII в. Началось падение объемов ресурсопользования и потребления. В 1890-х годах обвал ещё больше усилился, социальная обстановка стала катастрофической. Отношение минимально необходимого потребления к фактическому, $A_M/A_{ф}$, превысило 1, что означало нехватку продуктов питания. Поскольку Центральный Черноземный район был одним из основных зернопроизводящих регионов страны, голод охватил не только его, но в той или иной степени всю Европейскую часть Российской империи, последнее десятилетие прошлого века вошло в историю как годы общенациональной сельскохозяйственной катастрофы⁶¹⁴. Кризис, в своей основе экологический, связанный с истощением агроресурсов, охватил все уровни общественной организации, от экономического до демографического и политического⁶¹⁵.

Однако ухудшению социальной обстановки сопутствовало улучшение экологической: из-за снижения численности скота и падения урожаев общий ресурсный дисбаланс уменьшился и стал таким же, как в начале кульминационной стадии кризиса. Но не только это стало той основой, на которой развернулись последующие события.

«Объемы потребления» в ЦЧР включали в себя не только продукты, которые лично потребляли крестьяне: в целом по России 80±5% от валового сбора, но и товарное зерно, т.е. проданное на рынке, отданное в виде налогов и др., 20 ± 5% <. В первой половине 1880-х гг., когда сборы зерна и объемы потребления в ЦЧР достигли максимума, такие «излишки» оценивались по этому району в 69,2 млн. пудов/год <, что составляло примерно треть всего товарного зерна России. Тратилось оно главным образом на две основные цели <: снабжение городов – 28% всего зерна, вышедшего за пределы сельского хозяйства, и экспорт – 54%. На всё остальное: армию, винокурение и др. шло лишь 18%. Такая структура потребления имела очень важное следствие.

⁶¹⁴ См. «Голод 1891/92г. и человеческие потери Российской империи», <http://ihistorian.livejournal.com/304026.html>; «Из диссертации по голоду 1891/1892 г.», <http://ihistorian.livejournal.com/473180.html>

⁶¹⁵ По сходному механизму с/х добил НЭП – производительность труда в с/х не выросла, хозяйствовало по старинке. «Площадь пашни за 1920-е годы росла в 2 раза опережающими темпами по сравнению с площадью с/х земель, так что запахивалось все подряд. Та самая ситуация, о которой чуть не матом ругался Докучаев – ликвидировались все ложжи, остатки лесов требуемых для сбора/сохранения влаги». Поэтому Н.И. Вавилов жаловался на низкую «поглотительную способность крестьян» к научным методам ведения хозяйства и видел выход в коллективизации. См. «Замечания к книге Данилова про советскую доколхозную деревню», <http://www.socialcompas.com/2014/01/31/knigi-zamechaniya-k-knige-danilova-pro-sovetskuyu-dokolhoznuyu-derevnyu/>

Во-первых, наличие избытков зерна позволяло увеличивать численность городского населения, в первую очередь рабочего, и, следовательно, развивать промышленность, транспорт, повышать добычу минеральных и энергетических ресурсов $\diamond$. Значительная часть промышленной продукции возвращалась обратно в сельское хозяйство в виде удобрений и сельскохозяйственных машин. Химическая промышленность расширилась с 1860-х по 1890-е годы в 5 раз $\diamond$, производство сельхозтехники возросло за 40 лет почти в 60 раз $\diamond$.

Во-вторых, экспорт зерна, бывшего единственным товаром, который сбывала Россия $\diamond$, позволял не только субсидировать развитие отечественной промышленности и ресурсодобычи, но и закупать за рубежом необходимые для сельского хозяйства удобрения, оборудование и технологии. Если в 1866 г. Россия ввезла из-за границы 27 тыс. пудов минеральных удобрений, то в 1900 г. – 6 010 тыс. пудов $\diamond$, а импорт сельскохозяйственных машин вырос за это время в 32 раза $\diamond$.

В результате «кризисные» излишки к началу XX столетия стали возвращаться в сельское хозяйство в виде удобрений, сельскохозяйственных машин и новых технологий. Всё это создало условия для выхода Российского Черноземья из экологического и социального кризиса. Однако бурная история нашей страны сделала этот путь чрезвычайно долгим и извилистым.

Третий этап – период колебаний и выхода из кризиса начался в ЦЧР в 1900-х годах и продолжался около 70 лет. В начале века из промышленности в сельское хозяйство стали поступать удобрения и машины, а переход в те же годы земли в частную собственность заставил крестьян снизить потери органических удобрений и тщательнее ухаживать за землей. Трудозатраты на 1 га пашни выросли в 1,5 раза. Это привело к значительному увеличению регенерационных вложений и соответственно к снижению эффективности хозяйства, особенно в земледелии, с 2,6 до 2,1 Дж/Дж. Но потери в эффективности позволили увеличить урожайность полей, повысить объем ресурсопользования и потребления. Следствием стало улучшение не только экологической, но и социальной обстановки: отношение необходимого потребления к фактическому A_n/A_{ϕ} снизилось с 1,03 до 0,94. Черноземье России начало медленно выбираться из кризиса по благоприятному пути. Повышение вложений в регенерацию ресурсов обеспечило восстановление экологического равновесия при увеличении объемов ресурсопользования. Но снизилась эффективность.

Наметившиеся тенденции продержались недолго. В эти годы ускорился рост населения и продолжилось повышение хлебных цен на внутренних и мировых рынках. Экологические приоритеты не устояли перед усилением потребительских интересов общества. Динамика всех

основных параметров в 1910-х годах опять стала такой же, как в период подготовки предыдущей фазы кризиса. Рост объемов ресурсопользования не компенсировался пропорциональным увеличением затрат. В результате повторно усилились истощение полей и деградация лугов. Траектория ресурсопользования отклонилась от равновесной ещё сильнее (рис. 64). Социально-экономические процессы вновь подтолкнули Центральное Черноземье к новому экологическому кризису.

Однако ему не суждено было разразиться. Первая мировая и гражданская войны на 20–25% сократили население и объемы ресурсопользования в ЦЧР. Последнее стало причиной нового голода, A_n/A_{ϕ} достигло 1,05. Но в результате снизились темпы истощения полей, прекратилась дигрессия лугов. Как и в первый раз, с ухудшением социальной обстановки улучшилась экологическая. Ресурсопользование приблизилось к равновесному состоянию.

В 1930-х годах ситуация в ЦЧР развивалась примерно так же, как в начале века. Увеличение объемов ресурсопользования шло при недостаточном уровне регенерационных затрат и связанном с этим истощении полей и лугов» 1940-е годы были аналогичны периоду первой мировой войны. В середине столетия началось очередное восстановление ситуации...

Остановка колебаний ресурсопользования, запущенных войнами и революциями, началась в регионе в конце 1950-х гг., когда развитие промышленности и расширение ресурсной базы обеспечили возможность перехода к современному агропромышленному земледелию. Внешние для сельского хозяйства материалы – минеральные удобрения, горючее и др. – позволили намного увеличить регенерационные затраты и тем самым повысить уровень ежегодного восстановления агроресурсов. Десятикратный рост вложений обеспечил благоприятный выход из кризиса. Увеличение объемов ресурсопользования в 6 раз сопровождалось восстановлением ресурсно-экологического равновесия, прекращением истощения полей и ослаблением пастбищной дигрессии.

Платой за это стало дальнейшее снижение эффективности ресурсопользования – примерно вдвое. В целом для сельского хозяйства оно составило с 1,5 до 0,9 Дж/Дж, а в земледелии – с 2,2 до 1,1 Дж/Дж. Отметим, что сейчас эффективность сельскохозяйственного ресурсопользования в ЦЧР несколько выше равновесного значения: **0,91** (равновесное – **0,87** Дж/Дж). Это связано с завышенной эффективностью пастбищного животноводства, результатом которой является деградация лугов. Современный ресурсно-экологический дисбаланс по величине примерно равен тому, который был в ЦЧР почти 200 лет назад, однако тогда он был связан с истощением полей, а сейчас с деградацией пастбищ.

Сказанное позволяет считать, что экологический кризис Центрального Черноземья России длился около 100 лет и кульминация

его пришлось на конец XIX в. Однако он позволил получить дополнительный доход, который был вложен в увеличение и расширение ресурсной базы, в том числе в восстановление агресурсов. За достижение ресурсно-экологического равновесия пришлось, правда, заплатить значительным снижением эффективности⁶¹⁶».

Однотипно происходило развитие кризиса и выход из него на Великих равнинах США⁶¹⁷.

«Быстрый рост населения и цен на продукты стимулировал фермеров наращивать производство; при этом американские фермеры сэкономили, как и чернозёмные крестьяне⁶¹⁸, во-первых, на удобрениях земель, во-вторых, на противоэрозионных мероприятиях, чрезвычайно важных при засушливом ветреном климате и легком субстрате. Пашня росла, пастбища под непосильной нагрузкой деградировали, и траектория развития все дальше и дальше отклонялась от устойчивой».

К тридцатым годам пыльные бури превратили 36 млн. га в полностью непригодные земли, урожайность зерновых упала на треть, а площади посевов уменьшились на 45%. Фермеры разорялись, переселялись в города, совсем как за 40 лет до того в Черноземье. В 1930-е гг. одумались и здесь: создали систему ветрозащитных лесных полос, организовали службу охраны почв, которая консультировала фермеров и субсидировала их мелиоративные затраты. Стали обильнее удобрять почву.

Переход к «устойчивому развитию», казалось, начался успешно. Но грянула Вторая мировая война, а с ней – повышение цен на зерно, вновь отбросившее реальную траекторию развития от устойчивой. До вложений ли в регенерацию ресурсов, когда конъюнктура просто побуждает наращивать объёмы потребления!

Потом – всё тот же маятник. В пятидесятые – шестидесятые годы увеличение затрат на восстановление ресурсов, траектория приближается к устойчивой. Семидесятые – экспортный зерновой бум... и отклонение от устойчивой траектории. Восьмидесятые–девяностые – очередной переход к восстановлению равновесия. Сейчас траектория развития сельского хозяйства на Великих равнинах США почти приблизилась к устойчивой, хотя деградация земель, в первую очередь эрозия, ещё идет на значительных площадях. Только вот опять это проклятое «почти...».

⁶¹⁶ Люри Д.И., 1999а, op.cit.

⁶¹⁷ Районирование США см. Смирнягин Л.В., 1989. Районы США. Портрет современной Америки. М.: Мысль. Рис. 2, С. 15–16

⁶¹⁸ Точнее, помещики – главными зернопроизводителями для городов и внешнего рынка были их «экономии», даже кулаки давали незначительную часть товарного зерна. «Крестьянин» здесь – такой же политкорректный (и поэтому ложный) эвфемизм, как именование «фермерами» крестьян третьего мира.

Специалисты меж тем прогнозируют экономический спад, а другие, наоборот, повышение спроса на зерно. *И то, и другое грозит новым отклонением маятника*⁶¹⁹».

Везде наихудший вариант – когда безоглядное вхождение в кризисную траекторию сочетается с ростом цен или спроса на рынке. Контрпродуктивная реакция последнего направляет вложения в совершенствования технологий добычи уже истощённых биоресурсов или розыск оставшихся неистощённых, но не в регенерацию или замену. Тогда своевременное возвращение к устойчивой траектории при капитализме практически невозможно.

Характерный пример – переэксплуатация подземных вод бассейна Огаллалла, поддерживающих исключительную продуктивность с/х производства в районе озимого пшеничного пояса США⁶²⁰.

«Озимый пшеничный пояс во многом похож на Яровой – унылостью безлесных равнин, этнической пестротой населения и, конечно, своей аграрной специализацией. Здесь, однако, значительно жарче летом, зимы не такие морозные. Скандинавско-немецкий этнический элемент скорее вкраплен, чем господствует, и вся культурная атмосфера заметно строже, более пуританская. Немало здесь и значительных городов вроде техасского Амарилло, которые с успехом выполняют роль локальных центров.

Главное же отличие в том, что экономическая жизнь озимого пшеничного пояса гораздо более неустойчивая. Ее постоянно лихорадят коренные трансформации, которые разделяют тяжелый упадок прошлого этапа развития и громкий бум на следующем этапе. В ходе них немалая доля населения покидала район, замещаясь новыми иммигрантами. Замечено, впрочем, что это не вело к размытию сложившихся прежде этнических анклавов, которые издавна превращали культурную карту пояса в настоящую мозаику, – анклавов скандинавских, канадских, немецких, ирландских, янки и др. Дело в том, что уходивших фермеров сменяли, как правило, иммигранты той же этнической группы <>.

Возможно, поэтому культурная обстановка в Озимом поясе постоянно воспроизводилась, несмотря на большую текучку населения. Воспроизводилась и такая печальная черта местной культуры, как экологическая беспечность, стремление к скоробогащению без оглядки на последствия хозяйствования в условиях очередной «лихорадки». Эта беспечность тем удивительнее, что уроки, которые преподносила здешним

⁶¹⁹ *Люри Д.И.* «Что лучше: быть богатым и здоровым, чем бедным и больным?»
<http://natureschutz.livejournal.com/71209.html>

⁶²⁰ Район 12 на карте географического районирования США из *Смирнягин Л.В.*, 1989, op.cit.

фермерам история, отличались предельной наглядностью и, можно сказать, жестокостью – особенно в 1930-е, в эпоху «Пыльной чаши»⁶²¹.

В этом кошмарном бедствии, обездолившем сотни тысяч людей, смешалось все: и капризы природы, и культ безоглядной наживы, и пороки экономического уклада. Г. Кирк из Университета штата Канзас писал по этому поводу: «Фермеры со своими плугами среди равнин, урон, который они нанесли району, – все это лежит в рамках той социальной системы, той структуры жизненных ценностей, того экономического порядка, который лучше всего выразить одним словом – капитализм» <◇.

Оправившись от удара, Озимый пояс снова стал одной из житниц страны. Государство разными мероприятиями вывело из оборота обширные площади, наиболее подверженные эрозии, агротехника стала более осторожной. Пояс стал выполнять роль передаточного звена в цепочке мясного скотоводства: Горный Запад (молодняк) – Озимый пояс (выращивание) – западная окраина Кукурузного пояса (откорм и забой).

С 1950-х гг. мясной бизнес быстро смещается западней, в Озимый пояс, где имелась разнообразная кормовая база (пастбища, орошаемые луга, много грубого фуража и зерна с орошаемой пашни); отсюда было ближе до Горного Запада, где закупался молодняк. Мясным бизнесом стали заниматься специализированные фермы, притом весьма крупные. В 1965 г. половину продукции в Канзасе дали фермы, содержавшие более чем по тысяче голов. Развитие автотранспорта подорвало монополию восточных скотопригодных рынков, бойни и мясокомбинаты стали откочевывать на запад, и в 1978 г. в Канзас-Сити было продано всего 375 000 голов⁶²².

Все эти тенденции получили сильнейший стимул после освоения водоносной формации Огаллала, которая подстилает 350 тыс. км² на Высоких равнинах, протягиваясь через шесть штатов. В Огаллале содержится около 4 млрд. т. воды: 77% приходится на Небраску, по 8–9% на Техас и Канзас, по 23% на Колорадо и Оклахому и 1% на Нью-Мексико. Водоносный слой особенно велик в Небраске (обычно более 100 м.), а в Техасе он составляет примерно 60 м. <◇.

Использование подземных вод началось на Высоких равнинах ещё в прошлом веке, но было весьма скромным. Внедрение новой буровой и насосной техники после второй мировой войны позволило резко увеличить его масштабы. Полив увеличивал урожайность кормовых культур примерно вдвое, пшеницы – на треть. На его базе возник новый тип хозяйства – выращивание грубых кормов и фуражного зерна, прежде всего кукурузы и сорго, для откорма скота на говядину. К 1980 гг. на

⁶²¹ См. разрушение с/х во время «пыльной чаши»,
<http://naturschutz.livejournal.com/96734.html>

⁶²² Transactions of Kansas Academy of Sciences. 1981. V. 84. P. 173–176.

Высоких равнинах орошалось уже около 6 млн. га (30% орошаемых земель страны), производство кормового зерна выросло за 30 лет с 5,5 млн. до 45 млн. т/год, и уже к середине 1970 гг. Высокие равнины давали около 40% американской говядины, «произведенной» на фуражных откормочных площадках (фидлотах). Здесь возникла целая сеть крупнейших мясокомбинатов. На самом большом из них – компании «Айова биф просессинг» в Гарден-Сити (шт. Канзас) – в 1982 г. ежегодно забивали по 4000 голов скота. ◇

Освоение ресурсов Огаллалы проходило в обстановке настоящего бума. В Техасе он начался на рубеже 1950 и 1960 гг., в 1970 годах он развернулся в Канзасе, а в 1980-х охватил и Небраску. Эксплуатация ресурсов нарастала стремительно: за 1950–1980 гг. годовой водозабор вырос с 8,6 до 25,8 млрд. м³ и в десятки раз превысил естественное пополнение Огаллалы осадками ◇.

Экологические последствия бума оказались почти катастрофическими. Сейчас около трети посевов под пшеницей и кукурузой и почти все земли под хлопчатником поражены эрозией выше годового уровня 12 т/га, который тут считается «приемлемым» ◇. Немалому числу местностей уже грозит настоящее опустынивание. Во многих руслах исчезли поверхностные водотоки, даже р. Арканзас большую часть года остается сухой между канзасскими городами Лакин и Додж-Сити ◇.

Главное же последствие такого хозяйствования – быстрое сокращение запасов Огаллалы. Согласно расчетам, которые сделала в 1978–1982 гг. группа экспертов по заказу конгресса США, к 2020 г. эти ресурсы сократятся примерно на четверть: в Техасе – на 70%, в Колорадо и Нью-Мексико – больше чем наполовину, в Небраске же, где сконцентрирована львиная доля запасов Огаллалы, почти все они лежат под песками района Сенд-Хиллс, непригодного для распашки. По мнению этой группы, к 2020 г. около трети орошаемых площадей придется вывести из-под полива. Задолго до физического исчерпания ресурсов они оказываются недоступными по экономическим причинам. Растет глубина скважин, падает дебит, увеличивается стоимость воды. В Техасе, например, сегодня скважины способны орошать 70–75% той площади, которую поливали из них в 1950 гг. Здесь стоимость полива возросла к середине 1980 гг. примерно в 10 раз ◇».

Уточнение деталей. «Водоносный горизонт Огаллала занимает площадь, по размерам равную Калифорнии. Он включает юго-западную часть штата Небраска, восточную часть Колорадо, западные части Канзаса и Оклахомы, северо-запад штата Техас и восточную часть Нью-Мексико (рис. 65). Горизонт содержит объем воды, который грубо можно приравнять к объему оз. Гурон. Он подстилает регион с относительно малым количеством осадков: 300–560 мм в год, что в среднем недостаточно для поддержания орошаемого земледелия. Только от 13 до 75 мм годового количества осадков в регионе проникает вглубь, доходя до зеркала

грунтовых вод, и попадает в водоносный горизонт. Запасы грунтовых вод восстанавливаются сами, но происходит это так медленно, что для повседневного использования приходится по существу «добывать» воду как полезное ископаемое.

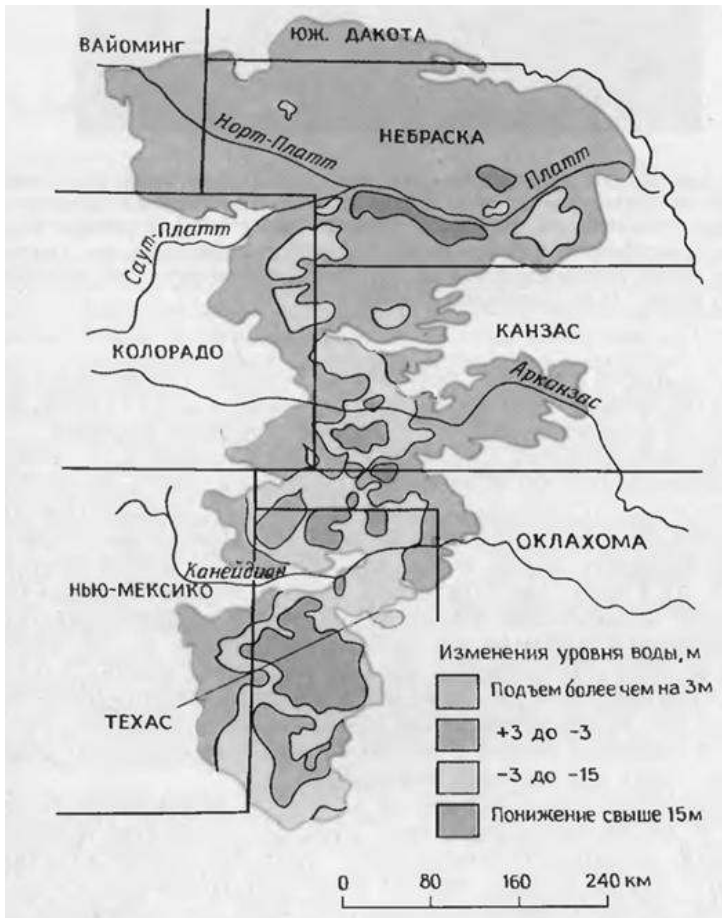


Рис. 65. Водоносный горизонт Огаллала Великих равнин США. Изменения уровня воды показаны за период освоения территории до 1980 г.

Источник: Ревель П., Ревель Ч., 1994. Среда нашего обитания. В 4-х кн. Книга 2. Загрязнение воды и воздуха. М.: Мир. Рис. 2.7.

Размеры водоносного горизонта Огаллала неодинаковы по всему региону. В шт. Небраска грунтовые воды располагаются недалеко от поверхности, а мощность водоносного горизонта велика и составляет 300 м. Хотя ирригационные работы понижают уровень грунтовых вод в Небраске, пройдет еще много времени, пока это понижение станет угрожающим для сельского хозяйства (рис. 65). В орошаемом районе северо-западнее Лаббока горизонт имеет мощность 31–92 м. К югу от Лаббока мощность падает до 8–46 м.

Таблица 22

Производство сельскохозяйственной продукции региона Великих равнин в 1977 г. и проектируемые объемы производства на 1985 г.

Культура	Доля от общенационального производства, %		Доля производства на орошаемых площадях, %
Пшеница	1977	16,4	18,9
	1985	13,4	11,9
Кукуруза	1977	13,1	93,9
	1985	13,1	96,9
Сорго	1977	39,7	57,4
	1985	36,8	54,3
Хлопок	1977	24,9	66,3
	1985	31,2	72,4

Источник: High Plain Associates, Six-State High Plains Ogallala Aquifer Regional Resources Study. A report to the U. S. Department of Commerce, July, 1982.

Гидрологи описывают водоносный горизонт Огаллала как «коробку для яиц», т. е. они считают, что горизонт представляет собой не единый большой объем воды, а множество «ячеек», мало связанных друг с другом. Такое строение предполагает, что выкачивание горизонта в одном районе (из одной «ячейки») не должно оказывать немедленного воздействия на уровень грунтовых вод в смежной ячейке. Если это действительно так, то интенсивное использование воды в шт. Небраска не подвергнет опасности запасы подземных вод в Техасе – и это к счастью, поскольку Техас ставит под угрозу свои запасы воды и без посторонней помощи».

Сельскохозяйственная база Великих равнин весьма обширна. Регион дал в 1980 г. более 50% национального производства мяса крупного рогатого скота, весомые доли пшеницы, кукурузы и других зерновых, а также хлопка (табл. 22). Стоимость произведенной здесь сельскохозяйственной продукции составила в 1977 г. 4,2 млрд. долларов, из которых около 3 млрд. получено с орошаемых площадей. Влияние орошения на урожайность можно видеть на примере того, что урожай кукурузы увеличился с 1977 г. вдвое по сравнению с 1968 г. За то же время средняя урожайность по стране увеличилась всего на 12%.

Что случится, если выкачивание подземных грунтовых вод в этих районах будет продолжаться такими же темпами и водоносный горизонт продолжит истощаться? Необходимо будет бурить более глубокие новые скважины, и откачивать воду с еще больших глубин. Это приведет к тому, что увеличатся затраты на электроэнергию. Следовательно, фермеры будут вынуждены поднять цену на свою продукцию, чтобы компенсировать возросшие затраты на орошение. Если же фермеры не смогут продать продукцию по этой повышенной цене, им придется вернуться к хозяйствованию на неполивных землях – земледелию без орошения, когда успех урожая зависит от дождя, идущего не всегда тогда, когда нужно.

Другой фактор, помимо стоимости энергии, способный вернуть фермера назад к неполивному земледелию, – уменьшение запасов «вкусной» воды с углублением скважин. Вода, выкачиваемая с больших глубин, – это древняя вода, вода, которая растворяла в себе минеральные соли из почвы, возможно, в течение тысячелетий. Мы называем такие насыщенные минеральными солями воды минерализованными. Если содержание солей достаточно высоко, то вода не будет способствовать увеличению урожая и может даже

погубить почву и растения. Когда из скважины начинает поступать минерализованная вода, это означает, что конец орошения с помощью подземных грунтовых вод не за горами.

Проблемы, связанные с водоносным горизонтом Огаллала, в настоящее время уже четко выявлены и осмыслены. В штатах Колорадо и Канзас местное правительство приняло законы о введении лимита на число и частоту расположения новых скважин, хотя проведение этого закона в жизнь находится под сомнением. Оно требует проверки глубины фермерских скважин на месте. Однако фермеры – народ независимый, и вода для них то же, что кровь, поэтому можно ждать сопротивления «вторжениям» инспекторов.

Тем не менее, осознав, что воду, которую они начали выкачивать в пятидесятых годах, нельзя продолжать использовать теми же высокими темпами, многие фермеры предприняли шаги по сокращению использования воды. Один из них – постройка небольших плотин на речках, являющихся собственностью фермеров; образующиеся в результате этого пруды можно использовать как источник воды для орошения. Другой – использование меньшего давления в дождевальных установках, что позволяет затрачивать меньше воды при орошении. Кроме того, если орошение производится в более прохладное время дня, вода достигает почвы и растений с меньшими потерями на испарение. Далее, в районах с пористой почвой на частных землях с помощью плотин могут быть построены системы прудов. Вода, фильтруясь через такую почву, пополняет запас грунтовых вод под территорией фермы. Канавы, прорытые поперек направления текущих поверхностных и грунтовых вод, также можно использовать для пополнения запасов грунтовых вод.

Одно из новшеств, берегущих дождевую и ирригационную воду, – так называемый техасский канавокопатель. Эта сельскохозяйственная машина, разработанная для выращивания хлопчатника, движется по полю и формирует маленькие дамбы высотой около 6 см через 2 м в каждой борозде. Две такие маленькие дамбы образуют миниатюрное водохранилище, которое способно удерживать до 80 мм дождевых осадков.

Еще один вид орошения, который мог бы значительно изменить объем используемой воды – капельное. При использовании этого метода труба с многочисленными отверстиями располагается на земле, параллельно рядам растений. Вода капает из трубы в почву возле самых корней. При этом она не падает на землю, на которой нет растений, и не так быстро испаряется, поскольку не разбрызгивается в воздухе. Предпринятые шаги, позволяющие сберечь воду при орошении, привели к некоторым положительным результатам. В 1981 г. водоохранная служба Лаббока зарегистрировала сокращение норм откачки воды на одну треть за пятилетний период. Однако такое сокращение позволяет только выиграть время; уровень грунтовых вод продолжает понижаться, хотя и с меньшей скоростью.

Непроверенной технологией, опробованной пока лишь экспериментально, является нагнетание сжатого воздуха в скважины для того, чтобы «вытолкнуть» воду из ненасыщенной зоны вниз, под уровень грунтовых вод. Эта вода, удерживаемая капиллярными силами в верхней ненасыщенной зоне, обычно очень медленно просачивается вниз к водоносному горизонту. Для районов Техаса, расположенных на Великих равнинах, было установлено, что если сейчас широко применять нагнетание воздуха, то отдачу от этого метода мы получим только в следующем столетии. При существующих ценах на сельскохозяйственную продукцию нагнетание воздуха, известное еще как вторичная регенерация, пока слишком дорого, чтобы пользоваться им в коммерческих масштабах.

Если фермеры будут вынуждены возвратиться к неполивному земледелию, то производительность их труда уменьшится. При низких урожаях их доходы и финансовое положение окажутся под угрозой. Цены на пшеницу, кукурузу и другие основные продукты питания вырастут. Установлено, что если выкачивание подземной воды будет продолжаться нынешними темпами, то 40% орошаемых площадей в Колорадо будут к 2020 г. возвращены к неполивному типу обработки. Это означает изъятие из интенсивного оборота около 0,40 млн. га земли. В Техасе отказ от введения 0,6 млн. га земель в систему орошаемого земледелия, как было намечено на период с 1975 по 2000 гг., означает их сокращение почти на 30%.

В других штатах, эксплуатирующих водоносный горизонт Огаллала, ситуация менее серьезная, потому что использование началось позже и больше объемы воды, сосредоточенные в водоносном горизонте на их территории. Но дело только во времени, оставшемся до того, как начнет ощущаться сокращение подземных запасов воды. Пытаясь определить, как поддержать производительность сельского хозяйства в этом регионе, федеральное правительство выделило 6 млн. долларов на изучение района Великих равнин.

В 1982 г. были опубликованы результаты проделанной работы; в публикации рассматривались шаги, которые можно предпринять на уровне отдельных ферм, а также региональные решения проблемы понижения уровня грунтовых вод. Среди обсуждавшихся региональных решений была постройка системы плотин, каналов, трубопроводов и насосных станций, для того чтобы перебросить избыточную воду из рек Куахита, Салфер, Сабин, Ред-Ривер, Арканзас, Уайт-Ривер и Миссури на сотни миль к Великим равнинам. Стоимость проектов колебалась от 6 до 25 млрд. долларов в зависимости от масштабов проекта. В них учитывалась стоимость перемещения «избыточной воды»; однако неясно, существует ли вообще какая-либо «избыточная вода» и готовы ли другие штаты отдать ее⁶²³».

«Сельское хозяйство района отреагировало на эти трудности изменением агротехники – внедрением водосберегающих технологий и особо отзывчивых к поливу культур, переходом на богару, доля которой непрерывно растет. Широко внедряются дождевальные установки, закрепленные одним концом в середине поля и самодвижущиеся по кругу. В одной Небраске их число за 1973–1979 гг. выросло с 3 тыс. до 15 тыс. Это позволило освоить под полив многие холмистые участки и резко расширить площадь орошаемых земель. Однако все это не решает дела и даже, по-видимому, ведет к обострению экологических проблем: растет смыв почвы со склонов, уничтожаются массовым образом ветрозащитные насаждения, мешающие ходу дождевателей; удобрения просачиваются в подземные воды (в Небраске в них уходит до половины вносимого в почву азота)⁶²⁴».

Сильное воздействие оказал бум и на социальную структуру района. Издавна он был оплотом семейных ферм, которые в Америке принято считать символом «свободного предпринимательства» в аграрном секторе. Но фидлоты с кормовой базой – дело очень капиталоемкое, семейным фермам это обычно не под силу, поэтому их все больше теснят корпорации, организованные по принципу аграрно-промышленного комплекса.

Тяжелые бедствия могут прийти на Высокие равнины извне – ведь экономика района во многом нацелена на экспорт. Группа экспертов, прогнозировавшая развитие района до 2020 г., исходила из хорошей конъюнктуры на мировых рынках зерна и мяса, сложившейся на рубеже 1970-х и 1980-х годов. Но если цены упадут на 20–30%, орошаемые площади в южной части района сократятся по меньшей мере вдвое <. А вероятность этого достаточно велика. За 1982–1985 гг. экспорт пшеницы из США сократился с 75 млн. до 69 млн. т, фуражного зерна – с 250 млн.

⁶²³ Ревель П., Ревель Ч., 1994. Среда нашего обитания. В 4-х кн. Книга 2. Загрязнение воды и воздуха. М.: Мир. С. 43–48.

⁶²⁴ Environment. 1984. V. 21. № 8. P. 17–20, 38–40

до 245 млн. т.; переходные складские запасы государства выросли до 44 млн. т. пшеницы и 70 млн. т. фуражного зерна (это соответственно 36 и 67% мировых складских запасов)⁶²⁵.

По общему мнению, запасов воды в Огаллале хватит лет на 65, в южной же части – всего на 20-30 лет. А ведь впереди 1990-е годы, когда на Высоких равнинах, судя по сложившемуся двадцатилетнему циклу, должен наступить период сухих годов <. Судя по всему, новый бум в Озимом пшеничном поясе снова завершится крахом. Может, не столь болезненным, как в годы «Пыльной чаши», но наверняка ведущим к очередному кардинальному изменению местной системы хозяйствования. Прогнозисты полагают, что животноводческий комплекс резко сместится к северу, в Небраску и Канзас, а на юге сильно увеличатся посевы хлопчатника и пшеницы, культур более засухоустойчивых и менее требовательных к поливу. Тем самым Озимый пояс вернет себе право снова называться «пшеничным», – право, которое он стал было утрачивать в связи с развитием фидлотов и сорго-кукурузного откормочного комплекса на орошаемых землях.

На фоне общего хода американской истории развитие орошаемого земледелия и животноводства на базе Огаллалы может показаться некоей вспышкой: ведь активный период этой схемы хозяйствования займет, по видимому, около 30–40 лет. Но само возникновение этой системы, стремительные темпы ее развития и, главное, расположение ее на стыке крупных регионов страны – всё это весьма поучительно для географа как пример высокой подвижности американской структуры районов.

Обращает на себя внимание и то, что «система Огаллалы» возникла прямо на границе между Средним Западом, Западом и Югом. На этом рубеже сложилась своеобразная деятельность, которая придала этой полосе вдоль рубежа характер полновесного района. При этом Средний Запад как бы сместился и к югу, и к западу, поскольку характер хозяйствования на Огаллале был среднезападным по своему типу. В то же время он имел немало черт и своих соседей: поливное земледелие характерно для Горного Запада, многие культуры (прежде всего хлопчатник) – для Юга. В целом же этот район достаточно разительно отличался от своих соседей и на Юге, и на Среднем, и на Горном Западе. Тем не менее, через 20–30 лет ему предстоит исчезнуть, как бы рассосаться по соседним районам. Столь яркие примеры районной динамики встречаются не часто⁶²⁶».

Почему так происходит? Умеренное «влезание в кризис» даёт дополнительные ресурсы, которые можно использовать для перестройки хозяйства, ликвидирующей самую возможность кризиса, а можно

⁶²⁵ International Bulk Journal. 1985. V. 5. № 6.

⁶²⁶ Смирнягин Л.В., 1989, op.cit. С. 153–159.

бездарно проесть. «Чтобы благополучно выйти из кризисного виража, общество вынуждено все глубже входить в него. Такая ситуация напоминает поведение споткнувшегося официанта, который, чтобы не упасть, разбив лоб и посуду, обречен все быстрее мчаться по залу, стараясь восстановить равновесие⁶²⁷».

Поэтому в результате экологического кризиса первоначальное увеличение ресурсопользования и потребления (достигнутое «дорогой ценой» - экономией на регенерационных вложениях), меняется на восстановление ресурсно-экологического равновесия, если не лаской, так таской (рис. 66).

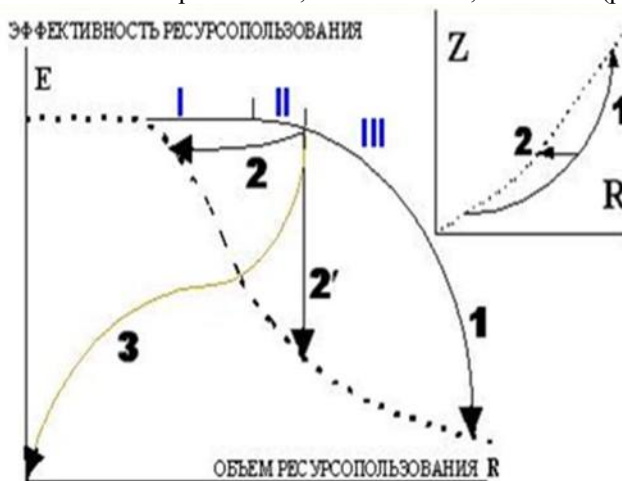


Рис. 66. Траектории экологических кризисов

Обозначения. 1 – Социально-благоприятный выход из кризиса, 2 – Социально-неблагоприятный, 3 – Катастрофический.

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, op.cit.

Экологический кризис – не всегда путь к катастрофе; иногда он – рискованный ресурсный маневр, позволяющий ускорить развитие общества. Однако трансформация естественных экосистем в ходе кризиса приводит к его самоуглублению, снижающему вероятность благоприятного исхода. Рис. 66.1 отражает ситуацию, когда «официант сгруппировался, выпрямился и побежал дальше», 66.2–3 «упал, разбив лицо» и / или «посуду». Иными словами, первый путь выхода из кризиса **социально-благоприятный**. Он происходит за счет повышения антропогенных вложений в регенерацию ресурсов и перестройку системы хозяйствования на экологически устойчивую, «снимающую» прежние разрушительные воздействия. Объемы ресурсопользования и потребления

⁶²⁷ Люри Д.И., 1999а, op.cit.

здесь в конце концов даже повышаются (при успешной перестройке хозяйства, см. решение проблем загрязнения воздуха в США, рис. 67).

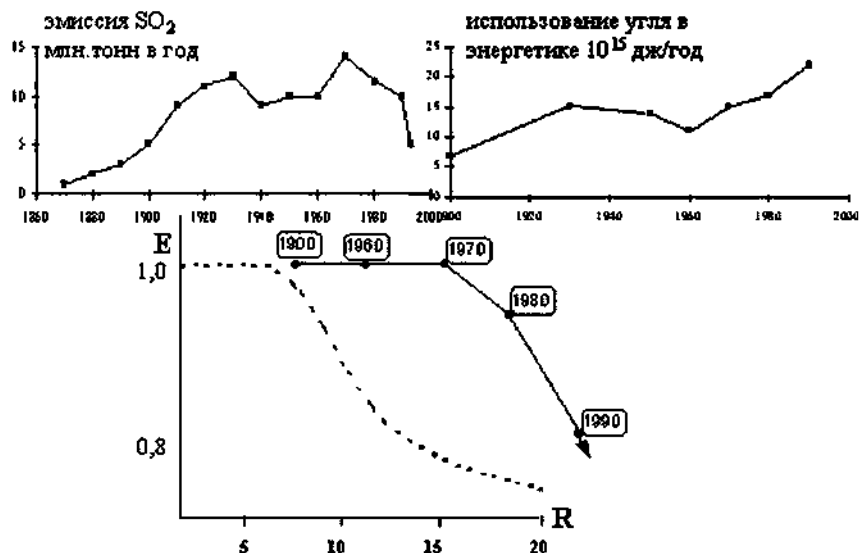


Рис. 67. Благоприятный выход из кризиса: решение проблем загрязнения воздуха городов США сернистым газом и твёрдыми частицами

Источник: Д.И. Люри. Лекция № 22. Экология, op.cit.

Примечание: Решить проблему загрязнения воздуха оксидами азота, однако, не получилось (рис. 53).

Второй путь **социально-неблагоприятный** – за счет сокращения объемов ресурсопользования и потребления (рис. 66. 2.). Его частный случай – **катастрофический путь**, с полным истощением эксплуатируемых ресурсов и падением ресурсопользования и потребления до нуля (рис. 66. 3). В условиях кризиса самое трудное – вовремя остановиться и начать перестраиваться, поскольку объёмы ресурсопользования немедленно падают, а рыночная экономика и «свобода предпринимательства» поддерживают максимальную (из возможных) инерционность развития по кризисной траектории.

Иными словами, в экологический кризис «по Люри» заводят бизнесмены, следуя логике рынка, а выводят (теоретически может вывести, если «власть употребит» вовремя и по делу) государство, обуздывающее предприимчивость хозяйствующих субъектов, фермеров и корпораций. Или плановая экономика, подчиняющая это хозяйствование критерию долгосрочной устойчивости эксплуатации пашни, пастбищ и пр.

Легко видеть, что «общее благо» состоит именно в последнем. Частный интерес же, напротив, в максимизации кратковременного выигрыша, для чего экономят на регенерационных затратах и интенсифицируют добычу соответствующих биоресурсов поверх установленных обществом ограничений. Поэтому «коллективисты голосуют за будущее» (лекция 1.8), а экономический спад и, наоборот, рост цен на рыбу, зерно и иные ресурсы в условиях рынка углубляют кризис, равно побуждая предпринимателей экономить на регенерационных затратах. В условиях кризиса (а тем более до втягивания в него) бизнесмены и помыслить не могут о вложениях в перестройку хозяйствования в сторону большей устойчивости эксплуатации данной территории. Как показывает Д.И. Люри, эта идея всегда приходит извне и «пробивает дорогу» вопреки сопротивлению агентов рынка.

Что видим в приведённых выше примерах расточения пашни и пастбищ в США, стране самого неограниченного капитализма: они вызвали тяжелейший кризис, после чего дельное (хоть и запоздалое) государственное вмешательство вывело из него. Однако не исключило его возможности в будущем, скорей увеличило её. Поскольку «заклѳчѳнный больше думает о побеге, чем надзиратель о своих ключах», при капитализме бизнесу «на длинной дистанции» удаѳтся ослаблять или вовсе снимать ограничения, наложенные ради экоустойчивости. Поэтому, медленно или быстро, но территория движѳтся к кризису, несмотря на введение природосберегающих техник эксплуатации.

Дело в том, что последнее раз за разом запаздывает или соблюдается с перекосами, сводящими на нет позитивный эффект. Оно и понятно – при капитализме есть множество стимулов эти ограничения выхолостить или вовсе нарушить, природоохранные технологии внедрять лишь, где выгодно, а не везде, где нужно и пр. Плановая экономика в идеале изживѳт данные недостатки, поскольку критерием эффективности хозяйства станет долговременный выигрыш, т.е. устойчивость используемого агро- или природного ландшафта, его сохранность (или урожай, отнесѳнный к сохранности), а не прибыльность от вложений в выращивание зерна, мяса и пр.

Иначе события развиваются так, как в кукурузном поясе США, где после ужасов 1930-х таки внедрили сокращѳнную обработку почвы и пр. природоохранные технологии.

Пример. «В американском обиходе Кукурузным поясом (*Corn Belt*) принято называть клинообразную полосу, которая, расширяясь с востока на запад, пересекает посередине штаты Огайо, Индиана и Иллинойс, занимает всю Айову и заходит в восточные части штатов Канзас и Небраска, северную часть Миссури и юго-западную часть Миннесоты. В 1950 г. Министерство 'сельского хозяйства США отнесло к Кукурузному поясу 494 смежных округа в 11 штатах. Здесь имелся в виду особый тип так называемого «смешанного хозяйства» (*mixed farming*), где фермер выращивал зерно либо на продажу, либо на фураж

для товарного скота, а чаще всего для того и другого, устанавливая соотношения в зависимости от соотношения цен на зерно и мясо.

Считается, что этот тип хозяйства был завезен задолго до революции немецкими иммигрантами в Пенсильванию, а в XIX в. их потомки внедрили его при освоении долины р.Майами (Огайо), которая послужила своеобразным зародышем Кукурузного пояса.

Долина р.Миссисипи явственно делит эту полосу на две части. К востоку от нее «кукурузность» местного сельского хозяйства как бы перекрыта активной промышленной деятельностью и многочисленными городами, увлажнение гораздо обильнее, оно равномерно распределено по сезонам. К западу же аграрно-промышленный комплекс играет определяющую роль в хозяйстве, климат суше и резче. В нашем районировании Кукурузным поясом названа лишь западная часть этой полосы, включая и саму долину Миссисипи с прилегающей частью Иллинойса.

Кукурузный пояс без всякого преувеличения можно назвать благословенной для земледельца страной, настоящим аграрным раем с почти идеальными агроклиматическими условиями. Он занимает знаменитые высокотравные прерии, где злаковники из бородача, ковыля, пырея и других трав достигают порой двухметровой высоты. Здесь достаточно влажно (600-650 мм осадков в год), лето жаркое и длинное. Ничто не препятствует распашке – ни рельеф, ни леса, но это не унылая плоская степь: поверхность оживлена пологими холмами, широколиственные леса не так уж редки (около 1,5 млн. га).

Главное достояние района – *бруниземы* (черноземовидные почвы огромной естественной продуктивности). В них много гумуса, питательных веществ, у них отличная структура, благоприятный водный и воздушный режим. В пахотном слое от 4 до 7% органического вещества, черный гумусовый горизонт достигает мощности 30–40 см. Словом, это одна из плодороднейших в мире почв. Говорят, знаменитый американский поэт Роберт Фрост, уроженец каменистого Вермонта, сказал, впервые увидев почвы прерий, что их можно есть, не превращая предварительно в растения.

Неудивительно, что этот благодатный край освоен к сегодняшнему дню с рекордной интенсивностью. Три четверти его поверхности распашано, и небольшой по размерам штат Айова (25-е место в стране) занимает лидирующее положение по уборочной площади (около 10 млн. га), второе место – по стоимости продукции ферм (более \$10 млрд. в год), третье – по стоимости фермерской земли и зданий на ней (\$50–60 млрд.). С большим отрывом от других держит Айова первое место в стране по сбору кукурузы (пятая часть национального сбора), делит с Иллинойсом первое-второе места по сбору сои (15–17%), по поголовью крупного рогатого скота уступает только Техасу и Небраске (7 млн. голов). Свиной в Айове гораздо больше, чем людей, – свыше 16 млн. голов, почти 30% их поголовья в стране, и здесь первенство Айовы среди американских штатов непоколебимо.

Сильное впечатление производит облик края ранней осенью: не море – целый океан могучей кукурузы в 2–3 м. высотой, на котором ветер рождает громадные валы, острова темно-зеленого сорго, бесконечные поля сочной сои, тучный скот в загонах, бело-красные строения ферм. Все это выглядит ухоженным, процветающим – и недаром: от внешнего вида фермы не в последнюю очередь зависят размеры кредита, который согласится дать местный банк, и фермер готов потратить на краску последние, что называется, центы.

Сейчас трудно поверить, что еще полтора столетия назад высокотравные прерии производили на американцев удручающее впечатление своей безлесностью, буйством разнотравья. «Территория Иллинойса – писал, например, Д. Монро, – представляет собой равнину, которая с самого своего возникновения не имела⁶²⁸ и еще многие века не будет иметь ни единого кустика. Эти округа никогда не будут иметь населения, достаточного для

⁶²⁸ В этом будущий президент ошибался: эта зона оптимальна для произрастания широколиственных лесов, развитию которых помешало антропогенное воздействие – осенние палы, с помощью которых местные индейцы загоняли стада диких копытных.

образования штатов» <>. Край и вправду оказался нелегким для освоения по старинке: тяжелая почва забивала плуг, и его приходилось вынимать для очистки чуть ли не через каждые 3 м, могучее разнотравье с корнями в палец толщиной делало подъем целины похожим на корчевку.

В 1930–40 гг. прошлого века здесь возникло пастбищное животноводство: откормленный скот огромными гуртами отгоняли на восток, ключевую роль в освоении играли выходы с Юга. С 1950-х годов начался переход на пшеницу, возделыванием которой занялись в основном янки. Когда же удалось освоить под пшеницу Высокие равнины, пшеница «ушла» в эти засушливые края, а здесь сложилось «mixed farming» – фуражное зерновое хозяйство со стойловым мясным животноводством. Главной культурой стала кукуруза, обычно в севообороте с овсом и сеянными травами, но нередко и как монокультура. В развитии хозяйства активное участие приняли многочисленные иммигранты из Европы, в основном скандинавы, немцы, голландцы. Этот тип господствовал здесь более 70 лет, именно ему обязан район своим названием.

В основе этого хозяйства лежала так называемая семейная ферма, которую американский географ из Миннесоты Дж. Ф. Харт определяет так: «Это предприятие, которое обеспечивает достаточный уровень жизни для отца, сына и их семей, а наемная рабочая сила применяется на тех стадиях демографического цикла, когда сын слишком молод, чтобы стать полноценным помощником, или когда отец слишком стар⁶²⁹». К 1940 гг. в таком хозяйстве стали назрывать кризисные явления. Все тяжелее сказывалась та беспечность, с которой оно опиралось на могучее естественное плодородие бруниземов, не знавших удобрений, кроме навоза. *За 70 лет распахивки айовские бруниземы потеряли 30–40% азота, калия, фосфора, более 40% органического вещества, эрозия унесла от 5 до 40 см верхнего слоя почвы* <>. Традиционное смешанное хозяйство все более заходило в тупик.

Выходом из этого тупика стала настоящая революция в сельском хозяйстве, которая охватила кукурузный пояс после второй мировой войны и за четверть века буквально преобразила район. Последовала цепь нововведений, где одно звено тянуло за собой другое. Еще в 1930 гг. на полях появилась гибридная кукуруза невиданной урожайности, поднявшейся в следующие полвека с 40 бушелей далеко за 100 бушелей с акра, т. е. за отметку 74 ц/га. Гибридизация давала должный эффект только вкупе с химизацией, и если до 1940 г. поля района почти не знали минеральных удобрений, то уже в 1950 г. на каждый гектар их вносилось в среднем по 60 кг, в 1960 г. – 150 кг, а в 1980 г. – почти полтонны. Широко вошли в практику пестициды и гербициды.

Вместе с удобрениями они позволили исключить паровой клин, сократить посевы овса и трав, а позже внедрить минимальную и нулевую обработку земли. Огромного уровня достигла механизация. Среднее число тракторов на одну ферму за 1940–1960 гг. выросло с 0,5 до 2,0; правда, потом рост застопорился, но в основном из-за внедрения навесных съемных орудий на тракторы и комбайны. Техника становилась все сложнее, производительнее – и дороже, в середине 1980-х гг. типичный для Кукурузного пояса комбайн стоил \$90–100 тыс., трактор – \$35–50 тыс., а модный электронный монитор обходился дороже, чем целая ферма в 1950 г. Сильно изменилась и структура посевов. Доля кукурузы выросла до 50%, а место овса и трав заняла соя, на которую приходится до трети оборочной площади.

Главным же результатом этих нововведений стал огромный скачок в производительности труда. «Некоторые старики, – пишет Дж. Ф. Харт, – еще помнят времена сорокабушельной кукурузы, когда ее убирали вручную, и самые шустрые

⁶²⁹ Харт особо подчеркивает огромную роль «невоспетой героини» – фермерской жены: «По традиции она «всего лишь» вела дом, доила корову, растила детей, кормила цыплят, возилась в огороде, вела бухгалтерию, но со временем все больше вытягивалась в полевую работу как своего рода неоплачиваемый работник» <>.

фермерские ребята похвалялись тем, что убирали по сотне бушелей за день, но это был длинный, тяжелый день» <>. Ныне же, пишет Харт, комбайн с хедером на 4 рядка делает это за 10 минут.

Социальные последствия этих нововведений оказались огромными. Техника заставила резко увеличить размеры ферм, и за послевоенный период они выросли более чем вдвое. Число ферм, естественно, сильно сократилось, множество рабочих рук оказалось излишним. Немало писалось о том, что семейная ферма стала в этих условиях анахронизмом, но это, пожалуй, преувеличение. В 1980-х годах 75–85% доходов от сельского хозяйства Айовы составлял доход собственников (в среднем по стране 50–70%). Но семейная ферма стала совсем другой. «Она превратилась, – по словам Харта, – в высокоспециализированное предприятие, совсем как семейная лавчонка на городском перекрестке превращается в супермаркет» <>.

В 1970-е годы сельскому хозяйству кукурузного пояса довелось пережить еще одну перестройку – на этот раз благодаря прорыву его кукурузы и сои на мировые рынки. За это десятилетие кукуруза стала ведущим товаром американского экспорта продовольствия, обогнав пшеницу и муку, вместе взятые, стоимость экспорта сои выросла с \$1,2 млрд. до \$5,9 млрд. На экспорт теперь предназначено 35–40% посевов кукурузы и сои в США. Это ведет к распаду традиционного смешанного хозяйства, так как фермы района стали специализироваться на производстве фуражного зерна, а не зерна и мяса.

Сильно изменился и внешний облик края. Традиционные амбары уступили место ангароподобным машинным дворам, деревянные зернохранилища с естественным проветриванием – громадным металлическим емкостям с искусственной сушкой и высушенными подъемниками для перегрузки. На многих фермах излишними из-за отсутствия скота становятся изгороди, которые к тому же мешают развороту техники. Непривычно выглядят поля с ограниченной обработкой. Из-за роста размеров и сокращения числа ферм много строений снесено или заброшено, многие дома заселены теперь либо нефермерскими семьями, либо бывшими фермерами: они сдают свою землю в аренду соседям, а сами ездят на работу в город. Даже использующиеся строения часто оказываются не фермами, а вторичными базами на дальних концах единой большой фермы.

Сегодня Кукурузный пояс – его хозяйство, облик, культурная среда – переживает период сильного обострения противоречий. Новый виток специализации вывел район на уровень житницы международного значения, которая играет едва ли не решающую роль на мировых фуражных рынках, и перед районом открылись широкие горизонты глобального масштаба. Однако это ничуть не прибавило основной массе его жителей ни процветания, ни уверенности в завтрашнем дне. Напротив, их жизнь стала ещё напряженнее. Ведь реальные цены на кукурузу за послевоенный период практически не изменились, тогда как цены на машины, удобрения, топливо выросли очень сильно, и хозяйствовать здесь приходится всё чаще на грани допустимого экономического риска.

Специализация на фураже дала, казалось бы, новый импульс для роста эффективности, но она повлекла за собой упадок традиционного смешанного хозяйства, а с ним исчезает страховочная роль альтернативной специализации (на зерне или мясе), падает устойчивость доходов, район попадает во все большую зависимость от непредсказуемых колебаний далёких внешних рынков. К тому же внешнеторговая ориентация вводит в игру еще более неустойчивый политический фактор, поскольку правительство США рассматривает экспорт продовольствия и фуража как важный экономический рычаг внешней политики.

Зловещий смысл происходящих перемен стал особенно очевидным в начале 1980 гг. Рост экспорта за 1970-е годы породил у местных фермеров эйфорические настроения, многие из них набрали у банков большие кредиты в расчете на долгое процветание. Но в январе 1980 г. президент Картер объявил о введении эмбарго на поставки зерна Советскому Союзу, и в аграрном секторе экономики США разразилась настоящая паника: Чикагская биржа даже прекратила на 3 дня все операции по купле–продаже зерна. Отличный урожай

1979 г. обернулся страшным перепроизводством, цены покатались вниз, фермеры резко свернули закупки машин и материалов, и негативный импульс быстро прокатился по самым отдаленным закоулкам хозяйства района, вплоть до производства стиральных машин «Мейтаг».

В последующие годы положение несколько выправилось: и в аграрном секторе Айовы были получены годовые доходы в \$1,5–2,0 млрд. Но в 1983 г. произошел резкий спад спроса на внешних рынках, и фермеры Айовы понесли убыток в \$200 млн. Неустойчивость спроса хорошо отражают скачки сбора кукурузы в Айове (в млн. т.): в 1972 г. – 45, в 1974 г. – 35, в 1979 г. – 59, в 1981 г. – 63, в 1983 г. – 27. Подобная зависимость хозяйства от внешних сил производит на жителей Кукурузного пояса особенно удручающее впечатление. Ведь они издавна привыкли считать себя застрахованными от подобных перепадов благодаря гибкости своего хозяйства, плодородию края, устойчивости урожаев, ориентации на внутренний рынок. Недаром район считается одним из бастионов изоляционизма. Ныне его судьба попала в тенета политики Вашингтона: преследуя свои цели, он то стимулирует фермеров, прикрывая их доходы искусственно высокими закупочными ценами, то заставляет сокращать посевы, то вводит запреты на экспорт.

Немало и чисто местных проблем одолевает хозяйство Кукурузного пояса. *Быстро деградирует железнодорожная сеть, от которой зависит вывоз зерна.* В Айове её протяженность сократилась с 15 тыс. км в 1914 г. до 7,5 тыс. км в 1985 г., причем 3,5 тыс. км путей ликвидированы уже в 1980-е. Треть оставшихся линий настолько обветшала, что скорость поездов на них ограничена уровнем 15 км/ч. Федеральное же управление железных дорог считает, что лишь 1,3 тыс. км этих линий имеют «национальное значение», а, по мнению Пентагона, лишь 730 км⁶³⁰.

Снова встает вопрос об эрозии, потому что интенсификация земледелия увеличивает «давление» на землю. Ведь сокращенная обработка земли⁶³¹ внедряется не для борьбы с эрозией, а ради прибыли, притом в основном на полях, подверженных эрозии меньше всего, а на склоновых участках эрозия по-прежнему уносит за год 30–40 т почвы с 1 га <>. Все сильнее сказывается давление урбанизации, которое в этом аграрном крае принимает своеобразные формы. Расширение границ городов съедает многие десятки тысяч гектаров пахотных земель; ожидается, что до 2000 г. в одной Айове в городскую черту перейдут не менее 240 тыс. га, из них 160 тыс. га земель первого класса. Однако до половины городских земель Айовы остается в сельскохозяйственном использовании, и главную опасность представляет не это, а перелив горожан в сельскую местность, особенно вдоль автострад <>. В других частях США с этим довольно успешно борются выкупом у фермеров права на изменение форм землепользования, но в Кукурузном поясе такие меры вряд ли найдут сочувствие у жителей, которые крайне ревниво относятся к «священному» праву частной собственности⁶³²».

В первую очередь это относится к засушливым, мало пригодным для земледелия районам. Как пишет Д.И. Люри, «рост численности населения и отсутствие средств для регенерационных вложений толкает многие регионы аридной Африки на кризисный путь перегрузки пастбищ, ведущий к опустыниванию, падежу скота, голоду. Выход из кризиса при одновременном увеличении объемов ресурсопользования оказался

⁶³⁰ Trains. 1986. V. 46. №. 6. P. 33–35, 37–39.

⁶³¹ О ней см. Ревелль П., Ревелль Ч., 1994. Среда нашего обитания. В 4-х кн. Кн.1. Народонаселение и пищевые ресурсы. М.: Мир. С. 254–257.

⁶³² Смирнягин Л.С., 1989., op.cit. С. 132–141.

слишком дорогим удовольствием для всех 15 проанализированных стран аридной Африки: Ботсваны, Ливии, Сомали, Туниса и др.

Ближе всего к благоприятному пути находились Тунис и Марокко. Там выход из кризиса был найден посредством расширения откормочных технологий (и соответственного снижения эффективности хозяйства), но объемы ресурсопользования при этом не росли (Тунис) и даже падали (Марокко). К настоящему времени Марокко и Тунис – единственные страны региона, которые смогли с 1980 г. увеличить площадь пастбищ и за счет этого несколько повысить количество мяса и молока, приходящегося на душу населения.

В Сомали, Нигере, Кении к концу 1980-х пастбищная нагрузка достигла 0,4–0,6 гол./га, за чем последовало истощение кормовых ресурсов. Восстановление равновесия в этих странах пошло по неблагоприятному пути сокращения численности скота и снижения объемов ресурсопользования при сохранении прежних отгонных технологий. Это привело к уменьшению пасторальной нагрузки, но сопровождалось катастрофическим ухудшением социальной обстановки ⁶³³». См. рис. 68.

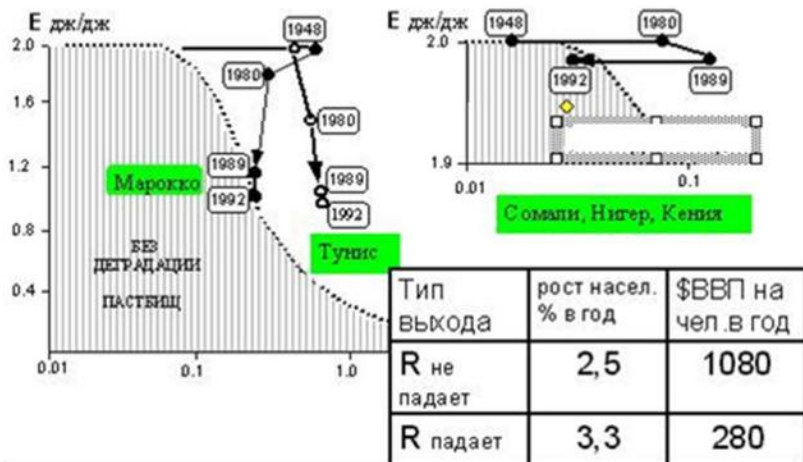


Рис. 68. Кризис с неблагоприятным исходом: развитие животноводства в аридной Африке
Источник: Люри Д.И. лекция № 22, op.cit.

В наихудшем случае возможна катастрофа для эксплуатируемого ресурса или ландшафта, как это было в случае с китобойным промыслом и скотоводством на Африканском Роге (рис. 68–69).

⁶³³ Люри Д.И., 1999а. op.cit.

Второй фактор риска схода с устойчивой траектории и «вползания» в кризис, как ни странно, **ресурсное богатство**. Ещё Медоузы установили контринтуитивную зависимость: чем богаче территория лесом, рыбой, нефтью и пр. ресурсами, тем быстрее их расходует соответствующая экономика (часто правильнее сказать «истребляет»). И наоборот: при исходной ресурсной бедности антропогенная регенерация прогрессирует очень быстро, и развитие отрасли почти не отходит от равновесия. Нет соблазна «дуриком» увеличить объёмы ресурсопользования, не вкладывая пропорционально в их восстановление, а если такая идея и возникает, она по объективным причинам не держится долго.

Путь по кризисной траектории в этих условиях не бывает слишком длинным, а понятно, что тяжесть последствий с углублением по кризисной траектории растёт в геометрической прогрессии. Что хорошо видно при сравнении в работе Д.И. Люри регионов, бедных и богатых почвенными ресурсами.

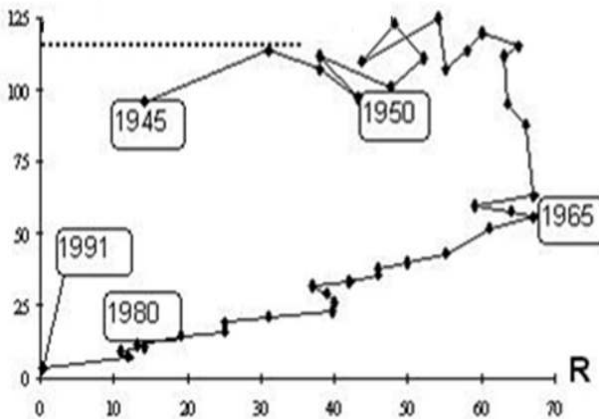


Рис. 69. Кризис с катастрофическим исходом: китобойный промысел 1945-1991 гг.
 Источник: Д.И. Люри, лекция № 22, op.cit.

Развитие первых (Новгородская губ.) почти не уклоняется от равновесия, тогда как вторые постоянно совершают «броски» в сторону кризиса при каждом благоприятном «скачке» рыночной конъюнктуры (рис. 70). Поэтому истребление ресурсов, добываемых для продажи на рынке, происходит быстрее, и подрываются они бесповоротней, чем при «проедании» демографическим ростом. Второе мы видим для российского Черноземья и его американского аналога – прерий Великих равнин. Как показывает О.С. Оуэн («История злоупотребления землёй в Америке»),

фермеры здесь особенно экономили на регенерационных затратах в Первую мировую, при резком подъёме цен на зерно, и во время Великой депрессии, когда они тщились рассчитаться с долгами банку.

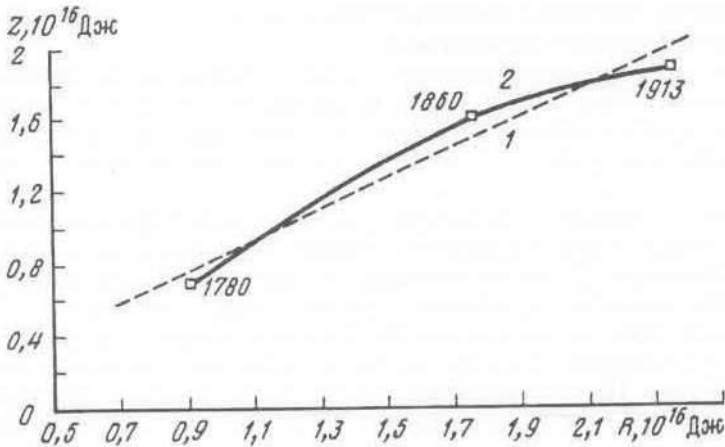


Рис. 70. Бедные ресурсами регионы развиваются ближе к устойчивости, богатые – глубже «влезают в кризис». Равномерное развитие с/х ресурсопользования в Новгородской губ., 1780–1913 гг.

Обозначения. R – Объем ресурсопользования, Z – Затраты ресурсопользования, 1 – Равновесная траектория, 2 – Кризисная траектория.

Источник: Д.И. Люри, 1999, op.cit.

Заключение. Преимущества плановой экономики и общественной собственности в охране природы

Кроме периодически обостряющихся политических конфликтов, при капитализме существует конфликт, постоянно присутствующий в крупных городах – люди, отстаивающие право на здоровую окружающую среду, против бизнеса, заинтересованного в прибылях и поддерживаемого властями. Граждане разных классов, убеждений и состояния борются за последние «зелёные острова», вытесняемые застройкой из города, против «окультуривания» городских лесов (вроде Царицынского и Измайловского⁶³⁴), чтобы они не превращались в парки и т.д. В общем, пытаются сохранить своё право на здоровую окружающую среду (гарантированное, вы будете смеяться, Конституцией РФ), которое господа у них отнимают⁶³⁵. См. одни и те же уголки Москвы в советское время (вверху) и при капитализме (внизу): всюду авто с застройкой теснят и уничтожают зелень⁶³⁶.

Бизнес везде покушается на природу – в Москве, Киеве, Харькове, Минске, Штутгарте *etc.*, независимо от «честности выборов» и «демократичности» политсистемы. И насилие власти, призванное охранить покушающихся на окружающую среду, везде одинаково: «цивилизованный» Штутгарт проводит такую же *brutale Buldozer-Politik*, как Химки и Харьков⁶³⁷. Благодаря заделу советского времени в Москве и

⁶³⁴ Я пишу в первую очередь о Москве, где лучше знаком с ситуацией. См. «Экологический беспредел в Царицынском парке», <http://wsf1917.livejournal.com/92118.html>; «Бизнес атакует зелёные острова Москвы», <http://www.socialcompas.com/2014/09/05/6309/>; «Новое покушение на Воробьёвы горы», <http://igmsu.org/?itemid=875>; «Московская экополитика», <http://www.socialcompas.com/2015/06/16/moskovskaya-ekopolitika/> и пр. Но так как тенденции эти всеобщие, показывают типическое на частном примере.

⁶³⁵ См., скажем, причины выбора самого неразумного (с точки зрения городского управления) и экоопасного (для горожан, ввиду крупных лесных массивов с юго-запада) юго-западного направления для расширения нашего мегаполиса, <http://users.livejournal.com/iga/135286.html>

⁶³⁶ <http://moya-moskva.livejournal.com/3648640.html>

⁶³⁷ См. «Людей бьют. Милиция наблюдает», <http://kermanich.livejournal.com/150126.html>; «Беспредел в Парке Горького в Харькове», <http://gorkiy-park-kh.livejournal.com/618765.html>; о побоище в Штутгарте см. статью в «Шпигеле», <http://www.spiegel.de/politik/deutschland/protest-gegen-bahnhofsumbau-polizei-raeumt-stuttgart-21-gelaende-mit-gewalt-a-720516.html>

других крупных городах стран СНГ ещё есть что спасать и за что сражаться, о чём см. подробнее ниже. Но ещё немного, и будет поздно.

С точки зрения граждан, при уничтожении зелёных насаждений или природных территорий города у них отнимают «экологические услуги», дотоле «работавшие» на их здоровье с трудоспособностью, ничего не давая взамен и не компенсируя причинённый ущерб. Беда в том, что понимание сути ущерба требует специальных знаний, а с экологическим образованием после 1991 г. дело обстоит точно так же, как с образованием вообще. Вроде бы оно где-то есть, и отдельные проявления неплохи – но до людей не доходит. Поэтому борьба начинается с запозданием – люди воспринимают ущерб лишь когда он нанесён (скажем, Царицынский лес уже превращён в парк, отстоять его не удалось, но власти отказались от аналогичных работ в Измайловском лесу).

Другой временный успех отмечен осенью 2014 г. Благодаря протестам специалистов в области экологии города и охраны природы с Биологического факультета МГУ, из ВНИИПрироды, МПГУ удалось отложить принятие госпрограммы по охране окружающей среды Москвы на 2012-2016 гг., дававшей зелёный свет наступлению бизнеса на территории Природного комплекса Москвы. Последние, в отличие от парков, скверов, газонов и бульваров (то есть зелёных насаждений) – представляют собой саморегулирующиеся экосистемы – лесные, луговые и (их осталось совсем немного) болотные, способные не только устойчиво существовать как рекреационный ресурс без усилий со стороны коммунального хозяйства, но и очищающие для нас город.

Поэтому людям, желающим сохранить благоприятную среду обитания, стоит побеспокоиться об этом *заранее*, – прежде чем её уничтожат или сильно повредят фрагментацией. А для этого надо самообразовываться, слушать специалистов (например, выступивших на конференции «Экологические проблемы Москвы и Подмосковья»⁶³⁸) и пр. (пускай это делалось оппозицией «под выборы»). Не менее важно понять, что эти, нахлынувшие на нас и обычные для Запада проблемы защиты здоровой среды обитания в городе органически связаны с капитализмом. А улучшение экологической ситуации и борьба за здоровую среду обитания для нас (или за сохранение дикой природы – для всех) требует борьбы против капитализма, за социализм.

⁶³⁸ См. <http://naturschutz.livejournal.com/20495.html> Такое собрание проводится второй раз; прошлой осенью был Круглый стол «Проблемы экологии Москвы: текущее состояние и перспективы», организованный фракцией КППФ в Мосгордуме, см. стенограмму <https://drive.google.com/file/d/0B7jjJIHsu330NWU3ZTQ5YWQtNDNiMy00ZDM0LWE1Y2MtZTc2MGMwNGUyN2My/view?pli=1>

Возникает вопрос: почему? Почему нельзя сохранить «только природу здесь и сейчас», не меняя общественного устройства? Дальше я попробую ответить на него, сделав отступление общего характера: почему оказывается, что капитализм – это экологический кризис, а социализм – шанс на устойчивое развитие или как минимум выход из кризиса?

Сравнивая капитализм и социализм⁶³⁹, мы видим пять принципиальных ноу-хау в области охраны природы, немислимых в условиях первого (идейно или практически), но обязательных при втором.

А) концепция заповедника как территории, навечно изъятой из хозяйственного использования – но не для того, чтобы сохранять «последние остатки дикой природы» или музеефицировать «типичные образцы» разных экосистем Земли. Заповедник мыслится как научная лаборатория; исследования динамики экосистем на территориях, изъятых из эксплуатации, работают для научно обоснованного ведения хозяйства (прежде всего сельского, лесного и охотничьего, но также строительства, добычи минеральных ресурсов) на территориях, где хозяйство ведётся, и ландшафты которых более или менее нарушены этим.

Такие «контроли» позволяют точно определить оптимальный уровень хозяйственного воздействия на биоресурс (и предел нарушений в его воспроизводящих ландшафтах), за которым подрывается первое и запускаются «контуры разрушения» второго. Затем «в интересах» долговременной устойчивости эксплуатации территории или ландшафта требуется наложить такие ограничения на использование, которые, не мешая ему, не дают хозяйствующим субъектами, неизбежно заинтересованным в краткосрочном выигрыше, перейти этот рубеж.

При социализме эта задача решается, при капитализме её трудно даже поставить, даже попытка последнего атакуется как угроза «свободе предпринимательства». Кроме того, трудно найти субъекта, заинтересованного в этих действиях, ибо они выгодны обществу в целом, но не отдельным лицам и корпорациям. Так или иначе, столкнувшись с прогрессирующим истощением запасов биоресурсов, в странах «первого мира» пытаются «не перейти грань» за счёт квотирования, давления природоохранников и т.д., но получается плохо, не лучше, чем с соболиным промыслом в Московии XVII века.

Исходно концепция заповедника была создана учёными России, видевшими гибельность частного предпринимательства (даже «цивилизованного») для природных ресурсов и дикой природы. Они выступали за плановое хозяйство на научной основе в общенациональных масштабах, что было и идеологическим приоритетом Советской власти. Когда природоохранные активисты (проф. Г.А. Кожевников и

⁶³⁹ Их понимание – см. сноску 58.

председатель Астраханского губисполкома Н.Н. Подъяпольский⁶⁴⁰) предложили ей эту концепцию, они немедленно получили поддержку, в противоположность капиталистическим странам.

Уточнение деталей. Как пишет Дуглас Уинер: «Для многих [на Западе] будет удивительно узнать, что ещё в 1920 гг. и начале 1930-х Советский Союз был на переднем крае развития теории и практики охраны природы. Русские первыми предложили выделять специально охраняемые теории для изучения экологических сообществ, и Советское правительство было первым, кто воплотил эту идею. Более того, русские были первыми, кто понял, что планирование регионального землепользования и восстановление разрушенных ландшафтов должны строиться на основе экологических исследований. В настоящее время этими идеями и концепциями руководствуются, разрабатывая политику в области охраняемых территорий, не только в Советском Союзе, но и во многих других странах⁶⁴¹».

И наоборот: реставрация капитализма после 1991 года привела к ползучей коммерциализации заповедной системы, требованиям «зарабатывать на экотуризме» при одновременном нарастании трудностей научной работы. Вопреки оппозиции сотрудников и природоохранной общественности, власть не мытьём, так катаньем превращает заповедники в национальные парки, что лучше гармонирует с нынешним общественным строем. В последние годы партия власти прямо пытается уничтожить заповедную систему страны.

Б). Плановая экономика позволяет не переходить оптимальный уровень эксплуатации природных богатств – так, чтобы «устойчиво снимать урожай» рыбы, леса или дичи, не разрушая природный ландшафт, воспроизводящий эти ресурсы, и не подрывая популяций эксплуатируемых видов. Рыночная – гарантированно переходит его (лекции 1.2, 1.5, 2).

Легко видеть, что экономическая логика планового хозяйства нацелена на долговременную устойчивость использования территории в целом. Рыночная – максимизирует краткосрочный выигрыш для каждого из хозяйствующих субъектов. Отсюда «экологичность» плановой экономики, которая состоит в том, что, какую территорию и вид ресурсов ни возьми, она требует тратиться на регенерацию ресурсов и реабилитацию ландшафтов *одновременно* с эксплуатацией. Плюс нет лишних расходов сил и ресурсов на конкуренцию между компаниями: не случайно известное условие конкурентного равновесия между видами из уравнений Лотки–Вольтерра (без разделения ниш) означает трату части ресурсов именно и только на самую конкуренцию, а не на воспроизводство популяции.

⁶⁴⁰ См. «Владимир Ильич и охрана природы», <http://naturschutz.livejournal.com/24937.html>

⁶⁴¹ «Экология в Советской России. Архипелаг свободы: заповедники и охрана природы». М.: «Прогресс», 1991. С. 7.

И наоборот: экоопасность рыночной экономики состоит в том, что вложения в добычу ресурсов (для производства товаров=отложенных отходов) производятся *сегодня*, а в регенерацию ресурсов и реабилитацию природных ландшафтов – *завтра*, а то и послезавтра. Не только частные корпорации, но и рыночно мотивированные граждане стараются всячески оттянуть этот момент, заплатить налоги, идущие на охрану среды, как можно меньше и позже и т.д. Ибо работа на общее благо, у которой нет конкретного выгодополучателя, при капитализме не имеет ни смысла, ни мотивации. Соответственно, упускается время, нарушения естественных экосистем не успевают «затягиваться» – но, наоборот, разрастаются до уровня, при котором мультиплицируются. Поэтому нынешняя социально-экономическая система загрязняет и рушит быстрее, чем природа и человек успевают очищать и восстанавливать.

Согласно общепринятым моделям развития кризисов в системе «природа–общество» – глобальной (лекция 2) и локальной (лекция 3), вследствие нелинейности и автокаталитичности процессов развития кризиса исчезает главный невозобновимый ресурс – *время для принятия решений*, позволяющих поправить ситуацию. При капитализме оно с неизбежностью упускается, поскольку корпорации и правительства, бьются насмерть за свои интересы и, если уступят в конце концов, за это время ситуация ещё больше ухудшится, что потребует ещё более радикальных мер, вызывающих ещё большее сопротивление.

При социализме благодаря плановому ведению хозяйства на научной основе есть значительный шанс не упустить момент, и опыт соцстран показывает, что в большинстве случаев его не упускали. Поэтому сравнимый уровень продуктивности с/х СССР и стран «первого мира» (при сравнении ГДР с ФРГ – ⁶⁴²большой) достигался при кратно меньшей дозе удобрений и ядохимикатов⁶⁴³, и на порядок меньшей степени разрушения/трансформации «традиционного с/х ландшафта» с его колками, лугами, болотцами, перелесками, крайне необходимого в сохранении дикой природы староосвоенных регионов. В развитых капиталистических странах он разрушается, что губительно для биоразнообразия, в их соседях – соцстранах в целом был сохранён⁶⁴⁴.

⁶⁴² Платошкин Н.Н., 2009. Попытка нового взгляда на экономическое соревнование ГДР и ФРГ //Федерализм. № 1. С. 119–135.

⁶⁴³ Петриков А.В., 2007, op.cit.; «Сравнение с/х СССР–США...».

⁶⁴⁴ См. «Экосистемные последствия лесозаготовки: Восточная Финляндия vs Карелия». Еще показательный известный феномен «аисты против капитализма», <http://www.socialcompas.com/2013/10/08/aisty-protiv-kapitalizma/> В разделённой Корее и в разделённой Германии равно любимые людьми аисты лучше сохранялись в «социалистических частях» обеих стран: и вследствие лучшей сохранности «традиционного с/х ландшафта», и вследствие развитости низовой природоохранной инициативы, вроде существовавших в нашей стране школьных лесничеств и зелёных патрулей.

Один и тот же уровень индустриального и промышленного развития в «урбанизированных ядрах» регионов достигался при существенно лучшей сохранности естественных экосистем и биоразнообразия на периферии, меньшей нарушенности природных ландшафтов фрагментацией извне и инсультацией изнутри (способствующих вымиранию «диких» видов флоры и фауны под действием «островного эффекта»). Здесь характерен пример Финляндии (см. сноску 122), исходно столь же богатой нетронутой природой, что и граничащие с ней области России, и начавшей промышленное развитие в сходные сроки.

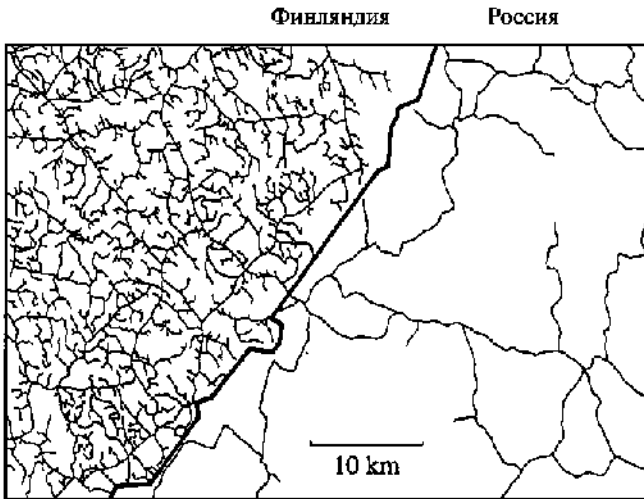


Рис. 71. Фрагментация природных ландшафтов сетью лесных дорог: Финляндия vs Карелия

Источник: Рис. 2.6. из И.Хански, 2010, op.cit. (С. 109)

«Экосистемные последствия лесозексплуатации...» показывают, что хотя урбанизация и промышленное развитие Русской Карелии сравнимо с таковым Финской, а то и превышает его, фрагментированность природных биотопов во втором случае на порядок больше (рис. 71, 72). При социализме не только с/х производство, но и урбанизация существенно менее экоопасны – в том числе для людей.

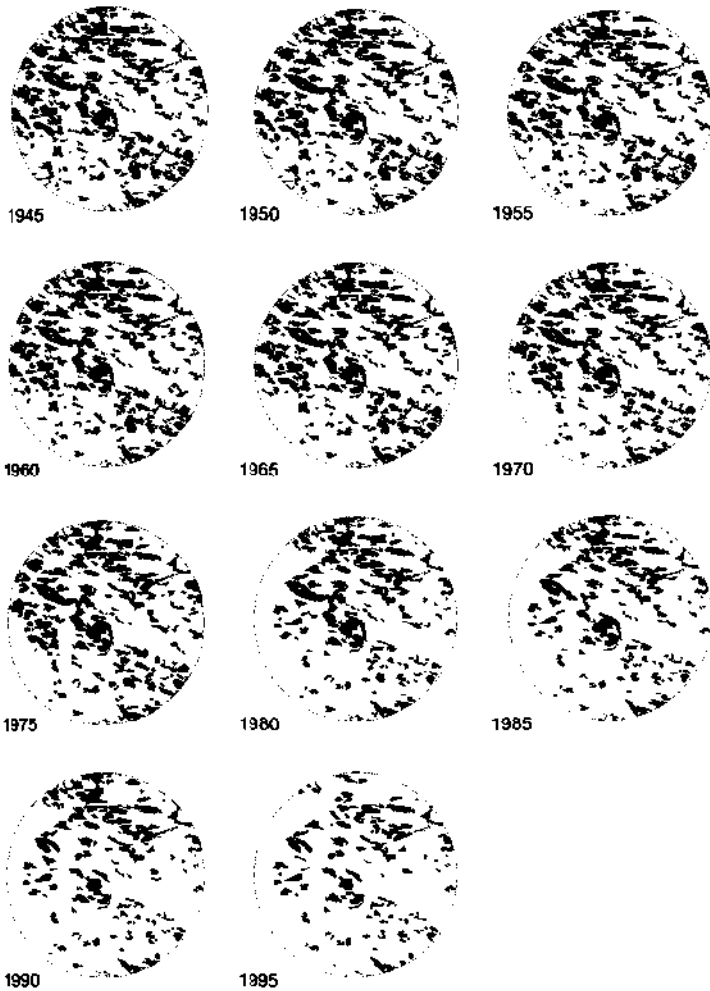


Рис. 72. Постоянно растущая с 1945 по 1995 год фрагментация старовозрастного елового леса в Кухмо (восточная Финляндия). Белые области – все типы местообитаний, кроме старого елового леса.

Источник: И. Хански, 2010, *op.cit.*, рис. 4.6.

Даже несовершенный социализм много экологичнее капитализма стран «первого мира» при сравнимом уровне научно-технического прогресса, промышленного и городского развития. Поэтому, собственно,

около 80% биоразнообразия Европы сохранилось на территории Европейской части бывшего СССР. И наоборот: экономическая логика капитализма требует оптимального использования вложений финансового капитала. Они должны дать максимум прибыли в минимальный срок, а износ с разрушением рабочей силы или естественных экосистем не являются ни приоритетом, ни даже критерием при оценке эффективности. Отсюда следует, что оптимальный уровень эксплуатации *гарантировано будет перейдён* практически всеми природопользователями, несмотря на рекомендации учёных, сопротивление природоохранной общественности и пр.

Как именно это получается «технически», показано в известной модели «пределов роста» Денниса и Донеллы Медоуз (лекция 2). Вообще, что меня восхищает в авторах модели пределов роста – что они, плоть от плоти буржуазного класса⁶⁴⁵, спокойно и объективно, без идеологии, лозунгов и прочей «политики», показывают главную причину невозможности устойчивого развития при капитализме – рынок и свободу предпринимательства – и губительность данного общественного строя для природы.

В) В известном руководстве по экологии города Г. Зукоппа и Р. Виттига⁶⁴⁶ сказано, что идея создания вокруг городов «зелёных колец» природоохранного и санитарно-гигиенического назначения витала в воздухе с начала XX века, и в первую очередь в наиболее урбанизированных странах. Но реализовали её лишь в СССР тридцатых годов, для охраны здоровья трудящихся – то есть, говоря современным языком, чтобы горожане использовали «экосистемные услуги» по поглощению загрязнений, оптимизации микроклимата и прочему кондиционированию среды обитания. Первый Лесопарковый защитный пояс (*ЛПЗП*) был спроектирован в 1935 году, в рамках Генерального плана развития Москвы. Затем он распространяется на все крупные города страны – и, в 1950-х годах, на главные города соцстран.

Согласно Генплану, городские леса и лесопарки Москвы образовывали «зелёные клинья», «острия» которых, постепенно сужаясь,

⁶⁴⁵ Беренс – президент Норвежской школы менеджмента, Деннис Медоуз – почётный член школы бизнеса в Дартмуте, все три автора заседают в советах директоров технологичных компаний, на С. 228 «Пределов роста: 30 лет спустя» они даже как бы извиняются за то, что рынок подрывает устойчивость и ликвидирует ресурсы. О сохранении идеологической приверженности к своему классу говорит и тот факт, что показывая *в данных* большую экоопасность потребительского давления сравнительно с ростом населения, *на словах* они всегда ставят его на первое место (при перечислении и пр.), даже в последней книге.

⁶⁴⁶ Sukopp H., Wittig R., 1998. Stadtökologie. Hamburg: Gustav Fischer Verlag, 402 ss. См. перевод раздела 2.3.5 «Влияние политических систем на развитие городов», С. 28-31, <http://www.socialcompas.com/2014/05/08/goroda-geografiya-s-e-kologije/>

доходило практически до центра Москвы – а широкая «тыльная» сторона плавно переходила в лесные и луговые массивы Подмосковья. Ширина *ЛПЗП* проектировалась пропорционально коэффициенту людности «урбанизированного ядра», которое необходимо обслуживать поглощением загрязнений, рекреационными ресурсами и прочими «экосистемными услугами»: при населении больше 1 млн. она составляет 35–50 км, больше 500 тыс. – 25–30 км, больше 100 тыс. – 20–25 км⁶⁴⁷. См. также рис. 73

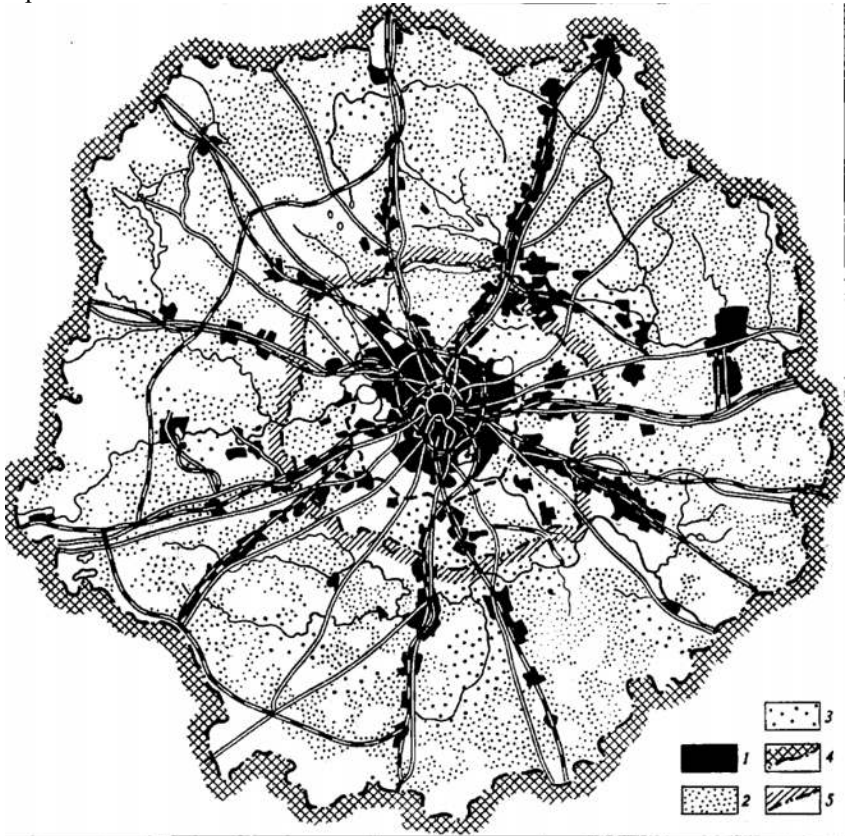


Рис. 73. А. Схема ЛПЗП конца 1980-х гг. (По М.О. Хауке)

Обозначения: 1 – Города и посёлки, 2 – Зелёные насаждения, 3 – Места и учреждения общественного отдыха, 4 – Граница пригородной зоны, 5 – Граница ЛПЗП.

Источник: Рис. 16 в: из Лаппо, 1997.

⁶⁴⁷ См. Лаппо Г.М., 1997. География городов. М.: Изд-во ВЛАДОС, 1997. 478 с.

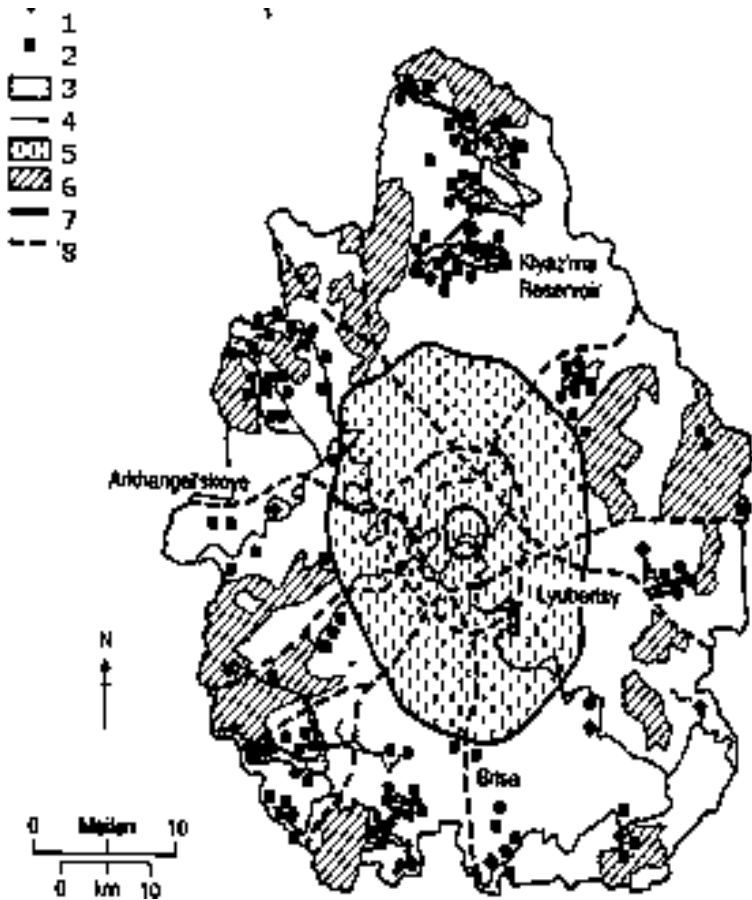


Рис. 73. Б. Изображение ЛПЗП 1935 г. из «Экологии города» Зуккоппа и Виттига (несколько неточное)

Обозначения: 1 – Спортивные и культурные центры, жилая застройка, включая 2 – пионерлагеря, 3 – Крупнейшие водоёмы, 4 – Территория г.Москвы, 5 – Важнейшие лесные массивы, 6 – Действующие автодороги, 7 – Планируемые автодороги.

Рис. 73. Лесопарковый защитный пояс вокруг Москвы

Только в 1970-х гг. сходные «зелёные пояса» возникают вокруг некоторых городов развитых капиталистических стран (например, в Оттаве, рис. 74). Однако же в силу вышесказанного урбанизация при капитализме ведёт к существенно более сильной фрагментации природных ландшафтов на дальней периферии региона и к большому сокращению биоразнообразия флоры и фауны, «зелёные пояса» вокруг

городов развитых капстран предоставляют худшие «экосистемные услуги»⁶⁴⁸.

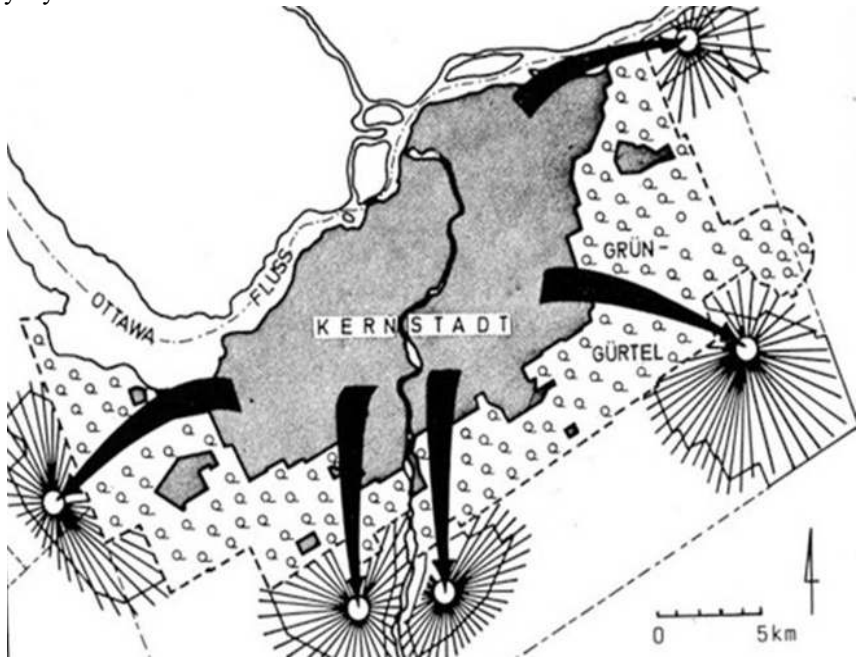


Рис. 74. «Зелёное кольцо» вокруг Оттавы

Источник: Sukopp, Wittig, 1998, op.cit. Стрелки – челночные поездки из «ядра города» в пригороды. Ottawa Fluss – р.Оттава.

В таком заповеднике рыночного фундаментализма, как США, идеи «зелёных колец» вокруг городов не реализованы почти нигде. Здесь победила субурбанизация с исключительно экоопасной «пригородной культурой» – как вследствие массового использования автомобилей, вытесняющих общественный транспорт, так и (главное) потому что развитие *suburbs* и особенно подъездных путей к ним идёт за счёт лесных, луговых, болотных массивов региональной периферии, дробит, фрагментирует их, сокращает площади и пр. См. сноску 471.

Если грубо, охрана окружающей среды делится надвое – на охрану среды обитания человека, поддерживающую здоровье последней для нас любимых, и охрану дикой природы – видов, сообществ, «девственных

⁶⁴⁸ Примеры «экосистемных услуг», оказываемых природными территориями города и сохранившимися региональными экосистемами, способы их оценки и рыночная стоимость на начало 2000-х годов приведены в справочнике «Экономика сохранения биоразнообразия» М.: Институт экономики природопользования, 2002. С. 206–215. См. <http://naturschutz.livejournal.com/59120.html>

ландшафтов» и ненарушенных экосистем. Вне городов и вдали от них цели той и другой часто взаимно противоречат, а ландшафт, оптимальный с точки зрения первой цели, неоптимален с точки зрения второй, и наоборот.

Это понимали уже основатели природоохранного дела, специально указывая на то, что «чистенький–прилизанный» европейский ландшафт с точки зрения сохранения дикой природы – неполноценная и разрушенная среда обитания. Классик охраны природы в России и СССР, профессор Г.А. Кожевников даёт обобщённое описание «хорошо ухоженного леса» германской модели.

«Представьте себе, что в лесу, носящем ранее первобытный характер, проведены широкие просеки и построены дома. На просеках сделаны богатые посадки, много цветущих кустарников, живых изгородей, много таких деревьев, которых прежде в лесу не было. Всё это пышно разрослось и служит приютом многочисленным птицам. В лесу запрещено стрелять, и это соблюдается. Целый ряд хищников остаётся здесь на гнездовьях, гнездятся даже цапли, есть белки, зайцы, даже барсуки и лисицы.... Получается довольно оживлённая картина животной жизни...» (Кожевников, 1909. С. 7).

Непрофессионалу эта картина может показаться настоящей идиллией. Но это впечатление обманчиво. С научной точки зрения, подчёркивает Кожевников, лес лишился значительной части своей бывлой сложности и естественности. Говоря об упрощении биоты в плотно населённой Германии, Кожевников предостерегал от подобного процесса в России.

«И если мы не примем специальных мер в охране первобытной природы (как фауны, так и флоры), то она исчезнет бесследно, и заступившая на её место изменённая культурой природа только обманет нас своим односторонним богатством, затушёвывая образ исчезнувшего прошлого⁶⁴⁹».

Наоборот – территории отстойников, полей фильтрации, других техногенных водоёмов экстремальны по загрязнённости тяжёлыми металлами, пестицидами, другими токсикантами, но являются техногенными рефугиумами фауны, в первую очередь водоплавающих и околоводных птиц (в меньшей степени растений и бабочек), в том числе редких и краснокнижных. «Пересадка» этих видов с естественных водно-болотных угодий на их техногенные аналоги в виде окружающих город прудов рыбхозов, полей фильтрации и пр. критически важно для их сохранения в староосвоенных регионах. См. сноску 69.

Дело в том, что прибрежные и пойменные ландшафты первыми попадают под удар рекреации, а на нынешнем этапе урбанизации

⁶⁴⁹ Уинер Д., 1991. Экология в Советской России. М.: Прогресс. С. 29–30.

горожанин не может без отдыха на природе, он вынужден использовать ландшафты области как рекреационный ресурс (см. лекцию 1.9).

В староосвоенных регионах, особенно в ближних пригородах и в самом городе, необходимо сохранение должного представительства участков лесных, луговых, болотных ландшафтов, максимально приближающихся к естественным по структуре экосистем. Это одновременно и условие выживания большинства «диких» видов флоры и фауны, и единственное средство обеспечить здоровье горожан. В то же время, направленное создание техногенных аналогов естественных экосистем, содействие их спонтанному образованию при эволюции урбандиафшта или заселению дикими видами позволяет городу наконец-то принять на себя теоретически возможную *роль заказника*. Что исключительно важно для уменьшения негативного воздействия города на экосистемы региона, его флору и фауну.

При нынешней степени урбанизации (и даже более ранней, с 1950 гг.) интересы людей и природы в староосвоенных регионах *совпадают*, те и другие могут быть защищены одним способом – созданием вокруг городов лесопаркового защитного пояса, размер которого пропорционален их людности. Однако это не представляется возможным в реальных условиях капитализма.

Г) На второй – третьей стадиях урбанизации развитие агломераций создаёт «поляризованный ландшафт» (рис. 75), направляющий это последнее в сторону территориального размежевания между 1) урбанизацией региона (и связанным с ней промышленным развитием); 2) интенсивным сельским хозяйством, обеспечивающим жителей «урбанизированного ядра» продовольствием, и 3) сохранностью природных ландшафтов, частично эксплуатируемых рекреацией. Поэтому он исключительно благоприятен для сопряжения «интересов» урбанизации в городских центрах и сохранения дикой природы на периферии урбанизирующегося региона. По-видимому, его поддержание – это единственное решение, позволяющее достичь 1), 2) и 3) одновременно.

Важный эффект формы общественного устройства состоит в том, что при капитализме «поляризованный ландшафт» *обязательно разрушается* на следующих стадиях урбанизации (табл. 23). При социализме он поддерживается и воспроизводится, ибо планирование городского развития обеспечивает «звёздчатый» рост центральных агломераций, вдоль лучей автомобильных и железнодорожных магистралей. Что, в свою очередь, сохраняет связность элементов природного ландшафта в виде «зелёных клиньев» между «лучами урбанизации», предотвращая потери биоразнообразия от островного и краевого эффектов и обеспечивая благоприятное воздействие дикой природы на здоровье горожан.

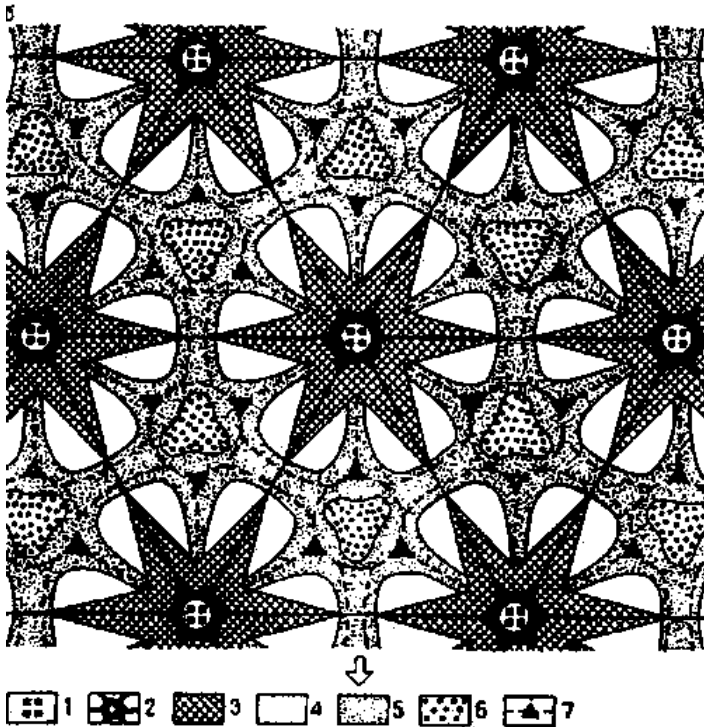


Рис. 75. Сетевой поляризованный ландшафт, наиболее благоприятный для сохранения дикой природы и «экосистемных услуг» в ближних пригородах. По Б.Б. Родману.

Обозначения. 1 – Городские историко-архитектурные заповедники, 2 – Общественное обслуживание и пути сообщения, 3 – Постоянные городские жилища и обрабатывающая промышленность, 4 – Сельское хозяйство высокой и средней интенсивности, 5 – естественные луга, пастбища, охота, загородные рекреационные парки, 6 – Природные заповедники, 7 – Рекреационные жилища и туристские дороги.

Источник: Лаппо, 1997, op.cit.

«Зелёные клинья» природных ландшафтов рекреационного назначения проходят до самого «урбанизированного ядра» региона и проникают в него в виде природных территорий города⁶⁵⁰. Наконец, при

⁶⁵⁰ Последние нельзя путать с искусственными элементами озеленения – парками, садами и пр., первые отличаются от вторых тем же, чем естественный луг или разнотравный газон отличается от «английского» газона, стриженного. См. Волкова Л.Б., Соболев Н.А. «Зачем нам в России «английский» газон?», <http://wolf-kitses.livejournal.com/114883.html> В меру сохранности естественных экосистем затраты на уход за ним много меньше, а приносимая польза в виде «экосистемных услуг» и рекреационных ресурсов – больше.

Отсюда ясна прагматическая ценность дикой природы в городе, почему привлечение диких видов птиц, млекопитающих, бабочек и пр. важно для горожан, а не только для нас,

«звёздчатом» росте «урбанизированного ядра» староосвоенного региона, области интенсивной сельскохозяйственной деятельности образуют «валики», прилегающие к урбанизационным лучам. Наименее людные и самые дальние области «экономического вакуума» на стыках регионов сохраняются как «воспроизводственный участок» биоты для массивов рекреационных лесов, лугов и болот.

В результате рекреационный ресурс горожан (а одновременно и биоразнообразие региона, с малонарушенными территориями периферии) сохраняется даже при сильных антропогенных нагрузках со стороны сельского хозяйства, городской промышленности и рекреации из «ядра». Или, точнее, появляется шанс на их сохранение, если последующее развитие агломерации в регионе скорее сохраняет «поляризованный ландшафт», чем подрывает его (как это случилось при капиталистической реставрации в СССР и странах Восточной Европы).

Не случайно концепция «поляризованного ландшафта» была создана в СССР 1970-х гг. и сразу использована для охраны природы нашей страны и других соцстран. Её автор, Борис Борисович Родоман, развивая идеи Вальтера Кристаллера, сформулировал⁶⁵¹ представление о поляризованном ландшафте как универсальном механизме пространственной сегрегации урбанизированных и охраняемых природных территорий с целью сохранения биоразнообразия и рекреационных ресурсов для горожан из «урбанизированного ядра». Концепция поляризованного ландшафта очерчивает тот идеальный «экологический каркас» природных территорий, который должен быть сохранён в форме системы ООПТ, расположенных в зонах «экономического вакуума» на границах областей и разделённых в

природоохранников. В силу исключительной агрессивности городской среды, в первую очередь по факторам загрязнения, вытаптывания, аридизации и пр. деревья и кустарники, используемые в насаждениях (т.е. работающие на наше здоровье, оптимизацию микроклимата и пр.) живут в 2–3 раза меньше, чем в естественных насаждениях.

Приближая структуру зелёного насаждения к мозаично-оконой структуре естественных экосистем (лесных древостоев, кустарниковых зарослей, луговых сообществ и пр.), включая в систему разные виды животных, естественным образом регулирующих потребление фитомассы и активность друг друга, мы повышаем устойчивость насаждений, эффективность фитомелиорации городской среды, продляем срок жизни элементов озеленения. Причём всё это – естественным образом, без затрат со стороны коммунального хозяйства, по сравнению с которыми затраты на экообустройство городских территорий или на привлечение «диких» видов фауны в техногенные аналоги естественных местообитаний несопоставимо низки. См. «Зачем нужна дикая природа в городе?», http://scepsis.net/library/id_3354.html

⁶⁵¹ Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов // Ресурсы, среда, расселение. М. Наука. 1974. С. 150–162; Охрана природного ландшафта путем регулирования его транспортной доступности // Охрана природы окультуренных ландшафтов. Уч. Записки Тартуского гос. ун-та. Вып. 475. Труды по охране природы. № 2. 1978. С. 57–61; Пространственная концентрация антропогенных явлений: (Поиски географических законов) // Регион, проблемы развития соц.-эконом. пространственных систем: Уч. записки Тартуского гос. ун-та. Тарту, 1981. Вып. 578.

этих зонах только транспортными магистралями, соединяющими кратчайшим путём областные центры.

Как отмечает Б.Б. Родоман, в этом случае урбанизация в староосвоенном регионе происходит так, что поляризованный ландшафт возникает и воспроизводится, не разрушаясь, а экологический каркас – и, соответственно, «экологические сети» природных территорий в пространстве – делаются комплиментарными антиподами урболандшафтов. Они перестают конкурировать за территорию, достигается размежевание «природы» региона с «хозяйственной активностью» в нём, воспроизводство природных ресурсов всё больше уравнивает разрушительные формы природопользования в «городской» и «сельскохозяйственной» частях региона. Тогда создание экологических сетей, сохраняющих видовое и ценотическое разнообразие дикой природы на староосвоенных территориях, при сильной фрагментации и давней трансформированности природных сообществ, можно производить «от противного» – через изучение пространственных закономерностей размещения и динамики «центров» и «лучей» урбанизационных процессов в регионе.

В 1970-х гг. концепция поляризованного ландшафта хорошо соответствовала реальности стран «второго мира» (настолько, что ошибочно казалась всеобщей), почему была быстро востребована в качестве теоретической предпосылки для практической политики охраны природы. Она существенно повлияла на территориальную охрану природы и ландшафтное планирование в Центральной России, Литве, Эстонии, Латвии и, по-видимому, Белоруссии, Чехии и Словакии.

Создатель концепции, по всей видимости, считал её универсальной – но опыт истории показал, что поляризованный ландшафт, возникающий на второй стадии урбанизации, долговременно сохраняется *только при социализме*. При капитализме он обязательно разрушается на следующих стадиях урбанизации, см. табл. 23. Возникает и ширится кольцо пригородов, туда переселяются сколько-нибудь состоятельные люди, перемещающиеся из города в регион и по региону на авто; города расплываются как масляное пятно на бумаге, неуклонно съедая собственную природно-ресурсную базу.

Таблица 23

Стадии урбанизации и развитие территориальной охраны природы

Стадии урбанизации (по Ю.Л. Пивоварову, 1991)	Отношение к пространственному разделению интенсивной хозяйственной активности и природных территорий	Приоритетные направления деятельности по сохранению биологического разнообразия	Сравнительная оценка эффективности инвестиций в территориальную охрану природы
1. Относительно равномерное	Благоприятствует при низкой плотности	Сохранение крупных (50000 га	Очень высокая при низкой плотности

сельское население, повторяющее дифференциацию естественного ландшафта, города только появляются	населения (север России), высокая резистентность при высокой плотности населения (Индия, Южная Азия, многие регионы Африки и др.).	и более) природных массивов с естественной сукцессионной динамикой, выраженной в масштабе ландшафта (при низкой плотности населения). Сохранение наиболее ценных по природоохранному значению участков и «охрана в процессе использования» при высокой плотности населения.	населения. Низкая при высокой плотности населения (эффективны в основном как компоненты комплексных программ по борьбе с бедностью и устойчивому развитию).
2. Быстрый рост городов (городское население растёт быстрее сельского), развитие «точечных форм» высокой концентрации населения.	Благоприятствует при низкой концентрации населения (север Европейской России и Западной Сибири), высокая резистентность при высокой плотности населения (юг Нечернозёмной и Чернозёмная зона Европейской России, включая Северный Кавказ, Молдову)	Сохранение наиболее ценных по природоохранному значению участков и т.н. «секторальный подход» («охрана в процессе использования»), создание «экологических каркасов» как инструментов охраны почвенного плодородия и экологической реставрации	Высокая при низкой плотности населения. При высокой плотности населения может быть как относительно высокой (в условиях высокой степени эрозии почв и засухи), так и низкой (при высокой экономической эффективности с/х производства)
3. Формирование городских агломераций за счёт центральных городов при абсолютном уменьшении сельского населения, депопуляция межагломерационных пространств	Наибольшее благоприятствование, поскольку данная фаза наиболее полно реализует модель пространственного разделения интенсивной хозяйственной активности и природных территорий (т.е. возникает поляризованный ландшафт)	Создание «экологического каркаса» путём превентивного сохранения крупных «природных ядер» на стыках административных границ высокого ранга (страны СНГ, субъекты РФ) и иногда – низкого ранга (районы	Относительно высокая при создании ООПТ I–II категорий IUCN (заповедники и национальные парки). Очень высокая при создании ОПТ II–IV категорий IUCN (природные парки, заказники, памятники природы и др.).

		субъектов РФ), «экологических коридоров» вдоль административных границ	которые могут рассматриваться как шаги по консервации режимов традиционного природопользования и элементы ландшафтного планирования
4. Развитие городских агломераций за счёт ускоренного роста населения внешней зоны, субурбанизация	Высокое благоприятствование на стыках административных границ высокого ранга, более низкое – в основаниях «зелёных лучей» зоны субурбанизации.	Создание «экологического каркаса» путём превентивного сохранения крупных «природных ядер» на стыках административных границ высокого ранга (страны СНГ, субъекты РФ), и иногда низкого ранга (районы субъектов РФ), «экологических коридоров» вдоль административных границ.	Очень высокая при создании ОПТ II–VII категорий IUCN (природные парки, заказники, памятники природы и пр.), которые могут рассматриваться как шаги по консервации режимов традиционного природопользования и элементы ландшафтного планирования.
5. Деконцентрация населения, активизация межагломерационных пространств и стагнация исторических ядер расселения	Наименьшее благоприятствование, реализация подхода возможна только путём очень дорогих «реставрационных» мероприятий.	«Охрана в процессе использования» (т.н. «секторальный подход») путём снижения интенсивности сельского и лесного хозяйства.	Низкая, финансовые затраты на восстановление природных массивов и создание «экологических коридоров» максимальны

Источник. Шварц Е.А., 2003. Эколого-географические проблемы сохранения природного биоразнообразия России. Автореферат дисс. на соискание учёной степени доктора географических наук. М. С. 9.

И действительно, капиталистическая реставрация, начатая после победы контрреволюции в странах Восточной Европы и СССР, везде ликвидировала «поляризованный ландшафт», направила урбанизацию по экоопасному пути – причём независимо от жёсткости природоохранного законодательства и градуса обеспокоенности экологическими проблемами. Интересно, что провозвестником реставрации было массовое садово-дачное строительство, стимулированное раздачей участков в

горбачёвские времена – что создавало угрозу охране природы и общему интересу одновременно, ибо естественным образом мотивировало граждан посвящать свободное время не производству, не жизни страны, а персональному домику.

Когда разрушение «поляризованного ландшафта» советских времён пошло ударными темпами, Б.Б. Родман опубликовал в журнале «Знание-сила» (№ 5–7 за 1992 г.) статью «Похороненная утопия или оправдавшийся прогноз?». Он фиксирует тот факт, что происходящие социальные изменения в стране несовместимы с его концепцией, призывая общество сохранить экологически благоприятный поляризованный ландшафт. «Из-за автомобилей городская агломерация расплывается как масляное пятно на бумаге; благодаря электропоездам удерживается в лучах звёзд, оставляя между ними зелёные клинья. Если мы не погонимся за позавчерашними днём Западной Европы и Северной Америки, сохраним сложившийся приоритет общественного и рельсового транспорта, откажемся от приватизации лесных и пойменных земель, то сэкономим территориальные экологические ресурсы мирового значения и с этим богатством впоследствии войдём в постиндустриальное общество».

Понятно, что без осознанной антикапиталистической борьбы эти слова остались – не могли не остаться – благим пожеланием. Спасительный для природы поляризованный ландшафт неизбежно разрушается при капитализме, и переход к следующим стадиям урбанизации значительно ухудшает условия охраны природы. На четвертой и следующих стадиях табл. 23 города «поедают» свою природно-ресурсную базу: и земли для с/х производства, и земли – рекреационные ресурсы. В таком случае для ООПТ уже не находится места – или их сохранение требует всё больших затрат, всё больших усилий природоохранников.

Конкретный механизм сохранения «поляризованного ландшафта» в староосвоенных регионах при социализме опять-таки связан с «автоматизмами» плановой экономики, действующими независимо от добрых намерений граждан, партии и правительства. Они позволяют «не прозевать» тот момент развития «урбанизированного ядра» по одному из направлений урбанизации, когда пригородные леса, луга и болота «на данном направлении» надо взять под охрану как рекреационный ресурс, ограничив их захламливание и застройку. Иначе они будут необратимо потеряны.

Дело в том, что урболандшафт быстро эволюционирует; мы, увы, до сих пор не умеем ограничивать рост городов, и во всех существующих агломерациях площадь урболандшафта растёт *быстрее, чем население* (хотя на первый взгляд кажется обратное – люди всё плотнее концентрируются в городах). Это значит, что всё большая часть городских функций не может выполняться на территорию города и выносится из него вовне, в регион. Следовательно, чтобы экстремально не

ухудшить экологическую ситуацию, процесс «выноса» в ходе территориального роста городов нужно организовать в пространстве и времени так, чтобы минимально нарушить связность природных комплексов на периферии и не подорвать «зелёные клинья» в ближних пригородах. Если развитие региона стихийно, коммерческий интерес городских властей и застройщиков нарушит первое и уничтожит второе. Чтобы этого не произошло, требуется долговременное планирование, способное диктовать свою волю всем участникам процесса, координировать их усилия и направлять к экоустойчивости.

Что и осуществлялось в планах развития городов СССР и других соцстран, где с 1972 года был внедрен раздел «Территориальная комплексная схема охраны природы» (ТерКСОП). Научная основа для такого планирования на уровне региона – эволюционные модели урбанизации⁶⁵²; на уровне города (или, точнее, одного из «урбанизационных лучей», по которому он растёт в регион) – модель смены функций отдельных элементов мозаики земельных участков, лежащих снару́жи от внешней границы города⁶⁵³, созданная по принципу клеточных автоматов (рис. 76).



Рис. 76. 1. Общая схема.

⁶⁵² Geyer H., Kontuly T., 1993. A theoretical foundation of the concept of differential urbanization // International Regional Science Review. V. 15. № 3. P. 157–177; Gibbs J., 1963. The Evolution of Population Concentration // Economic Geography. V. 39. P. 119–129.

⁶⁵³ Внешнюю границу города географы традиционно проводят по изохроне часовой доступности, т.е. по геометрическому месту точек, с которых поездка в центр без пересадки занимает 1 час (см. границу Москвы на рис. 19 в Лаппо, 1997). Границы городского центра определяются изохроной получасовой доступности.



2. Приложение к юго-западным окраинам Москвы конца 1970-х гг.

Рис. 76. Направления смены функций земли в ближних пригородах при городском росте

Источник: Цыпина Э.М. (ред.-сост.), 1995. Земля – планета людей. Взгляд из космоса. Географический атлас для уч-ся старших классов, учителей и студентов педвузов. М.: Литагентство «Варяг». С. 56–57.

Согласно им городской рост описывается как смена функций каждой «клеточки территории», со следующей отсюда сменой форм землепользования, типов растительности и видов застройки, как показано на рис. 76. 2. Важно подчеркнуть резко неравномерную скорость соответствующих изменений до и после «захвата» соответствующей территории в структуру растущего урбандиафрама. Смена функций (а, значит, сохранности природных комплексов) идёт наибольшими темпами до включения участка вовнутрь собственно города, пока он относится к ближним пригородам, и сразу же падает после этого.

Хуже всего, что, если не принять специальных мер по охране природы, все подобные изменения ведут к худшему, в сторону увеличения

застроенности/захламлённости изначально природных участков, с уничтожением их растительности. Природные ландшафты (леса, луга и болота) вытесняются городской застройкой через промежуточную стадию поля, сада или свалки/промзоны. При стихийном развитии город направленнно ликвидирует ту экологическую структуру, которую мог бы «собрать» (или образовать) из осколков природных ландшафтов ближних пригородов, вместо того, чтобы ликвидировать их сплошь; причём одновременно идущее создание озеленённых территорий внутри города компенсирует не более чем 10% утраченных ландшафтов. Чтобы спасти от такого исхода лесные, луговые, болотные массивы ближних пригородов (особенно ценные как рекреационные ресурсы для горожан – и одновременно «трамплин» урбанизации исходно уязвимых видов фауны, позволяющий им сохраняться в староосвоенных регионах), им должен быть своевременно придан статус ООПТ. Здесь важно не упустить момент, иначе данные меры теряют смысл в силу вышеописанной динамики.

Отсюда единственный способ предотвратить утрату участков, обеспечив их «вход» в экологический каркас города и «работу» на очистку от загрязнений и здоровье людей – долговременное планирование городского развития. Только оно позволяет заранее выделить ключевые природные территории, «защитив» их приданием статуса, запрещающего застройку и прочие виды деятельности, чреватые разрушением природного комплекса до того, как город «подрастёт» к данным участкам и будет угрожать их экосистемам. Это так называемая территориальная компенсация экологического ущерба, производимая планомерно и заблаговременно, в отличие от локальной, производимой *post hoc*. Она предполагает направленное развитие экологической инфраструктуры города, «без отставания» от роста его территории, с «подключением» к ней пригодных массивов лесов, лугов и болот по мере последнего.

Напротив, при стихийном развитии капиталистических городов «зелёные острова» в основном бесполезно утрачиваются. См. карты динамики 25 разных городов Европы, от малых курортных до мегаполисов за последние 50 лет⁶⁵⁴. Наименьшей скоростью негативных процессов отличаются включённые в анализ «постсоциалистические» города, особенно Дрезден. В 1970–1980 гг. ГДР была безусловным

⁶⁵⁴ См. *Towards an Urban atlas. Assessment of spatial data on 25 European cities and urban areas*. EU, 2002, www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2002_30/front.pdf

Аналогично Донецк в 1970 г. получил приз ЮНЕСКО как самый зелёный промышленный город Европы, восстановление лесопарков там начали сразу после войны, см. *Гузенко Т.Г.*, 1955. Парки Донбасса. Киев: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре УССР. 135 с. С приходом рынка в городах Донбасса, Кривбасса и пр. зелень стремительно исчезает, несмотря на промышленный спад – вследствие застройки и автомобильной экспансии.

лидером по части охраны дикой природы в городе и рационального природопользования в Европе, хотя экономическая необходимость толкала страну к развитию вредных производств. Иными словами, момент, когда пригородный лес (а особенно луг и болото) надо взять под охрану – чтобы он не был фрагментирован/застроен/вырублен вследствие спонтанного хода процесса урбанизации – при капитализме упускается в 95 случаях из 100. В том числе потому, что инвесторам, или застройщикам, или покровительствующей тем и другими мэрии крайне выгодно наладить «производство сомнений⁶⁵⁵» в том, а стоит ли это делать, всячески пропагандировать нормальность происходящего. А когда время упущено, уже будет поздно.

Когда «поляризованный ландшафт» уже разрушен (или так и не сформировался в районах «автомобильной урбанизации»), приходится прилагать значительные усилия, чтобы сделать городское пространство социальным. Благодаря практике советских времен, в наших агломерациях и вокруг пока достаточно природных и озеленённых территорий, чтобы городское пространство сохраняло свой социальный характер. Пока природные территории города и ближних пригородов не слишком застроены и чрезмерно не фрагментированы, не надо специально создавать «зелёные острова», озеленять крыши и прибегать к прочим приемам, обычным в городах капиталистической Европы или Америки, в процессе роста которых озеленённые территории быстро вытесняются. Дискуссия об этом шла среди специалистов-экологов на Урбанистическом форуме, состоявшемся 7–9 декабря 2011 года, при равнодушии городских властей⁶⁵⁶.

Поэтому, жителям бывших советских городов надо уметь защитить «оставшееся от СССР» экологическое преимущество – иначе оно будет быстро утрачено, как теряются прочие преимущества социализма: образовательные, культурные, медицинские и т.д. Надо преодолеть сопротивление властей, которые в угоду крупному бизнесу дали «зелёный свет» застройке особо охраняемых природных территорий, и «окультуриванию» их природных комплексов, при котором не остается ничего живого⁶⁵⁷. Так бизнес извлекает прибыль, отнимая здоровье

⁶⁵⁵ Про их роль в пропаганде см. «Производство сомнения. Философ Михаил Маяцкий об антитабачных кампаниях, критическом мышлении и конструировании незнания», <http://postnauka.ru/video/12146>; «7 фактов о спекуляции на сомнении и роли критического мышления в современном обществе», <http://postnauka.ru/faq/14233>

⁶⁵⁶ См. Роджер Бейли, *op.cit.*; <http://wolf-kitses.livejournal.com/308803.html?thread=8158275#t8158275>

⁶⁵⁷ Сейчас в Москве идёт тотальное наступление на природу, в первую очередь на территории Природного комплекса города, которых режим ООПТ защищает всё хуже и хуже. В первую очередь это т.н. «благоустройство», делающее территорию непригодной для флоры и фауны (как и высмеянный Ильёй Смирновым «стригущий лишай», <http://wolf->

москвичей – ведь разрушенные в этом процессе экосистемы не производят важные для нас всех «экосистемные услуги» по поглощению загрязнений, пыли, оптимизации микроклимата и т.д.

Всё вышесказанное относилось к *тактике* городского развития – но избранная властями Москвы *стратегия* ещё более порочна. Уже в середине 1990-х гг. было выбрано прибыльное для стройкомплекса, но губительное для горожан расположение застроенных территорий в ближние пригороды за счёт лесных и сельскохозяйственных земель (рис. 77).



Рис. 77. Основные направления градостроительного развития Московской агломерации на период до 2010 года. НИиПИ Генплана Москвы. Авторы Л.В. Вавакин, Р.В. Горбанёв, О.А. Баевский, А.Г. Меламед, О.В. Ладыгина.

Обозначения. Границы: 1 – Москвы, 2 – ЛПЗП существующие, 3 – Московской области. Дороги: 4 – Основные автодороги федерального значения, 5 – Второстепенные автодороги федерального значения, 6 – Муниципальные автодороги, 7 – Железные дороги. Зоны приоритетного режима использования: 8 – Городского расселения, 9 – Пригородного расселения, 10 – Развития городской и сельской застройки, 11 – Сельско-рекреационного расселения, 12 – Агломерационные системы расселения (сложившиеся и развивающиеся), 13

kitses.livejournal.com/298708.html). Во-вторую – застройка (в том числе строительство храмов – а то не хватает!), прокладка трасс, в т.ч. через крупнейший лесной массив, относящийся к национальному парку «Лосиный остров» и т.д. Квинтэссенцией процесса стал принятый Мосгордумой закон №12 от 11 апреля 2012 г., снявший де-факто с территорий Природного комплекса г.Москвы все ограничения, установленные режимом ООПТ.

– Групповые системы расселения (сложившиеся и развивающиеся), 14 – Пригородные лесопарковые зелёные зоны, 15 – Особо охраняемые территории.

Источник: Краснощекова Н.С., Иванов В.И., 1998. Москва–Париж. Природа и градостроительство. М.: ВНИИПИ Генплана. 350 с.

Мало того, что она предполагает полную ликвидацию *ЛПЗП*: кольцо лесопарков не просто рвётся на отдельные участки, но эти последние фрагментируются изнутри – и, что ещё хуже, со всех сторон изолируются застройкой, в том числе от природных массивов Дальнего Подмосквья. Как известно, участки естественных экосистем, оказавшиеся в подобной изоляции, быстро деградируют вследствие т.н. «островного эффекта». Их фауна и флора радикально беднеют и, в конце концов, они перестают существовать.

Далее, экстремальное расширение города затруднит обеспечение жителей не только «экологическими услугами» деградирующих экосистем, но и элементарное обеспечение кислородом. Ещё в начале 2000-х гг. коллеги из МАДИ, исследуя природно-ресурсный потенциал городских и природных территорий, подсчитали: если Москва расширится до кольца ж.д. Поварово–Манихино–Бекасово, то при нынешнем соотношении зелени и застройки содержание кислорода в центре агломерации снизится с нормативных 21% до 15–16%⁶⁵⁸. А ведь ещё планируется строительство ЦКАД, последствия от которого будут таковы, что нынешние противостояния в Химкинском и Цаговском лесу (вызванные прокладкой автотрасс через лесные массивы, ценные в рекреационном и природоохранном отношении) покажутся нам цветочками.

Только от сопротивления москвичей зависит, будет ли реализован этот план, ибо все действия власти направлены исключительно на разрушение связности сети природных и озеленённых территорий, что сложилась в советские годы, их инсуляризацию извне и фрагментацию изнутри. Откуда естественно следует деградация «экосистемных услуг», важных всем нам.

Экологические конфликты втягивают в себя людей самых разных убеждений не только потому, что касаются насущных проблем – но и потому что ярче всего демонстрируют правило капитализма: «приватизация прибыли, социализация убытков». При уплотнительной застройке, ликвидирующей внутриквартальное озеленение, при строительстве дороги через пригородный лес, у людей отнимается – без толики компенсации! – исключительно ценный ресурс для их здоровья и жизни.

⁶⁵⁸ См. «Зачем Москве Химкинский лес и другие городские леса?», <http://www.socialcompas.com/2014/05/08/zachem-moskve-himkinskij-les-i-drugie-gorodskie-lesa/>

Это особенно важно на фоне современных тенденций изменения климата, провоцирующих формирование в городах «островов жары», единственное спасение от которых – сохранение вокруг домов и дорожек некоего минимума озеленения. А 42 статья конституции РФ, гарантирующая право людей на здоровую окружающую среду, остаётся тем самым, чем являются все статьи всех других буржуазных конституций – благим пожеланием, стоящим не больше клочка бумаги: что в Москве, что в Киеве, что в Штутгарте.

Поэтому капитализм неизбежно отнимает здоровую окружающую среду, а социализм даёт шанс сохранить «дикую природу» и выйти из экологического кризиса, в условиях когда человек разрушил от трети до половины биомов планеты, и темпы разрушения не собираются падать. Решения конференций по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро (1992 год) и Йоханнесбурге (2002 год) в нынешней капиталистической реальности оказались, в общем, пустой говорильней. Поэтому Деннис Медоуз, чуждый коммунистической альтернативе, на своей лекции в МГУ 18 апреля 2012 года с горечью говорил, что идея устойчивого развития, выдвинутая в «Пределах роста», осталась невостребованной мировым сообществом. Тем более что сейчас время уже упущено, антропогенная нагрузка на биосферу Земли не только что вышла за пределы, но и не думает возвращаться к ним, продолжая усиливаться.

Я же остаюсь оптимистом: капитализму осталось недолго, а социализм даёт шанс исправить положение. Тем более что у человечества уже достаточно научных знаний, энерговооружённости и технической мощи, чтобы решить все экологические проблемы. Сделать это не даёт именно отживший своё общественный строй.

И наконец, *last but not least*, важный момент – личный (или этический). Что побудило всерьёз разобраться с концептуальной основой охраны природы в начале 2000-х? Мне стало стыдно при чтении замечательного четырёхтомника Е.А. Коблика «Разнообразие птиц» (М.: изд-во МГУ, 2001). Я вдруг осознал, что большая часть редких видов, за которых лет тридцать назад ещё не надо было беспокоиться (достаточно просто присматривать за их состоянием и следить, чтоб не уничтожить местообитания), сейчас «естественным ходом вещей» поставлена на грань вымирания.

Эти «безвозвратные потери» мировой фауны вызваны не прямым преследованием или корыстным использованием, большинство из них мелкие и малоизвестные виды. Просто «мировая экономика» смела походя местообитания или из соображений пустячной выгоды вселила нового хищника (паразита, конкурента – так случилось со многими видами южноамериканских поганок).

Вот толика «побочных жертв» рыночной экономики:

- Попугайная цветочница *Psittirostra psittacea*
- Чубатая вьюрковая овсянка *Sporophila melanops*
- Гавайская серпоклювка нукупуу *Hemignathus lucidus*
- Чернолицая гавайская древесница *Melamprosops phaeosoma*
- Косумельский кривоклювый пересмешник *Toxostoma guttatum*
- Крапчатокрылый бюльбюль *Phyllastrephus leucolepis*
- Рио-де-жанейрский муравьиный крапивник *Myrmotherula fluminensis*
- Красногорлый украшенный лори *Charmosyna amabilis*
- Белоклювый дятел *Campephilus principalis*
- Императорский дятел *Campephilus imperialis*
- Сангихский лесной зимородок *Ceyx sangirensis*
- Голубоглазая земляная горлица *Columbina cyanopis*
- Атитланская поганка *Podilymbus gigas*
- Алаутранская поганка *Tachybaptus rufolavatus*
- многие другие.

Более полный их перечень – не только птиц, но и других таксонов см. страницу «Вероятно, исчезнувшие» (http://vk.com/album-13973502_100322260) в сообществе «Вымершие и вымирающие животные» ВКонтакте.

Помню детское увлечение орнитологией. Тогда, в середине 1970-х появились первые сводки по редким и исчезающим видам птиц (В.А. Винокурова и др.). Хотелось верить, что теперь-то люди поймут, что и как они теряют, и затем совместными действиями уменьшат этот ущерб. Нет, всё идёт своим чередом, деградация местообитаний и потери видов только ускорились на фоне, повторю, многочисленных и несомненных частных успехов. Чего стоит одно спасение калифорнийского кондора и маврикийской пустельги!

Беда в том, что число таких видов и сообществ «на грани» в целом не уменьшается, но растёт. Да, успехи природоохранников значительны: некоторые виды спасены от, казалось бы, совершенно неизбежного вымирания. Для каждого из них, кроме современного уровня знаний и больших трудозатрат, были задействованы большие деньги: одно разведение калифорнийского кондора в неволе с предварительной отработкой методов выпуска в природу на кондоре андском стоило \$55 млн. Но при капитализме «пряников сладких всегда не хватает на всех»: до видов из «чёрного списка» «не дошли» не столько руки и головы природоохранников, сколько именно средства из рыночной экономики.

Мой примерный подсчёт по четырём томам «Разнообразие птиц» показал: на каждый спасённый от вымирания или восстановленный вид за последние 40 лет приходится от двух до восьми таких «потерянных»

видов (в зависимости от отряда). Думаю, лет через 100–150 их запишут на счёт одобрения нынешними экологами ценностей «свободного мира» и «свободного рынка», и либеральной общественной ориентации – вместо напрашивающейся коммунистической. Ведь природа в обществе, где ценят и берегут *капитал*, оказывается в гораздо более зависимом и подчинённом положении, чем наёмный труд. Просто потому, что природные сообщества после экономической эксплуатации восстанавливаются ещё медленней, чем физические силы рабочих.

Вспомним: в рыночной экономике деньги, выделяемые на сохранение природы и распределяемые через гранты, фонды, личные контакты между разнообразными НПО, представляют собой определённый процент от общей суммы ВВП, заработанного мировым бизнесом. Борьба идёт лишь за увеличение этих «отчислений», но не за отказ общества от данной зависимости. В таком случае этот 1 спасённый вид на фоне 2–8 погубленных попросту «плата за молчание», за то что «зелёная» идеология останется либеральной и не потребует отказа от частной собственности и рыночной экономики как безусловно губительной для дикой природы. По тем же самым соображениям глубоко религиозные аболиционисты США отвергли рабство на Юге, эффе́ктивное экономически – как погубительное для души.

Лично мне стало стыдно при «свежем» взгляде на этот мартиролог – ведь он означает, что при существующей идеологии всякий успех в природоохранных действиях имеет обратный результат. В каждом таксоне куда больше ранее благополучных видов и местообитаний «переводится» за грань уничтожения (или ставится на эту грань, когда их судьба зависит от случая), чем спасается существующими средствами.

Думаю, это неприемлемый *collateral damage*, и связан он именно с идеологией «демократического либерализма» (интеллектуальные несообразности которой применительно к нашей проблеме описал В.Н. Грищенко⁶⁵⁹). Он будет только прирастать, если экологическое движение будет по-прежнему заимствовать идеологию и практику (значит, и этику) т.н. «демократического либерализма», с его приматом «свободы» над виной и ответственностью.

Отсюда – вывод или, точней, выбор; трудный и морально тяжёлый, как все выборы этического характера. Можно продолжать «охранять природу» или, паче чаяния, «защищать права природы» – но в рыночном мире это возможно только на деньги корпораций и фондов, заработанные, в конечном счёте, на разрушении той же природы. Соответственно, каждый частный успех в более развитых странах (новый заповедник, ещё один спасённый вид) обернётся -кратной потерей видов и экосистем в

⁶⁵⁹ См. «Мировоззрение и права природы», <http://ecoethics.ru/old/m11/x21.html>

третьем мире, где находится максимум видового и генотипического разнообразия.

Так что следовать идеологии демократического либерализма просто неэффективно. Не буду обсуждать, как это выглядит в моральном плане – не хочу навязывать свою этику. Второй вариант: ради сохранения природы природоохрана прежде этики обретёт социальную философию (по отношению к ней этика вторична, и обсуждать надо первое).

Она проста: «зелёные» хотят остановить и демонтировать механизм разрушения природы также как «красные» – эксплуатации рабочих, поскольку это *один и тот же механизм* частной собственности со свободой предпринимательства. Чтобы спасти природу, «зелёным» вместе с «красными» надо остановить, а не обслуживать эту мясорубку. И хотя бы «не крутить ручку»: нашими заявками на гранты, «позициями» в НПО... Неспособность осознать реальность перемалывающих природу «рыночных механизмов», непонимание личного участия в работе этого Молоха – этический дефект того же рода, что у пилотов «летающих крепостей». Они тоже просто «хорошо делали свою работу», выводя бомбардировщик на цель, благо высота полёта и современный механизм бомбометания избавляет от необходимости лично наблюдать результаты (как и в рыночной экономике).

Как-то на рубеже XIX и XX веков в Императорской Академии наук обосновали необходимость реформы русского календаря. И пытались её провести, создав «комиссию по введению нового стиля», но отсталый общественный строй ставил препоны и топил в болоте (как и с электрификацией и другим потребностями развития страны). «Впоследствии [С.Ф.] Ольденбург вспоминал, как часто члены комиссии говорили: «Мы будем работать годы и не двинемся с места, а придёт когда-нибудь революция и введёт новый стиль в несколько дней».

Действительно, революция ввела календарную реформу декретом, составленным с революционной решительностью и быстротой. Проект декрета обсуждался при участии директора Пулковской обсерватории Белопольского и [тогда] неперменного секретаря РАН Ольденбурга и был принят декретом СНК РСФСР 24 января 1918 г., в соответствии с которым вводилась поправка на 13 суток⁶⁶⁰».

⁶⁶⁰ См. Басаргина Е.Ю., 2008. Императорская Академия наук на рубеже XIX – XX веков. Очерки истории. СПб.: Индрик. С. 516. Также будет и с переходом к устойчивому развитию.

Резюме

Обсуждается предмет, цели и задачи охраны природы как научно-практической дисциплины. Её значение для экологической теории определяется:

1) пониманием сообществ как мозаики нарушений на разных стадиях зарастания, и устойчивости экосистем как динамического баланса между нарушением и восстановлением растительности (фауна соответствующих территорий играет ключевую роль в обоих процессах);

2) исследованием механизмов устойчивости и жизнеспособности популяций в нарушенных и фрагментируемых местообитаниях, достигающейся вопреки ресурсной, средовой и демографической стохастичности. Включая наш собственный вид, *Homo sapiens*, с его производством и потреблением, «дробящим» и фрагментирующим природные ландшафты.

Наиболее общие причины экологического кризиса:

а) выгодность умеренных нарушений для хозяйства и природы одновременно,

б) экономические стимулы и другие социальные факторы, постоянно подталкивающие выйти за оптимум антропогенной нагрузки, промысла биоресурсов и пр. параметров трансформации экосистем,

в) «контуров разрушения» - положительных обратных связей, запускающихся, когда нарушение перейдёт допустимый предел и способствующих ещё большему нарушению.

Охарактеризованы факторы а) – в) для современной эпохи, определяющие глобальный характер экологического кризиса при современном капитализме. Ведущим фактором развития кризиса оказывается потребительское давление, а не «демографический взрыв» – по мере развития промышленной и урбанистической инфраструктуры человечества второй тормозит, первый, наоборот, набирает скорость.

Обсуждаются пределы роста мирового хозяйства, выход за которые в 1980-е годы вызвал нынешний кризис, возможности экологически устойчивого развития. Показано, что последнее недостижимо количественным ограничением роста мировой экономики, но качественными изменением её структуры:

1) последовательным ограничением свободы предпринимательства, всё более полной компенсацией экологических и социальных рисков,

«производимых» одновременно с товарами, что делает выгодным переход от рыночной стихии к плановому хозяйству.

2) Смена ориентиров поведения хозяйствующих субъектов и потребителей от краткосрочного выигрыша к долгосрочному, от максимизации прибыльности вложений к долгосрочной устойчивости существования. Необходимые условия этого созданы процессом 1; что позволяет «вместить» мировое хозяйство в условия устойчивости Германа Дейли.

3) Сопряжённо с изменением структуры производства меняется потребление: от решения проблемы частными средствами, когда ты конкурируешь с множеством делающих то же самое, к вложениям в развитие общественной инфраструктуры, работа которой предоставляет те же возможности всем и на равных. Устранение конкуренции, кроме большей эффективности использования, определяет (при прочих равных) меньшую затрату ресурсов и меньший экологический ущерб.

4) Улучшение качества среды обитания достигается преимущественно восстановлением природных сообществ или их техногенных аналогов (рукотворных ландшафтов), а не техническими средствами. Первое лучше и дешевле второго (во всех случаях кондиционирования среды обитания, где возможно сопоставление). Фактически это проявление общего принципа оптимизации, известного как «совмещение нескольких функций в одном конструктивном элементе», где одна функция – экологическая. А «элемент» представляет собой экосистемы, способные к самоподдержанию, или включают их.

Описаны знаменитые модели «пределов роста» Денниса и Донеллы Медоуз, исходя из которых предсказан глобальный экономический кризис. Показана состоятельность модели, соответствие предсказанных в ней тенденций динамики реальному ходу событий. Описано рождение термина «устойчивое развитие», связанные с ним надежды и причины, по которым они остались пустыми.

Описаны принципы моделирования и структура модели. Анализируется кибернетический механизм развития экологического кризиса, на его основе показано, почему в рамках сценария «бизнес как всегда» обычные регуляторы – рынок и технологии – не просто включаются с запозданием, но, включившись, ухудшают ситуацию. Описаны системные преимущества плановой экономики по переходу к экологически устойчивому развитию.

Лекции, вошедшие в следующую книгу

Лекция 4. История охраны природы: от плейстоценового перепромысла до «устойчивого развития».

Лекция 5. Природопреобразовательная деятельность человека, её сравнение с естественными процессами. Экологические последствия фрагментации. Модель «островной биогеографии» МакАртура-Уилсона, их предсказательная сила и ограничения. Экологический риск, восприятие и оценка риска, её особенности для сложных (в т.ч. экологических) систем.

Лекция 6. Антропогенные изменения климата.

Лекция 7. Урбанизация, экологические проблемы городов. Экология города. Сохранение биоразнообразия на высокоурбанизированных территориях. Экообустройство и экологическая реставрация в современном городе. Программа «Экополис». Устойчивое развитие и ресурсы экополитики на глобальном, национальном и местном уровнях. Природоохранные НПО и их роль в решении экологических проблема.

Лекция 8. Глобальная демографическая динамика и её воздействие на окружающую среду.

Лекция 9. Производство продуктов питания как экологическая проблема и биосферный процесс.

Лекция 10. Энергетические проблемы.

Лекция 11. Загрязнение.

Лекция 12. Охрана дикой природы. Вымирание видов и деградация природных биомов как глобальная проблема: факторы, механизмы и обстоятельства. Сохранение биоразнообразия, создание ООПТ, охрана видов и сообществ. Экономические методы оценки биоразнообразия, определения ценности естественных экосистем, их роль в определении экологического ущерба.

Summary

This paper discusses the subject matter, goals and aims of environmental protection as an academic and practical discipline. Its significance for ecological theory is defined by: 1) the understanding of a coenosis as a mosaic of disturbances (or gaps) in various stages of healing and of the persistence of ecological systems as a dynamic equilibrium between disruption and restoration of vegetation (in both these processes local fauna plays a key part); 2) the study of mechanisms by which populations in disrupted and fragmented habitats achieve sustainability and survivability despite the stochastic properties of resources, environment and demographics, including our own species, the *Homo sapiens*, with its production and consumption that fragment and fracture natural landscapes.

The generalized causes of the present ecological crisis are:

- a. the profitability of moderate disturbances both for industry and nature
- b. the economic stimuli and other social factors that constantly promote going beyond the anthropogenic pressure optimum, the limits of biological resource exploitation and other ecosystem transformation parameters.
- c. the destructive feedback patterns - positive feedback loops that start when a disturbance crosses a certain threshold and compound this disturbance further.

Factors a) to c) are described for the modern period as defined by the global scale of the ecological crisis in modern capitalism. The leading factor in this crisis' development turns out to be consumption impact instead of a population boom: as industrial and urban infrastructure of human civilization develops, the former increases while the latter decreases.

Also on topic are the limits to growth of the global economy the surpassing of which during the 1980s has caused the present crisis, and the possibilities of sustainable development. The latter is shown to be impossible to achieve by quantitative limits on global economic growth alone, only with a qualitative transformation of the whole structure of the global economy, including:

- 1) consecutive steps to limit the freedom of private enterprise and increase compensation for environmental and social risks "produced" along with the goods and services, which makes transition from the chaotic free market to a planned economy viable.

- 2) a complete change of milestones and reference points guiding consumers and economic entities from short-term profits to long-term gains and

from maximizing the profitability of investments to long-term sustainability of the economy. The necessary conditions for such a change are provided by step 1 which allows to “fit” the global economy into the sustainability conditions as defined by H. Daly.

3) a radical change in consumption patterns alongside the structure of production: from solving a problem by private means while competing with others doing the same thing, to investment in development of a common infrastructure that affords the same possibilities to everyone equally. Removing competition, apart from increasing effectiveness, also leads (under the same conditions) to less environmental damage and resource consumption.

4) improving the environment by restoring natural habitats or building their technological analogues (man-made landscapes) instead of using purely technological means, since the former is cheaper and better than the latter in all cases of environmental conditioning where comparison is possible. In fact this is a minor case of a larger optimization principle called the “combination of several functions in one structural element”, where one of the function is ecological, and the element is represented by self-sustaining ecosystems or includes them.

The paper also reviews and comments on the famous “limits to growth” models made by Dennis and Donella Meadows that predict the global environmental and economic crisis. The model is shown to be valid and the dynamics and trends outlined by it coincide with the actual course of events. The term “sustainable development” and its origins are discussed along with the expectations that it had provoked and the reasons why said expectations remained unfulfilled.

The principles of modeling and the structure of the model itself are outlined in the later part of the paper, with the analysis of the developmental mechanism of the development of the environmental crisis, and based upon this analysis the paper shows why in the basic “business as usual” scenario the usual regulators - namely, the free market and technology - not only fail to activate in time, but also confound and aggravate the situation further. The systemic advantages of a planned economy in transition to a sustainable type of development are described in the conclusion.

Table of contents⁶⁶¹

Introduction

Acknowledgment

In lieu of an abstract

Lecture 1. Nature conservation, its goals, aims, problems and general concepts.

Short summary. Describes nature conservation as a practical discipline, its connection to natural resource management and anthropogenic disturbances of a coenosis/landscape. Lists socio-economic factors that define the exhaustive exploitation of biological resources, why consumers “cross the line” of long-term sustainability, undermine the resource and destroy the landscape so much that both need protection. Non-exhaustive (sustainable) natural resource management as a goal of environmental protection activities, and the limits to growth concept introduced by Dennis and Donella Meadows as its theoretical framework. The environmental crisis as a result of going beyond said limits and sustainable development as a way to return into their frame. Social factors and mechanisms that promote the former and interfere with the latter.

1. The problem (The necessity of environmental protection)
2. The global environmental crisis: evidence and forms in which it reveals itself
3. Limits to growth and their exceedance
4. What do we stand to lose as a result of an environmental crisis?
“Ecosystem services”
5. Disruption of succession systems and limits of landscape transformation
6. Environmentally sustainable development - definition and problems with achieving it
7. The goals of environmental protection as a scientific discipline
8. Special interest groups and social roles positive and negative towards environmental protection
9. Natural resource management as a generator of a gap mosaic that requires limitations and restoration

⁶⁶¹ Contains the general table of contents of the whole series, with Part 1 shown in detail.

Lecture 2. Global dynamics and sustainable development

Short summary. The concept of limits to growth at its birth in 1972 and 30 years later. The World 3-1 model by Dennis and Donella Meadows: its structure, development scenarios contained within and the accuracy and adequacy of its forecasts. A parallel with the S-type population growth model. The link between the idea of sustainable development (1987) and overcoming the consequences of exceedance of these limits that began in the 80s. Saving on regenerative investments and socialization of risks as the most generalized cause of the environmental crisis and collapse, and accumulation of pollution in the system faster than its purification as a particular case.

1. «Limits to growth» and the birth of «sustainable development»
2. The meaning of «sustainable development»
3. Scenarios outlined in the model and their relation to actual dynamics
4. Environmental footprint and its use in the model
5. Conditions to environmental sustainability
6. Capitalism as the source of the environmental crisis
7. Socio-economic mechanisms defining the negative dynamics of the system
8. False hopes
9. The «inability» of the modern world to tackle the crisis
10. The political aspects of an environmental crisis
11. The limits of the real world and their representation in the model
12. The Earth
13. The stages of the «Green Revolution»
14. Market imbalances as causes of food deficits
15. Fresh water
16. The degradation of nature
17. The connection between the environmental footprint and the quality of life in different social orders
18. The advantages of the modeling method
19. The parallel with the logistical population growth model
20. The structure of the model: regulating feedback patterns
21. Feedback links in the system and the stability of movement along a chosen trajectory
22. Signal time lag in the system
23. Signal corruption in the system: the market bias and the counterproductivity of the response
24. Proximal and ultimate mechanisms of the environmental crisis and collapse
25. The deficiencies of the model and their remedies
26. Conclusions
27. The historical context for the «limits to growth» model

Lecture 3. The development of a crisis in the «Nature-Society» system. The trajectories of a crisis-related and sustainable types of development and conclusions relevant to environmental protection.

Short summary. Resource cycles: resource extraction and recovery from waste products. The growth of anthropogenic costs of raw materials regeneration as the main trend in technological progress. The critical and sustainable paths of development. The environmental crisis as a prolonged attempt to save money and cut costs on regenerative expenses. Short-term profits from entering the crisis versus long-term negative consequences of prolonging the movement along the crisis-related path. Solutions to the crisis: beneficiary, hard and catastrophic options. Examples from different areas of natural resource management in developed countries.

1. Natural resource cycles and their development.
2. Trend of progress in natural resource management: the growth of gross output with the loss of effectiveness.
3. Entering the crisis: causes and circumstances
4. The environmental crisis: possible scenarios and options of exit

Conclusion. The advantages of a planned economy and social property for environmental protection