



В. И. Малюк, А. М. Немчин

Производственный менеджмент

Допущено УМО по образованию
в области производственного менеджмента в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальности 080502 «Экономика и управление
на предприятии машиностроения»



Москва • Санкт-Петербург • Нижний Новгород • Воронеж
Ростов-на-Дону • Екатеринбург • Самара • Новосибирск
Киев • Харьков • Минск

2008

ББК 65.290-21я7
УДК 658.1 (075)
М21

Р е ц е н з е н т ы:

Д. э. н., проф. И. С. Минко, д. э. н., проф. А. Н. Цветков.
Главы 1–8 и приложения написаны д. э. н., проф. В. И. Малюком,
глава 9 — засл. деятелем науки РФ, д. э. н., проф. А. М. Немчиным.

Малюк В. И., Немчин А. М.

М21 Производственный менеджмент: Учебное пособие. — СПб.: Питер, 2008. — 288 с.: ил. — (Серия «Учебное пособие»).

ISBN 978-5-91180-834-1

В учебном пособии содержится системное представление основ производственного менеджмента. Изложение учебно-методического материала соответствует обязательному содержанию дисциплины «Менеджмент», читаемой для студентов всех форм обучения по специальности «Экономика и управление на предприятии машиностроения», которое определяется ГОС ВПО.

Материал излагается в соответствии с перечнем и иерархической последовательностью основных функций производственного менеджмента, даются как традиционные, так и новые подходы к организационному проектированию производственных систем. Учебное пособие будет полезно студентам как экономических, так и технических специальностей, изучающим менеджмент, а также преподавателям и руководителям предприятий.

Допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области производственного менеджмента в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению 080502 «Экономика и управление на предприятии машиностроения».

ББК 65.290-21я7
УДК 658.1 (075)

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.
ISBN 978-5-91180-834-1 © ООО «Питер Пресс», 2008

Оглавление

Глава 1. Введение в дисциплину	5
1.1. Понятие производственного менеджмента	5
1.2. Истоки производственного менеджмента	6
1.3. Понятие производственной системы	10
Глава 2. Циклический характер развития производственной системы	14
2.1. Цикловая модель индустриального развития	14
2.2. Закон нарастания организационной энтропии	17
2.3. Цикличность организационного развития	19
2.3.1. Модель жизненного цикла организации	20
2.3.2. Модель жизненного цикла организации по Л. Грейнеру	23
2.3.3. Циклический характер развития продукта	27
Глава 3. Стратегия в производственном менеджменте	32
3.1. Стратегия товара	32
3.1.1. Выбор товара	32
3.1.2. Определение товара	43
3.2. Стратегия процесса	46
3.2.1. Зависимость выбора процесса от вида концепции формирования конкурентного преимущества	48
3.2.2. Выбор производственного процесса в зависимости от характера его специализации	51
3.3. Стратегия места расположения предприятия	53
3.4. Стратегия развития человеческих (трудовых) ресурсов	57
3.5. Стратегия материально-технического обеспечения	63
Глава 4. Планирование в производственном менеджменте	68
4.1. Основные характеристики процесса планирования	68
4.2. Стратегическое планирование в производственном менеджменте	71
4.2.1. SWOT-анализ в стратегическом планировании	76
4.2.2. Портфельный анализ в производственном менеджменте (матрица BKG)	78
4.3. Оперативное планирование в производственном менеджменте	84
4.3.1. Планирование комплексной подготовки в производственном менеджменте	84
4.3.2. Планирование обеспечения производственного процесса материально-техническими ресурсами	85
4.3.3. Планирование производственного процесса	88
Глава 5. Организация в производственном менеджменте	94
5.1. Основные принципы организации производственного процесса	94
5.2. Методы организации производственного процесса	96
5.3. Формы организации производственного процесса	99
5.4. Производственный процесс на предприятии	104
5.4.1. Структура производственного процесса	107
5.4.2. Производственный цикл и его длительность	108
5.4.3. Виды простых движений предметов труда в процессе обработки	110
5.4.4. Сложные виды движения предметов труда в процессе производства	113
5.4.5. Факторы сокращения длительности производственного цикла	114

Глава 6. Формирование рациональной технологической подсистемы производственного предприятия	118
6.1. Основные понятия и определения	118
6.2. Классификация технологий	122
6.3. Технико-экономическое проектирование технологической подсистемы ПС предприятия	126
6.3.1. Оценка технологического процесса по издержкам	126
6.3.2. Оценка качества технологического процесса	135
6.3.3. Методика оценки синергетического эффекта технологической подсистемы ПС предприятия	146
6.3.4. Выбор рационального сочетания продуктовых технологических процессов	163
Глава 7. Формирование рациональной машинной подсистемы производственного предприятия	166
7.1. Анализ влияния типа организации производственного процесса ПС на радикальность изменения продуктового портфеля	166
7.2. Анализ влияния формы специализации ПС на радикальность изменения продуктового портфеля	171
7.3. Анализ влияния целостности ПС на характер ее реструктуризации	174
7.3.1. Количественная оценка свойств целостности и обособленности ПС	175
7.3.2. Определение рационального соотношения свойств целостности ПС, универсализма ее машинной подсистемы и радикальности изменения продуктового портфеля	180
7.4. Методика формирования машинной подсистемы ПС предприятия	188
Глава 8. Формирование рациональной организационной структуры производственного предприятия	204
8.1. Организационное проектирование в массовом и серийном производстве	204
8.2. Организационное проектирование в единичном и мелкосерийном производстве	213
Глава 9. Проектное управление в производственном менеджменте	220
9.1. Понятие проекта. Проект в узком и расширенном представлении	220
9.2. Виды проектов	222
9.3. Сущность, состав и содержание менеджмента проектов	227
Приложение 1. Определение организационного типа производства	245
Приложение 2. Определение специализированных участков производственного цеха	251
Приложение 3. Обоснование целесообразности и выбор вида поточного производства	262
Список литературы	276

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ

1.1. Понятие производственного менеджмента

Производство — это вид человеческой деятельности, направленный на создание продуктов и услуг, удовлетворяющих актуальные потребности населения или целевых групп.

Производственный менеджмент — это наука и практика эффективного управления процессами преобразования исходных ресурсов всех видов в готовые товарные продукты и услуги.

Сферой деятельности производственного менеджмента, по нашему мнению, следует признать как материальное производство (изготовление автомобилей, телевизоров или выпечка хлеба), так и оказание услуг (химическая чистка одежды, стирка белья в прачечной, выдача справки в справочном бюро). Объединяющим началом производства любого материального продукта или услуги является применение той или иной технологии. Как при производстве автомобиля, так и при оформлении билета в авиакассе реализуется заданная очередность операций обработки исходных ресурсов, т. е. технологический процесс. Ясно, что ресурсы оказываются разными. Если при производстве автомобиля это материалы и комплектующие изделия, то при оформлении билета это информация и бланки проездных документов.

Следует, правда, сказать, что имеется и иной подход к трактовке производственного менеджмента. Так, в [14] менеджмент, связанный с производственным процессом, делят на производственный и операционный. Как нам представляется, это деление весьма условно и вряд ли несет в себе серьезную смысловую нагрузку.

Производственный менеджмент реализуется на практике производственными менеджерами — профессионалами-управленцами, занимающимися организацией и координацией производственного процесса на основе научного подхода, с системных позиций.

Любая производственная деятельность протекает в среде, являющейся внешней по отношению к ней. Любая производственная систе-

ма состоит из ряда взаимосвязанных элементов, функционирующих согласованно для достижения единой цели или системы целей.

Управление производственной системой должно вестись с учетом изменений как во внешней среде, так и внутренних условий предприятия (его внутренней среды), с системных позиций.

Результатом деятельности производственного менеджера является разработанное и принятое к исполнению управленческое решение. Такие решения должны опираться на научный подход. Ошибочно принятые управленческие решения в производственном менеджменте могут привести к весьма серьезным экономическим потерям и даже к банкротству предприятия. В американском практическом менеджменте имеется информация о том, что ошибка, допущенная на стадии маркетинговых исследований, приведет к десятикратным потерям на стадии проектирования и конструирования изделия, разработки технологии. Эти потери еще раз возрастут на порядок на стадии производства, а на стадии потребления цифру потерь надо умножить еще на 10. Таким образом, ошибки в научном обосновании на начальном этапе жизненного цикла продукта может привести к 1000% потерь по отношению к варианту наилучшего решения по выбору продукта, принятого к производству.

1.2. Истоки производственного менеджмента

Производственный менеджмент, т. е. управление производственной деятельностью — одна из древнейших ветвей управленческого труда. Как только два человека приняли решение выполнять некую работу совместно, сразу же возникла необходимость в координации их действий, т. е. возникла необходимость в исполнении функции производственного менеджера. Можно проследить основные вехи на пути развития производственного менеджмента. В основном они связаны со значимыми достижениями в области техники и технологии, появление которых вызывало необходимость в разработке и применении новых методов и инструментов управления производством. Большая часть таких этапных разработок может быть соотнесена с конкретными именами выдающихся ученых и практиков.

В 1776 г. А. Смит (1723–1790) в книге «Исследования о природе и причинах богатства народов» описал важнейшие категории трудовой теории стоимости. Он впервые наглядно показал, что именно разделение труда, специализация работника на относительно узком участке работы являются мощнейшим источником роста производительности труда, а в итоге — роста благосостояния нации. В дальнейшем разделение

труда и специализация рабочих мест позволили организовать на промышленных предприятиях поточное производство массового продукта.

Одним из основополагающих в производственном менеджменте принципов организации производственной деятельности следует считать реализованный в 1800 г. американским инженером Э. Уитни принцип взаимозаменяемости деталей. Использование этого принципа дало ему возможность выполнить заказ правительства США на изготовление 10 тысяч мушкетов в весьма сжатые сроки, что в иных условиях было бы невозможно [14]. Принцип взаимозаменяемости лежит в основе современных концепций стандартизации и контроля качества, т. е. в основе организации современного производства.

Идеи А. Смита развил Ч. Бэббидж (1792–1872). Он предложил разбить весь производственный процесс на ряд простейших операций, выполнение которых осуществлялось в заданной последовательности. Фактически речь шла о формировании устойчивого технологического процесса в производстве. Ч. Бэббидж впервые указал на необходимость разделения физического и умственного труда [24].

В 1705 г. двое британских механиков, Т. Ньюкмен и Т. Сэвери, усовершенствовав систему для выкачивания подземных вод, создали машину, приводимую в движение паром. Эта разработка явилась основой для усовершенствования паровой машины шотландским инженером Д. Уаттом (1736–1819) и изобретения им паровоза и парохода, значение которых для промышленного производства трудно переоценить. С их появлением решались проблемы доставки исходных материалов на предприятия, а следовательно, место расположения предприятия уже не привязывалось к месту добычи исходных ресурсов так жестко, как это было ранее; стали доступными отдаленные месторождения полезных ископаемых, облегчалась проблема миграции трудовых ресурсов и т. д.

Интенсификация промышленного производства, основанного на использовании машин и разделении труда, неминуемо привела к необходимости научной, т. е. рациональной, его организации. Основоположником научного менеджмента стал американский инженер Ф. Тейлор (1865–1915). В 1886 г. на собрании американского общества инженеров-механиков президент одной из производственных компаний Г. Таун сделал доклад «Инженер в роли экономиста» [24], в котором обратил внимание производственников на необходимость умения подсчитывать производственные издержки, доходы и прибыль предприятия, а также указал на необходимость рационально организовывать трудовую деятельность рабочих. Ф. Тейлор, который присутствовал на этом собрании, не просто воспринял сделанные Г. Тауном, замечания, но творче-

ски их развил, основав школу научного менеджмента (1881 г.). Именно научный подход к управлению производством дал толчок к дальнейшему развитию, росту производительности труда, расширению масштабов производственной деятельности.

В период с 1880 по 1890 г. капиталовложения в развитие промышленного производства в США возросли втрое по отношению к предыдущему десятилетию. Число работающих на промышленных предприятиях увеличилось более чем на 1,5 млн человек [24]. Бурное развитие промышленности привело к необходимости планирования и согласования исполнения сопряженных работ. Эта проблема была решена Г. Ганттом (1916 г.), предложившим такой инструмент оперативного планирования, как ленточные графики.

Генри Форд (1863–1947) использовал разработки Э. Уитни для организации конвейерного производства автомобилей. Такой, поистине революционный подход к организации производственного процесса позволил резко повысить его производительность, снизить себестоимость продукции, поднять уровень оплаты труда рабочих. Разработанная Г. Фордом концепция скоординированных конвейерных линий нашла дальнейшее развитие в работах Ч. Соренсона [14]. Спроектированный им конвейер выпускал один бомбардировщик В-52 каждый час работы.

В последнее десятилетие XIX в. такие талантливые ученые, как француз М. Депре, россияне Д. Лачинов и М. Доливо-Добровольский, сумели решить проблему передачи электроэнергии на расстояние [24]. Это дало импульс дальнейшему развитию промышленного производства. Применение электропривода на производственных машинах привело к росту их мощности, снижению габаритных размеров и, следовательно, к более эффективному использованию производственных площадей, улучшило условия труда рабочих. Эти разработки привели к образованию новых отраслей промышленности, таких как энергомашиностроение, электроприборостроение, генерация электроэнергии и ее транспортировка.

Изобретение в 1873 г. русскими учеными А. Лодыгиным, а в 1875 г. Н. Яблочковым электрической лампочки, которая затем была конструктивно усовершенствована выдающимся американским ученым изобретателем Т. Эдиссоном (1847–1931), сделали возможным увеличение рабочего дня за пределы светлой части суток, что также послужило толчком к дальнейшему развитию производства.

Такой бурный рост промышленности безусловно сопровождался ростом объемов управленческой информации, циркулирующей в системе управления предприятием. Однако точность и скорость ее пере-

дачи уже не удовлетворяли возросшие потребности. Обострение этой проблемы привело к изобретению Т. Эдиссоном телефона. Патент на первый телефонный аппарат получил в 1876 г. американец А. Белл, а уже в следующем году в США была построена первая автоматическая телефонная станция [24]. Коммуникации в промышленном производстве поднялись на качественно новый уровень.

На базе результатов исследований немецкого физика Г. Герца, открывшего электромагнитное излучение, русский ученый А. Попов сумел впервые передать голос на расстояние, продемонстрировал миру радиопередатчик и радиоприемник. В 1896 г. итальянский ученый Г. Маркони (1874–1937) запатентовал изобретение, которое он назвал «телеграфом без проводов», т. е. радио. Эти разработки привели к возникновению такой отрасли промышленности, как радиотехника.

Разработки немецких инженеров П. Нипкова (в 1884 г. предложил систему разложения изображения на гамму цветовых точек) и Ф. Брауна (в 1897 г. изобрел катодную электронно-лучевую трубку) позволили английскому физiku Д. Бэйрду (1888–1945) изобрести телевизор. В 1926 г. он впервые передал изображение на расстояние.

Разработки в области радио- и телевизионной техники привели к возникновению и развитию промышленной радиоэлектроники, сделавшей коммуникации на предприятиях качественно иными.

Безусловно, к выдающимся достижениям человечества следует отнести изобретение компьютера, автором которого считают американского ученого Д. Атанасова. Он, основываясь на работах Ч. Бэббиджа (1832 г.), в течение 1937–1938 гг. создал первый цифровой компьютер (АВС-компьютер). Интересно, что первой, кто сформулировал подходы к программированию работы компьютера, была дочь английского поэта Байрона Ада [14]. Появление вычислительной техники и ее стремительное развитие привело к созданию автоматизированных систем управления как отдельным производственным агрегатом, так и целыми предприятиями и их комплексами. Современные информационные технологии, такие как CAD/CAM (автоматизированное проектирование), PERT (системы сетевого планирования и управления), MRP и MRP2 (системы материально технического обеспечения производства) и многие другие были бы просто невозможны без компьютерной техники. В конечном счете появление компьютеров, их сетей, информационных технологий привело к глобализации мировой экономики в целом и промышленного производства в частности.

Развитие промышленного производства, как видим, опирается на множество базовых наук: физику, химию, механику, электронику, мно-

гие достижения биологии использованы в производстве... Отсюда становится ясным, что руководить этими производствами, т. е. исполнять обязанности производственного менеджера, может лишь высокообразованный, развитый, культурный человек, обладающий широким кругозором и глубокими познаниями в фундаментальных отраслях знаний.

1.3. Понятие производственной системы

Система — это совокупность специализированных элементов, функционирующих согласованно и взаимосвязано как единое целое для реализации общей цели или некоторого перечня целей.

Системы бывают социальными, техническими, социально-экономическими, экологическими и т. д.

Различают закрытые и открытые системы. Предполагается, что закрытая система функционирует без взаимосвязи с окружающей средой. Открытые системы имеют такие связи как на входе, так и на выходе из системы.

Любая система может быть подвергнута анализу, т. е. декомпозиции, разложению на составляющие элементы. Системы состоят из подсистем, каждая из которых характеризуется своими целями, методами и приемами их достижения, способами существования и т. д.

В свою очередь, любая подсистема также может быть подвергнута декомпозиции с выделением из ее состава элементов. Этот процесс бесконечен и может развиваться как вниз (до уровня атома и ниже), так и вверх (до уровня Вселенной). При таком подходе к рассмотрению систем говорят о теореме вложенности систем.

Система может быть синтезирована из отдельных элементов, т. е. сконструирована. При конструировании системы из специализированных элементов преследуется цель исполнения ею некоторой функции (или системы функций).

Система имеет ряд специфических свойств. К их числу относят свойства синергии и эмерджентности.

Синергия — это свойство системности, когда эффект, образуемый в процессе функционирования системы, оказывается отличным от суммы эффектов ее элементов, действующих обособленно. Говорят об отрицательном или положительном синергетическом эффекте. Если эффект, образуемый системой, оказался отрицательным, то имеет место нерациональное проектирование системы, ее элементы мешают работе друг друга. Эффективность их совместной деятельности низка. Если эффект оказался положительным — система эффективна.

Задача системного проектирования — получить в результате синтеза элементов максимальный синергетический эффект.

Продemonстрируем на локальном примере образование синергетического эффекта при формировании технологической системы производственного предприятия. Допустим, имеется два технологических процесса ТП1 и ТП2, реализуемых обособленно (рис. 1.1, а). При этом в ТП1 используются следующие операции обработки: Т — токарная, Ф — фрезерная, Шл — шлифовальная, Св — сверлильная. В ТП2 кроме токарной и сверлильной имеются Пр — прессовая и Зр — зуборезная операции. Цифры на схеме (рис. 1.1) показывают коэффициент загрузки оборудования. Объединение этих процессов в систему (рис. 1.1, б) создает синергетический эффект, сводящийся к высвобождению двух единиц оборудования и возможности получения разового экономического эффекта от его реализации, более полной загрузки оставшегося оборудования (коэффициент загрузки операции Т оказался равен 1,0, а операции Св — 0,7), снизилась оплата за фонды, амортизационные отчисления.

Эмерджентность — это свойство системы приобретать новые возможности, отсутствовавшие у ее элементов и не являющиеся их формальным следствием. Например, рабочий знает, как изготовить деталь, но у него нет возможности реализовать свои знания на практике, так как отсутствуют необходимое оборудование и инструменты. Станок, оснащенный необходимыми инструментами, мог бы реализовать процесс изготовления детали, но без человека это неосуществимо. Объединение человека и станка в систему под названием рабочее место приводит к возникновению нового свойства — возможности изготовления детали.

Производственная система (ПС) — это большая искусственная открытая развивающаяся социально-экономическая система, основной

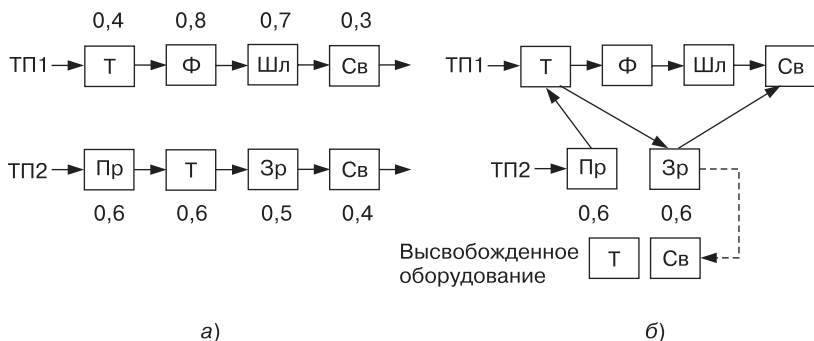


Рис. 1.1. Пример образования синергетического эффекта

целью которой является удовлетворение через результаты своей производственной деятельности актуальных потребностей общества или целевых групп потребителей.

Система большая, так как состоит из огромного числа элементов: средств труда (машин и оборудования, зданий и сооружений, инструментов и технологий...) предметов труда (исходных сырья и материалов, заготовок и комплектующих...); труда (рабочих и инженеров определенных квалификаций, разрядов, возраста и пола...).

Система искусственная, так как осознанно формируется проектировщиком, который создает в ней определенный функциональный набор, необходимый для производства товарных продуктов и услуг, способных удовлетворить актуальные потребности населения или целевых групп потребителей.

Система социальная, так как в любой производственной организации работают люди и любая организация работает для людей.

Система экономическая, так как основной целью любой производственной организации является получение наибольшей прибыли, которая потенциально обеспечивает расширенное воспроизводство, развитие производственной организации.

Система открытая, так как взаимодействует с внешней по отношению к ней средой. На входе она получает необходимые ресурсы для реализации производственного процесса (сырье и материалы, труд, информацию, финансы...), а на выходе — выдает в среду окружения (на рынок) товарную продукцию, как в материально-вещественном состоянии, так и в виде информации, финансов, услуг.

Закрытых систем, т. е. систем, не зависящих от внешней среды и не контактирующих с нею, скорее всего, в природе не существует.

К основным подсистемам производственной организации можно отнести производственную подсистему, подсистему управления, подсистему снабжения материально-техническими ресурсами и сбыта товарной продукции, подсистему технического обслуживания производственного процесса и некоторые другие.

Производственная система в целом, ее подсистемы и элементы имеют соответствующие структуры.

Структура системы — это одномоментное многовариантное отображение системы [7, с. 8]. Структура представляет собой состав специализированных элементов и их взаимосвязи. Структуры отображают только текущее, одномоментное состояние системы, так как система в целом и ее структура в частности постоянно находятся в процессе изменений, они развиваются.

Структура многовариантна, так как «сечение» организации для изучения ее структуры можно осуществить по-разному в зависимости от решаемой задачи. Можно исследовать структуру подсистемы управления, можно изучать структуру персонала предприятия, можно рассматривать структуру основных фондов и т. д. Все это структуры производственной системы, и они меняются во времени.

Системы, в том числе и производственные, должны строиться с соблюдением некоторых основных принципов.

Под принципами понимаем наиболее общие, основополагающие правила и рекомендации, относящиеся к той или иной сфере деятельности, в частности к проектированию производственных систем, которые должны учитываться и выполняться в практической деятельности. В отличие от законов экономического развития, действующих объективно, принципы носят характер тенденции, хотя и вытекают из законов. То есть исполнение принципов при проектировании производственной системы, скорее всего, обеспечит ее эффективное функционирование, но не гарантирует его.

В различных литературных источниках можно встретить различные по составу и формулировкам перечни принципов построения рациональных систем. Так, М. Сетров [21, с. 26] выделил следующие:

1. Принцип совместности элементов, т. е. элементы, образующие систему, должны быть совместимыми, соответствовать друг другу, что и обеспечивает возможность их взаимодействия.
2. Принцип актуализации функций и сущность организации их в системе. То есть все функции, реализуемые в системе, взаимно дополняя друг друга, должны обеспечивать устойчивое функционирование и развитие системы в целом.
3. Принцип функциональной регуляции системы. Суть этого принципа состоит в том, что для сохранения и развития системы все функции должны быть актуальными и соотнесены в пространстве и во времени так, чтобы, дополняя друг друга, не вносить помех в исполнении смежных функций, т. е. дисфункции должны эффективно нейтрализоваться.
4. Принцип совершенствования системы. Учитывая, что любая система есть процесс ее изменения, развития, важной характеристикой становится устойчивость структуры и лабильность ее элементов (т. е. способность структуры иметь все большее количество функций и способность к их замене без существенного изменения самой структуры), направленных на сохранение специфических свойств и функций системы как целого.

Глава 2. ЦИКЛИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

2.1. Цикловая модель индустриального развития

Известно, что уровень экономического и социально-политического развития страны в существенной степени зависит от того, в какой степени и объеме используются последние достижения научно-технического прогресса. Наиболее значимые из них способны произвести революционные изменения во всем технологическом укладе страны (а иногда такие изменения происходят и в мировом масштабе). Наиболее ярко, на наш взгляд, этот тезис отражен в разработанной Й. Шумпетером цикловой модели индустриального развития.

Й. Шумпетер (1883–1950), экономист и социолог, родился в Австрии, где получил признание после выхода в свет его фундаментального научного труда «Теория экономического развития» (1912 г.). С 1932 г. Й. Шумпетер преподавал в Гарвардском университете (США), где опубликовал очередную работу «Экономические циклы» (1939 г.) [26]. Предложенная в ней модель индустриального развития базируется на выделении в качестве ключевых положений развития новых комбинаций производственных факторов, таких как:

- создание нового продукта;
- использование новой технологии;
- использование новой организации производства;
- открытие новых рынков сбыта и источников сырья.

Такие новые комбинации факторов производства он назвал нововведениями (инновациями). Главными субъектами инноваций являются предприниматели, способные взять на себя риск претворения инноваций в жизнь. Реализация инновации на практике представляет собой скачок от старой производственной функции к принципиально новой. Крупные нововведения приводят к появлению новых машин и оборудо-

дования, технологических процессов, продуктов, способных более полно удовлетворять растущие потребности общества.

Цикличность в экономическом развитии, по мнению Й. Шумпетера, напрямую связана с характером новаторской деятельности. Существенные результаты последней возникают периодически и придают процессу развития рывкообразный характер, что позволяет говорить о «революционных» моментах в промышленном развитии. Такие «революционные» моменты связаны с появлением существенных изобретений (инноваций), которые «тянут» за собой гроздь других нововведений, вызывают «волну подражаний, расходящуюся во все стороны». Как результат — возникают периоды общего подъема в экономике, которые могут сменяться периодами общего спада. В этом суть подхода Й. Шумпетера к анализу циклов развития экономики. Длительность каждого экономического цикла в среднем составляет 50–60 лет. В начале каждого цикла лежит какое-то существенное нововведение, способное изменить технологический уклад общества, его социально-промышленную среду.

Первый индустриальный цикл, по мнению Й. Шумпетера, связан с использованием человеком энергии падающей воды в своей производственной деятельности. Начало цикла определяется им последней четвертью XVIII в. (примерно 1785 г.). Использование энергии воды как движителя промышленных установок привело к существенному росту производительности, расширению объемов производства, снижению трудовых затрат. Этот период характеризуется становлением таких фундаментальных отраслей промышленности, как металлургия, текстильная промышленность, развивается их инфраструктура.

Второй индустриальный цикл связывается с изобретением парового двигателя (с 1845 по 1900 г.). Паровой двигатель позволил резко поднять производительность машин, появляется возможность реализации новых технологических процессов переработки исходного сырья. Получают толчок в развитии как традиционные отрасли промышленности, такие как металлургия и текстильная отрасль, так и новые отрасли — железнодорожного транспорта, машиностроения; коренным образом меняется инфраструктура экономики того времени.

Третий цикл в промышленном развитии (1900–1950 гг.) начинается с изобретения и широкого использования электрической энергии и энергии, высвобождающейся в результате химической реакции. В этот период появляется двигатель внутреннего сгорания, в котором энергия реакции горения преобразуется в механическую энергию. Появляются и бурно развиваются автомобильная, химическая отрасли производства, энергетика и энергомашиностроение. Продолжается развитие

их инфраструктуры. Автотранспорт успешно конкурирует с железнодорожным транспортом.

Четвертый индустриальный цикл (1950–1990 гг.) [8] связывают с открытием возможности использования ядерной энергии и становлением электроники как самостоятельной отрасли, способной существенно изменить технологический уклад общества. Появились персональные компьютеры. В этот период коренным образом меняется как состав, так и структура основных отраслей промышленности. Появляются такие отрасли, как атомная энергетика, радиоэлектроника, аэрокосмическая отрасль, существенно меняются металлургическая, энергомашиностроительная и другие отрасли.

С начала 90-х гг. XX-го столетия начался пятый цикл индустриального развития. Этот цикл связан с фундаментальными разработками в области информатики, телекоммуникаций, информационных систем, массовым использованием персональных компьютеров, связанных в единую сеть. По прогнозам исследователей, окончания этого цикла следует ожидать к 2020 г. Считается, что пятый цикл является последним в эпохе индустриального развития общества. Полагают, что дальнейшее развитие пойдет по пути использования экологически чистых безотходных, высокоэффективных технологий, в том числе биотехнологий, высоких технологий на базе современных вычислительных машинных систем, робототехнических комплексов.

Выдающееся значение первой промышленной революции состоит, видимо, в том, что была доказана возможность эффективной замены мускульной энергии человека механической, основанной на использовании энергии падающей воды. При этом резко возросла производительность производственного процесса, появилась возможность более полного удовлетворения потребностей общества. Каждый новый цикл промышленного развития предлагал новые технологии производства материальных благ, все более производительные и эффективные. При этом идет процесс изменения места и роли человека в производстве. Как отмечается исследователями [8], процесс экономического развития идет в сторону активного вытеснения человека из непосредственного производства, более полного и всестороннего использования его интеллектуального потенциала. Это, например, прослеживается в динамике доли издержек на оплату труда производственных рабочих в себестоимости продукции. В США и Японии эта доля сегодня не превышает 5%, что значительно меньше отчислений на амортизацию производственных фондов. Основу постиндустриального общества будут формировать высокотехнологичные отрасли.

2.2. Закон нарастания организационной энтропии

Циклический характер организационного развития заложен в жизнедеятельность любой социально-экономической системы на генном уровне, он обязателен и исполняется в силу действия закона о нарастании организационной энтропии.

Закон нарастания организационной энтропии социально-экономических систем может быть пояснен рядом примеров как из жизнедеятельности биологических организмов, так и технических и организационных систем. Под организационной энтропией мы будем понимать энергетический уровень организации, уровень ее предпринимательского духа, предприимчивости руководителей, уровень сопротивления организации дезорганизующим факторам, препятствующим ее развитию. Так, человек, пройдя свой жизненный цикл (ЖЦ), стареет, т. е. в живой системе под названием «человек» идут процессы, связанные с нарастанием энтропии, снижением сопротивляемости организма разрушающим факторам, рассогласованием деятельности его отдельных органов и подсистем, которые в медицине именуют «нарушением обмена веществ». Социально-экономические системы, к разряду которых относят любую производственную (экономическую) организацию, в силу действия закона онтогенеза также проходят свой ЖЦ. В процессе их функционирования также нарастают негативные явления, бюрократические наслоения на все виды процессов, протекающих в организации. Падает уровень предпринимательства, что объективно связано с выходом организации на стабильный режим ее производственно-хозяйственной деятельности. Небезызвестный С. Паркинсон, рассматривая развитие организации, тоже отметил нарастание дезорганизующих факторов. Он сформулировал в этой связи следующий закон: «Количество служащих и объем выполняемой ими работы совершенно не связаны между собой». Собранные им статистические данные весьма интересны (табл. 2.1) [1]. На основании этих данных Паркинсон пришел к выводу о том, что «...к 1967 г., когда от былой мощи английского флота не осталось и следа, 33 000 государственных служащих едва-едва управляют с флотом, которого практически нет». Результаты данного исследования подтверждают выводы о самопроизвольном росте числа дисфункциональных или безразличных элементов в социально-экономических системах в процессе их деятельности, о возрастании уровня организационной энтропии.

М. Портер говорил, что периодически необходимо всю организацию «встряхивать», как горшок с варевом, с тем чтобы улучшить, обновить

Таблица 2.1. **Количество служащих Британского адмиралтейства и объемы работ**

Годы	1914	1928	1938	1948	1958	1964	1967
Крупные корабли, шт.	542	317	308	413	238	182	114
Военные моряки (рядовые и командный состав), тыс. чел.	125	90,7	89,5	134,4	94,9	84,9	83,9
Портовые рабочие, тыс. чел.	57,0	62,44	39,02	48,25	40,16	41,55	37,8
Портовые служащие, тыс. чел.	3,249	4,558	4,423	6,120	6,219	7,395	8,013
Адмиралтейские служащие, тыс. чел.	4,366	7,729	11,27	31,64	32,24	32,04	33,57

все ее структурные построения, оптимизировать распределение властных полномочий, привести систему целевых установок организации в соответствие с состоянием внешней среды. В процессе такого «встряхиывания» внутренняя среда (т. е. условия функционирования фирмы) приводятся в соответствие со сложившимся состоянием ее внешнего окружения, влияние на которое у организации ограничено.

Закон нарастания энтропии проявляется и в появлении на рынке услуг венчурных фирм, которые, обладая высоким уровнем предпринимательской энергии, реализуют только начальные этапы ЖЦ организации. Такие фирмы выявляют перспективные инновационные идеи, организуют проведение НИР и ОКР, опытное производство. Выводят новую фирму на стадию роста и продают ее заинтересованным бизнесменам. Задача последних лежит уже в плоскости стабилизации работы фирмы на рынке, улучшения ее позиций и т. п. Таким образом, для фирм с высоким уровнем предпринимательства, инновационности, как правило, неприемлема работа в стабильных условиях, так как их собственная энтропия находится на достаточно низком уровне.

Можно предложить наглядную графическую модель изложенной выше позиции (рис. 2.1). Кривая 1 соответствует росту используемой энергии для преодоления сопротивления развитию (энтропии) фирмы с течением времени и прохождения ею череды этапов своего ЖЦ. При достижении предельного уровня энтропии организация перестает существовать.

Однако организация как институт не обязательно в соответствии с законом нарастания энтропии должна прекратить существование. Указанная М. Портером необходимость «перетряхивания», реструктуризации предприятия приводит ее к новому витку развития (кривая 2, 3, ...), и этот процесс может быть весьма длителен. Нам известны организации, существующие не одно десятилетие и даже столетие. Это такие, как *Ford Motors*, *Du Pont* и некоторые другие, которые успешно работают до сих пор.

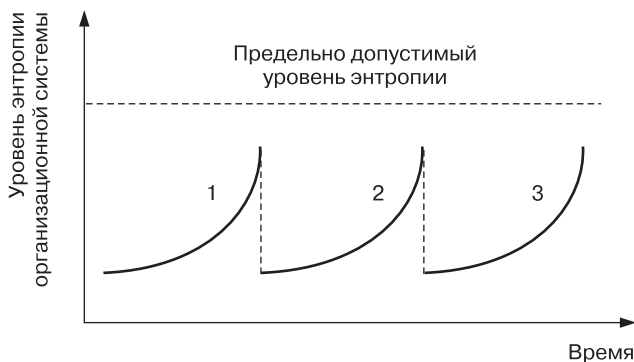


Рис. 2.1. Модель изменения уровня энтропии в процессе жизнедеятельности организации

Правда, следует признать, что характер деятельности этих организаций за время их существования претерпел существенные, даже кардинальные изменения. Так, *Du Pont* начиналась как фирма по производству взрывчатых веществ типа тола, продолжала свою деятельность, занимаясь производством синтетических волокон, а сегодня это широко диверсифицированная компания, занятая в самых разных областях человеческой деятельности, начиная с химической промышленности и заканчивая банковским делом.

Как видим, закон нарастания организационной энтропии определяет обязательность периодической реструктуризации предприятия.

2.3. Цикличность организационного развития

Для любой организации характерен циклический характер функционирования. Выходная товарная продукция системы обеспечивает средства для нового инвестирования, что позволяет повторять производственный цикл. Таким образом, уже на уровне производственных процессов заложена повторяемость в функционировании предприятия.

Исследования показывают, что большие и сложные социально-экономические системы имеют тенденцию к дальнейшему росту и расширению. Считается, что стабильное положение применимо к простым системам, но на более сложном уровне одними из факторов сохранения стабильности системы является рост и расширение.

Из сказанного следует очевидный вывод о том, что развитие любой производственной организации имеет расширяющийся циклический характер.

2.3.1. Модель жизненного цикла организации

В силу цикличности организационного развития, основанного на действии закона нарастания организационной энтропии, организации создаются, развиваются, достигая зрелости, а затем ослабевают и перестают существовать на рынке в качестве самостоятельных субъектов хозяйственных отношений. Однако протяженность жизненного цикла организаций различна, некоторые из них существуют десятилетия и даже столетия, другие весьма недолговечны. Умеющие адаптироваться процветают, негибкие исчезают. Анализ динамики состава крупнейших организаций (по статистике США) за несколько десятилетий показал, что около 60% компаний, входивших в список 500 ведущих компаний США, по которым рассчитывался индекс Доу-Джонса в 1970 г., больше не существуют. Тот же список, опубликованный в 1980 г., не содержит около 40% компаний. Из 12 самых процветающих в 1900 г. крупнейших компаний США сегодня существует только одна — *General-Electric*. Ушедшие компании либо распались, либо были поглощены другими, более успешными организациями [10].

Руководитель должен знать, на каком этапе развития находится организация, и оценивать соответствие этому этапу реализуемой в данный момент стратегии развития. Рассогласование этих факторов неминуемо приведет организацию к краху. В силу того что решается стратегически важная для предприятия проблема, а именно — обеспечение долгого существования организации на рынке, понятие ЖЦ социально-экономической системы, которой является любая производственная организация, модель ее ЖЦ оказались востребованными как инструмент повышения определенности в организационном развитии, позволяющий прогнозировать изменение состояния организации во времени.

Одним из распространенных описаний жизненного цикла организации с разбивкой его на соответствующие временные этапы является следующее.

Рождение (этап 1 на рис. 2.2). На этом этапе основатели организации выявляют потребности, актуальные на рынке, которые они могли бы удовлетворить лучше других. Их усилия направлены на создание нового продукта (или услуги) и запуск его в производство. Основная задача организации на этом этапе — выживание на рынке. Организацию в этот временной период характеризуют высокий предпринимательский дух, самоотдача и преданность делу. Отношения между участниками носят, как правило, неформальный характер. Для дальнейшего развития очень важно организовать стабильное обеспечение ресурсами.

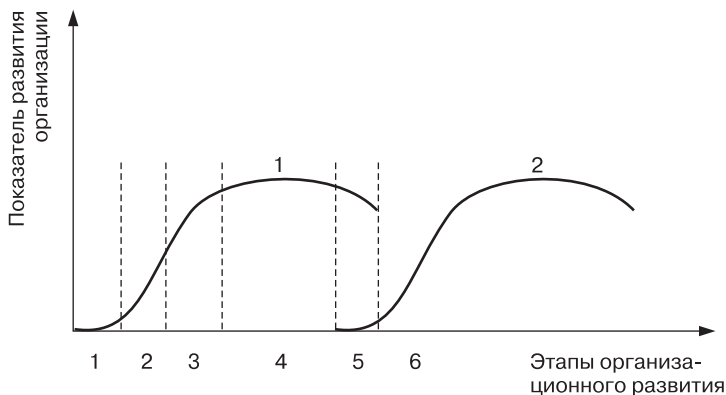


Рис. 2.2. Жизненный цикл организации

Первый этап роста (этап 2 на рис. 2.2). Это опасный период, так как каждые две из четырех вновь созданных организаций перестают существовать в первые два года своей деятельности. В это время организация растет быстро, ее цели определены. Сотрудники испытывают воодушевление от очевидных успехов. Структуры по-прежнему неформальные, хотя растущие объемы производства уже требуют определенных процедур. Основная задача — не потерять темпы развития. Нередко весь коллектив организации работает на пределе физических возможностей.

Второй этап роста (этап 3 на рис. 2.2). Организационный рост, расширение объемов производства требуют увеличения числа работающих. В фирму приходят новые люди. Неизбежно возникает необходимость в четком разделении функций между руководителями и исполнителями их на высоком профессиональном уровне. Если основатели организации требуемыми качествами не обладают, то они вынуждены принимать на работу профессиональных менеджеров. Так было и в известной компании *Apple*. Ее основатели С. Джобс и С. Возняк на этом этапе организационного развития, осознавая, что не обладают необходимыми знаниями и навыками управления, пригласили в качестве руководителя А. Марккула. Структура организации все более формализуется. Основной задачей является рациональное распределение задач, полномочий и ответственности по возникающей управленческой иерархии. Крайне важно организовать согласованное функционирование всех подразделений фирмы. В повседневный обиход входит исполнение основных функций менеджмента, в том числе планирования и прогнозирования. На-

лаживаются формальные коммуникации. Высшее руководство все большее внимание уделяет стратегически важным проблемам организационного развития. Контроль, распорядительство осуществляются средним звеном управления. Начинают работать механизмы мотивации эффективной деятельности работников. Фактически набирает силу процесс «обюроккрачивания» организации. Снижается ее уровень предпринимательства, инновационности. Нарастает неудовлетворенность работой в фирме руководителей с высоким предпринимательским потенциалом. Именно на этой стадии развития компанию *Apple* покинул ее основатель С. Джобс.

Зрелость (этап 4 на рис. 2.2). На этой стадии определены виды деятельности организации, рынки сбыта продукции и их характеристики, основные рыночные доли и т. д. В организации сформирована и оттачивается формальная структура. Основная задача этого периода не потерять, наращивать конкурентное преимущество, жесткий контроль за производственными издержками, исключение нецелевого использования всех видов ресурсов. Координация деятельности подразделений осуществляется на высоком уровне. Формальные процедуры разработаны, но в ряде случаев, что называется, «для пользы дела», их исполнение не требуется (если только стоящие задачи решаются эффективно). Этот период может характеризоваться некоторой степенью благодушия высших руководителей, ведь организация работает стабильно, приносит доход и прибыль. Однако темпы роста замедляются. Возникают и нарастают пока еще немногочисленные, негативные тенденции, которые часто руководством игнорируются.

Старение (этап 5 на рис. 2.2). На этом этапе своего развития организация неминуемо окажется лишь в том случае, если высшее руководство не осознает необходимости перемен, не предпринимает необходимых усилий для перестройки организационной деятельности, реструктуризации фирмы, а возможно, и смены ее миссии. В этом случае фирма неуклонно теряет свои доли на рынке, руководство лихорадочно ищет виновных, финансовых средств на обновление не хватает, системы мотивации, «работавшие» раньше, дают сбой. В силу отсутствия альтернатив или средств для их освоения, организация продолжает деятельность в областях, показавших свою низкую актуальность. Все вместе приводит к нарастанию признаков банкротства организации. К управлению может прийти внешний управляющий, назначение которого инициируется кредиторами. Его первоочередной целью является погашение имеющихся задолженностей перед кредиторами, до санации предприятия дело может и не дойти.

Возрождение (этап 6 на рис. 2.2). Однако, как показывает мировая практика развития организаций, пятый этап в их жизненном цикле не обязательно последний. Известно, что любая организация, достигая этапа зрелости, может оказаться во временном упадке и ей потребуются обновление, реструктурирование. Потребность в такой реструктуризации в среднем возникает через 10–20 лет [5, с. 384]. Связано это с серьезным рассогласованием внутренних условий функционирования и динамично меняющимся внешним окружением, существенным ростом организационной энтропии. К руководству приходят, как правило, новые люди, способные реализовать стратегию обновления, часто используя непопулярные методы и приемы, такие как сокращение штатов, ужесточение режима и т. п. На этом временном отрезке предлагается новая стратегия развития организации, ее исполнение жестко контролируется. Организация выходит на новый виток развития, закладывается новая кривая ее жизненного цикла (кривая 2 на рис. 2.2). Так, в середине 1997 г. в компанию *Apple* вернулся Стив Джобс. За годы своего отсутствия он приобрел необходимый управленческий опыт и предложил компании новую стратегию ее развития, позволившую решить накопившиеся проблемы. Он быстро реорганизовал компанию, избавился от непрофильных и неэффективных видов деятельности, сосредоточив внимание на инновационных направлениях. На рынок был выдан новый продукт — компьютер «iMac». Однако хотя компания и вышла из кризиса, но рынки высоких технологий, на которых она оперирует, меняются весьма быстро; с такой же скоростью (или несколько большей) должна меняться и компания.

Существует достаточно большое число примерно одинаковых описаний жизненного цикла организационного развития. Одно из них предложено в работе [17] и сведено в табл. 2.2.

2.3.2. Модель жизненного цикла организации по Л. Грейнеру

Л. Грейнер предложил свою модель ЖЦ организации, где весь процесс организационного развития сводится к преодолению некоторой последовательности кризисных точек на траектории ее развития. Он выделил 5 стадий организационного развития, отделяемых друг от друга организационными кризисами. Таким образом, весь путь развития организации лежит через преодоление череды организационных кризисов. Эта очередность, по мнению Л. Грейнера, задана и каждая организация ее проходит [10].

Первая стадия в цикле развития организации, базируется на творчестве всех участников. В основе создания организации лежит инно-

Таблица 2.2. Описание основных этапов жизненного цикла организации

Факторы	Стадии жизненного цикла							
	Рождение	Детство	Отрочество	Ранняя зрелость	Расцвет сил	Полная зрелость	Старение	Обновление
1. Первичные цели	Выживание	Краткосрочная прибыль	Ускоренный рост	Систематический рост	Сбалансированный рост	Уникальность, образ	Обслуживание	Обновление
2. Тип лидера	Новатор	Опportunист	Консультант	Участник	Корпоративный деятель	Государственный деятель	Администратор	Реорганизатор
3. Организационный характер	Борьба	Достижение	Изменение	Расширение, диверсификация	Системная ориентация	Зрелость, удовлетворенность собой	Ориентация на сложившуюся структуру	Ориентация на перемены
4. Организационный образ	С собой в центре внимания	Местный	Секционный	Национальный	Многонациональный	Международный	Самодовольный	Самокритичный
5. Концентрация энергии на:	Новом	Конкуренции	Завоеваниях	Координации	Интеграции, управлении	Приспособлении	Продолжение существования	Обновлении развития
6. Центральная проблема	Выход на рынок	Существование	Доля рынка	Многосторонний рост	Централизация и автономность	Равновесие интересов	Стабильность	Омолождение
7. Тип планирования	С предвидением	С предвидением	Продажи, бюджет	По заказам, специализация	Сложный, комплексный	Социально-политический	Экстраполяция	Созидательный
8. Метод управления	Один человек	Малая группа единомышленников	Делегирование	Децентрализованный	Централизованный	Коллегиальный	Основанный на традициях	Состязательный, поощряющий
9. Организационная модель	Максимизация прибыли	Оптимизация прибыли	Плановая прибыль	Хорошее положение на рынке	Социальная ответственность	Социальный институт	Бюрократия	Подражание Фениксу

вационная идея, а ее функционирование поддерживается благодаря предпринимательским усилиям основателей, их творческому потенциалу. Внимание членов организации на этой стадии сосредоточивается на разработке, доведении продукта до товарной кондиции, его продвижении на рынке. Организационное построение носит, как правило, неформальный характер, так как часто организации создаются людьми, хорошо знающими друг друга, а иногда — состоящими в родственных отношениях. Однако по мере роста организации возрастает необходимость в выработке направления развития, в координации деятельности подразделений, реализации специфических функций. Выработка целевых установок фирмы, стратегий их достижения возможна лишь при централизованном руководстве, когда имеется явно выраженный лидер. Возникшие потребности диктуют необходимость выдвижения формального лидера и построения субординированной властной иерархии, распределения функций, задач, полномочий и ответственности. Таким образом, первая стадия заканчивается кризисом лидерства, а результатом его разрешения является организационная структура управления.

Вторая стадия развития основана на руководстве, когда рост фирмы базируется на четком планировании деятельности, а управляют ею профессиональные менеджеры. Принятие управленческих решений централизовано, внимание руководства направлено на минимизацию всех производственных издержек. Однако организационный рост постепенно приводит к противоречию, связанному с нарастанием эффекта упущенной выгоды фирмы. Жесткое централизованное руководство оказывается не в состоянии быстро реагировать на динамику внешней среды, возникает потребность передачи части полномочий с высших уровней управления на более низкие уровни, находящиеся ближе к потребителю (клиенту фирмы). Таким образом, формируется второй кризис, названный кризисом автономии. Результатом разрешения этого кризиса является структурная перестройка фирмы, децентрализация функций, делегирование на нижние уровни управления части полномочий по принятию управленческих решений, носящих, как правило, оперативный характер.

Третья стадия развития основывается на новых возможностях, появившихся при разрешении кризиса автономии, и носит название развития, основанного на делегировании. Однако делегирование полномочий, давшее толчок к дальнейшему развитию организации, является причиной очередного кризиса — кризиса контроля. Высший менеджмент фирмы вдруг начинает осознавать, что теряет контроль над организацией в целом. Резко возрастает необходимость координации дея-

тельности относительно самостоятельных подразделений, приведения их целевых установок в систему. Разрешение кризиса контроля приводит к повышению уровня системности фирмы, когда все ее подразделения начинают действовать более согласованно.

Четвертая стадия организационного развития основана на координации, что дает новый импульс к дальнейшему прогрессу организации. На этой стадии в структуре фирмы выделяются стратегические подразделения, имеющие относительно высокую самостоятельность, но жестко контролируемые из центра по использованию основных стратегических ресурсов (финансовых, технологических, трудовых). Однако такая самостоятельность стратегических подразделений фирмы таит в себе возможность конфликтов между ними и центральным офисом, противоречия нарастают. Налицо кризис границ. Результатом разрешения этого кризиса является сплочение управленческой команды вокруг единой системы целей фирмы на основе согласования интересов всех участников.

Пятая стадия развития фирмы основана на сотрудничестве. Для преодоления кризиса границ и дальнейшего развития фирмы, как считает Л. Грейнер, необходима работа специалистов-психологов, способных разрешить межличностные конфликты руководителей, сформировать команду на основе общности интересов и корпоративных ценностей. Структурная перестройка на данном этапе бесполезна и бессмысленна. Только сплочение команды вокруг единой идеи и поддержка ею общепризнанной системы ценностей способны обеспечить дальнейшее развитие организации.

Как считает автор, это полный цикл в развитии организации, хотя пятая стадия и не является последней в ее жизненном цикле. Она лишь указывает на логическую завершенность определенного витка в организационном развитии, и далее фирма может выйти на новый виток.

Пятая стадия организационного развития может завершиться кризисом психологической усталости, или кризисом доверия, когда все устает от работы как единая команда. Разрешение этого кризиса может привести к двойственной структуре организационного построения. Первая структура носит обычный, тривиальный характер и обеспечивает выполнение обычных функций по выпуску основных продуктов фирмы; вторая структура формируется и существует в рамках общей организационной структуры фирмы, носит рефлексивный характер и чутко реагирует на динамику внешней среды, стимулирует развитие перспективных видов деятельности. В таком подходе к рассмотрению структуры предприятия нет ничего необычного, например в бывшем СССР многие

крупные предприятия имели подразделения, связанные с научными исследованиями и разработками которые, видимо, тождественны рефлексивным структурам Л. Грейнера.

2.3.3. Циклический характер развития продукта

Продукт — это изделие, полученное на выходе из производственной системы и подготовленное для реализации. Основной экономической характеристикой продукта является себестоимость.

Чтобы существовать, производственная система должна производить на вложенные деньги товарные продукты, с тем чтобы, реализуя их потребителю, получать доход, равный ее производственным издержкам и установленной норме прибыли:

$$\text{Доход} = \text{Производственные издержки} + \text{Прибыль}.$$

Товарный продукт — это продукт, полученный на выходе из производственной системы, способный удовлетворять актуальные потребности населения или целевых групп и предлагаемый на рынке с целью реализации и получения денежного эквивалента. Основной экономической характеристикой товарного продукта является его цена.

Любой продукт характеризуется своим ЖЦ (рис. 2.3). Понятие ЖЦ товарного продукта впервые было введено в оборот в 1985 г. американским маркетингологом Т. Левиттоном.

ЖЦ продукта — это совокупность взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния продукта от формирования исходных требований к нему до окончания его эксплуатации или потребления.

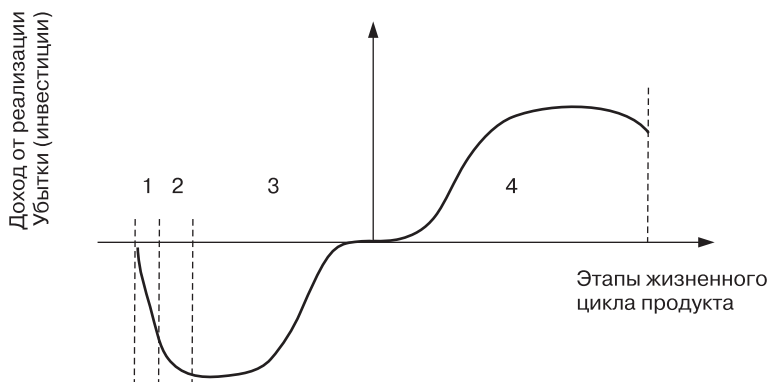


Рис. 2.3. Жизненный цикл товарного продукта

ЖЦ продукта охватывает период от выявления актуальной потребности в нем населения или целевой группы и воплощение ее в товарном продукте до утилизации или отказа от дальнейшего его производства ввиду падения спроса.

ЖЦ продукта может быть представлен графической моделью, которая, как считается, отражает относительно устойчивый состав стадий его развития и очередность их прохождения.

Стадия ЖЦ продукта — условно выделяемая его часть, характеризующаяся спецификой направленности работ, производимых на этой стадии, и конечными результатами.

ЖЦ продукта может быть разделен на следующие стадии [11]:

- маркетинговые исследования и определение актуальной потребности рынка (*суть данного этапа раскрывается в дисциплине «Маркетинг»*);
- научно-исследовательские работы (R&D): фундаментальные, поисковые, прикладные.

Фундаментальные исследования могут быть как теоретическими, так и экспериментальными. Основой фундаментальных исследований является открытие новых закономерностей и принципов, которые могут быть использованы при создании новой товарной продукции, принципиально отличающейся от существующей. *Поисковые исследования* базируются, как правило, на фундаментальных исследованиях и, используя новые принципы создания товарной продукции в различных функциональных областях, создают продукцию более высокого качества, с новым функциональным наполнением, более низкой ценой. *Прикладные исследования* позволяют на основе фундаментальных и поисковых разработок решить конкретные научные, хозяйственные, организационные и другие проблемы общества или его целевых групп.

В процессе прохождения этой стадии ЖЦ возникают и проходят всестороннюю проверку идеи, реализуемые иногда в виде открытий и изобретений.

Проведение НИР призвано решить следующие задачи:

- формирование идеи товара, способного удовлетворить выявленную потребность;
- формирование функциональной спецификации (как товарный продукт будет работать?);
- формирование конструкции товара (как товарный продукт будет устроен?);

- формирование технологии изготовления товара (как его изготовить?).

Результаты проведенных НИР (или приобретенных лицензий) позволяют реализовать следующую стадию ЖЦ товарного продукта — техническую подготовку производства. Эта стадия является комплексной и состоит из следующих этапов: конструкторской подготовки производства, технологической подготовки производства, организационно-плановой подготовки производства.

Этап конструкторской подготовки производства (КПП) предполагает разработку технической документации с описанием технико-экономических характеристик продукта, его конструкции, дизайна.

Этап технологической подготовки производства (ТПП) предусматривает разработку технологии изготовления продукта, проектирование и изготовление специальной технологической оснастки и приспособлений.

Организационно-плановая подготовка производства (ОППП) реализует организацию производственного процесса в пространстве и во времени.

Очередная производственная стадия ЖЦ охватывает, как правило, относительно длительный период выпуска продукта, особенно в условиях массового и крупносерийного производства. На этой стадии продукт может подвергаться модернизации, что удлинит его ЖЦ, отодвигает время морального устаревания. Эта стадия также является комплексной, в ее рамках реализуются такие этапы, как этап материально-технического обеспечения, исполнения технологических процессов преобразования исходных ресурсов в готовую продукцию, а также этап, связанный с реализацией продукции.

Производственная стадия чрезвычайно важна для современного производственного предприятия, так как основные затраты связаны именно с ней. Поэтому продвижение по этой стадии продукта должно контролироваться менеджментом предприятия, своевременно должно приниматься решение о ее завершении, т. е. снятии продукта с производства.

Последняя стадия в ЖЦ продукта связана с его обращением, т. е. с эксплуатацией, сервисным обслуживанием и утилизацией.

Продукт, потерявший актуальность на рынке, должен быть заменен в производстве новым, востребованным продуктом. Однако производственное предприятие в каждый конкретный момент времени производит, как правило, не один продукт, а несколько. Системный состав про-

дуктов образует продуктовый портфель предприятия, характеризующийся суммой этапов жизненных циклов различных продуктов. Продуктовый портфель в силу динамики спроса на отдельные товарные продукты находится в процессе изменений, т. е. тот или иной продукт, пройдя свой ЖЦ, заменяется новым продуктом, востребованным на рынке. Процесс такой замены проиллюстрирован на рис. 2.4. В каждый конкретный момент времени продуктовый портфель характеризуется некоторым системным состоянием, которое обеспечивает совершенно определенный уровень доходов фирмы и ее прибыли, т. е. является глубоко экономической характеристикой производственного предприятия.

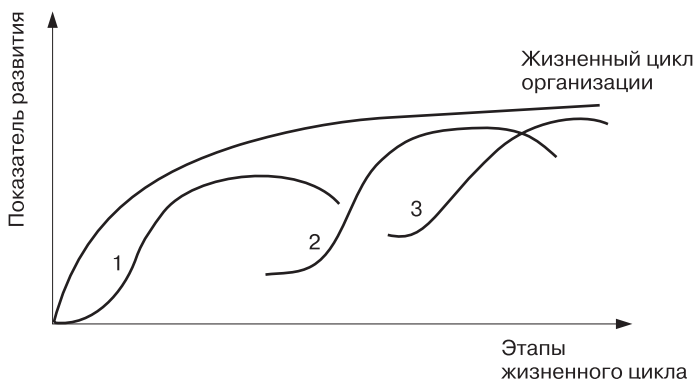


Рис. 2.4. Процесс смены одного продукта другим. 1–3 — модели ЖЦ продуктов, перманентно сменяющих друг друга

Таким образом, руководством производственного предприятия постоянно должен отслеживаться процесс эволюции продуктового портфеля с целью выработки и своевременной реализации управленческих решений по его рационализации. Вопросы, связанные с развитием продуктового портфеля фирмы, не так однозначны, как представляется на первый взгляд, так как являются отражением изменений во внешней среде организации.

Важным является вопрос формирования продуктового портфеля фирмы, сбалансированного по этапам ЖЦ продуктов. Долговременное успешное существование фирмы на рынках более вероятно, по всей видимости, в том случае, когда ЖЦ продуктов, входящих в ее продуктовый портфель, распределены во времени последовательно, т. е. перманентно сменя друг друга по мере выхода очередного продукта в ста-

дию стагнации, падения спроса на него. Такой продукт выводится из продуктового портфеля, а на смену ему приходит новый продукт, спрос на который растет (рис. 2.5, б).

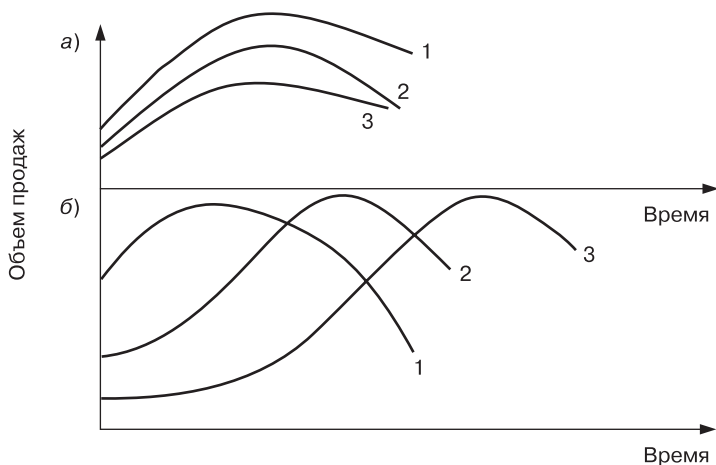


Рис. 2.5. Соотношение ЖЦ продуктов (1–3), входящих в портфель фирмы

В противоположной ситуации (рис. 2.5, а), когда несколько продуктов придут в стадию спада одновременно и образуемый для фирмы дефицит доходов (прибыли) окажется существенным, выход из кризиса потребует в сжатые сроки серьезных усилий, в том числе и финансовых.

Удобным инструментом балансировки продуктового портфеля фирмы служит матрица Хофера.

Глава 3. СТРАТЕГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

Можно выделить пять основных видов стратегически важных решений в производственном менеджменте. К ним относятся:

- 1) стратегия товара;
- 2) стратегия процесса;
- 3) стратегия местоположения;
- 4) стратегия развития человеческих ресурсов;
- 5) стратегия материально-технического обеспечения.

3.1. Стратегия товара

Стратегия товара — это выбор, определение товара и его дизайна.

Товарные продукты отличаются существенным разнообразием, они могут быть материальными или предоставляться потребителю в виде услуг. Например, автомобиль, пылесос, буханка хлеба есть пример материальных продуктов, но банковская услуга, услуга химчистки характеризуют второй вид товара.

Стратегия товара призвана обеспечить его конкурентное преимущество на рынке и достаточную длительность его ЖЦ для окупаемости произведенных в его создание инвестиций.

Товарный продукт должен быть выбран, определен, а также решен в дизайне.

3.1.1. Выбор товара

Выбор товара — это выбор материального продукта или услуги, способных удовлетворить актуальные потребности населения или целевых групп. Например, швейное предприятие способно выпускать верхнюю одежду как для мужчин, так и для женщин и детей. Однако производственные мощности предприятия не позволяют реализовать весь возможный набор продуктов, фирма должна осуществить выбор — что она будет производить.

Сделанный выбор определяет множество последующих решений в производственном менеджменте, а именно рынки сбыта, технологии, квалификацию персонала и т. д.

Выбор товара может быть продиктован внешней средой организации (рынком), а может определяться внутренними факторами (наличием ноу-хау, технологических открытий и т. п.), которые часто формируют новые потребности. Иногда внешние и внутренние факторы влияния на выбор товара срабатывают совместно.

Однако с момента возникновения идеи товарного продукта и до его выхода на рынок и потребления товар проходит ряд стадий, на каждой из которых может быть принято решение о прекращении его разработки. На рис. 3.1 [14] показано число товаров, преодолевших тот или иной этап в своем развитии. Как видно из рис. 3.1, лишь одна из почти 2000 предложенных идей реализуется в виде успешного товарного продукта (данные по США). Лишь один из 25 представленных на рынке товаров действительно становится успешным.

Как только фирма принимает решение о реализации той или иной идеи нового товара, сразу же возникает проблема приобретения и удержания конкурентного преимущества. Различают следующие основные виды конкуренции:

- конкуренция ценой;
- конкуренция на основе времени;

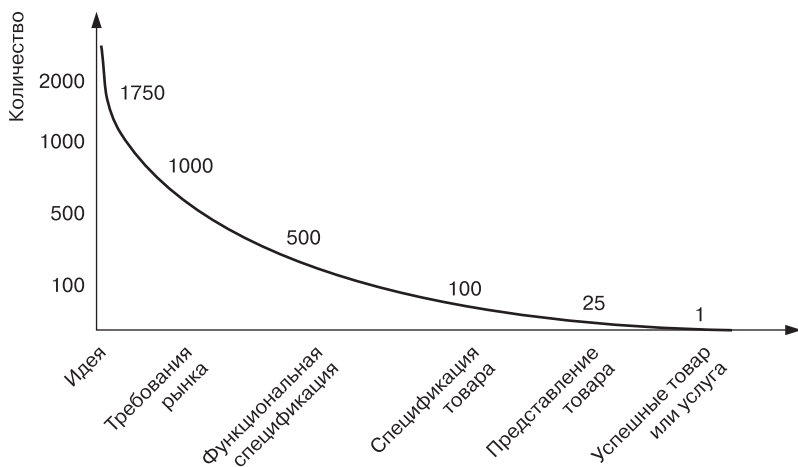


Рис. 3.1. Кривая успеха товара (от идеи до готового продукта)

- конкуренция на основе сервиса;
- конкуренция на основе качества товарной продукции.

Конкуренция на основе времени

Конкуренция на основе времени — это приобретение конкурентного преимущества, связанного с сокращением сроков разработки, производства и выпуска товарного продукта или услуги на рынок.

Фирмы, освоившие производство товарного продукта быстрее других, первыми выйдут на рынок и займут свою долю на нем. Для всех последователей возникает необходимость преодоления порога выхода на рынок, а именно:

1. Фирмы, освоившие производство товарного продукта первыми и разработавшие новую технологию или применившие при производстве продукта ноу-хау и удерживающие их в своей собственности, формируют повышенный порог выхода на рынок для последователей.
2. Фирмы, освоившие производство товарного продукта первыми, раньше других конкурентов начнут «движение» по своей кривой опыта (рис. 3.2) и к моменту выхода на рынок конкурентов продвинуться по ней, снижая свои производственные издержки. У них появляется конкурентное преимущество как по цене, так и по возможности развития производства (впервые кривые опыта были построены Бостонской консалтинговой группой в 1960 г.).
3. Фирмы, освоившие производство товарного продукта первыми, раньше других выйдут на рынок и приобретут имидж первопро-

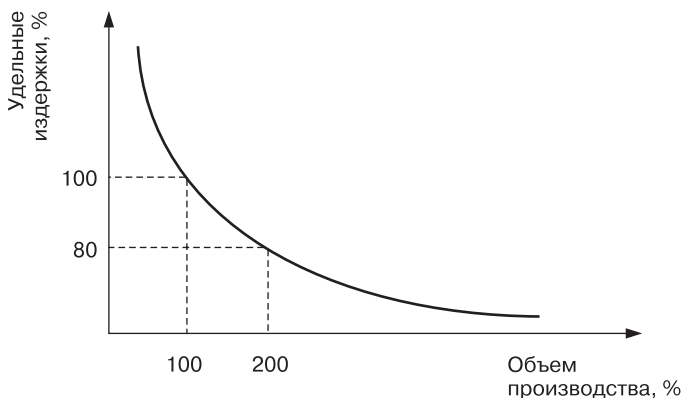


Рис. 3.2. Кривая опыта

ходца, пионера в данной области, у них появятся потребители-приверженцы, что также затруднит выход на рынок конкурентам. У них уже будут сформированы каналы продвижения продукции. Так, сравнение японских и американских автомобильных компаний по производительности показало, что японские производители автомобилей разрабатывают и предлагают на рынке свою продукцию в два раза быстрее американских.

Японская фирма *Sony*, первой выпустив видеомэгнитофон на рынок, сформировала у населения новую потребность в получении видеоинформации у себя дома и заняла лидирующее положение на мировом рынке этой продукции, получив огромное конкурентное преимущество.

Конкуренция временем характерна и для капиталоемких проектов, для них справедлива запись

$$K_t = K_0(1 + E)^t,$$

где K_0 — первоначальная стоимость капитала; K_t — стоимость капитала по истечении t лет; E — норма дисконта.

Из этой зависимости следует, что чем длиннее период выполнения проекта, тем выше стоимость его реализации (в нашем контексте проект — это разработка и выведение нового товарного продукта на рынок). Снижение этих сроков дает фирме возможность достичь требуемых результатов быстрее и с меньшим привлечением ресурсов, следовательно — получить конкурентное преимущество.

Конкуренция на основе сервиса

Конкуренция на основе сервиса — это получение конкурентного преимущества за счет расширения пакета услуг по предпродажному и послепродажному обслуживанию потребителей (в идеале — на протяжении всего срока потребления товарного продукта).

Современное предприятие должно не только производить товарную продукцию, но и обеспечить ее сервисное обслуживание. У продавца ПЭВМ, не предлагающего такое обслуживание, — плохие перспективы на рынке. «Автоваз» параллельно с созданием производства формировал сеть сервисных центров по всей стране, и сегодня по объемам проданных автомобилей он — ведущий производитель в России. Если же взять перечень ведущих автомобильных компаний мирового автопрома, с конвейеров которых сошло более полумиллиона автомобилей той или иной марки, и сравнить их между собой, то результат окажется следующим:

«Toyota Corolla» — более 35 млн;

«Ford F 150» — 25 млн;
«Volkswagen Golf» — 24 млн;
«Volkswagen Beetle» — 21,5 млн;
«Ford T» — 16,5 млн;
«Honda Civic» — 16,5 млн;
«Nissan Sunny» — 15,9 млн;
«Volkswagen Passat» — 14 млн;
«Лада» («копейка») — 13,5 млн;
«Chevrolet Impala» — более 13 млн.

Конкуренция сервисом характерна для рынков, насыщенных наукоемкой продукцией.

Конкуренция ценой

Конкуренция ценой — это приобретение конкурентного преимущества за счет снижения цены на товарные продукты ниже среднеотраслевого уровня. Однако цена на продукт ниже себестоимости его производства невозможна (по крайней мере в длительном периоде). В условиях насыщенного продукцией рынка требования покупателей к качеству, сервису и дизайну становятся все жестче, а достижение высоких параметров качества, сервиса и дизайна весьма затратно. Вероятно, в настоящее время это наименее перспективная стратегия формирования конкурентного преимущества.

Конкуренция на основе качества

Конкуренция на основе качества — это получение конкурентного преимущества путем расширения актуальных для данного рынка функций продукта, уровня их исполнения, дизайна, других потребительских качеств.

Вопрос качества продукции в современном мире трактуется существенно шире, чем еще несколько лет назад. По сути, это уже вопрос конкурентоспособности продукта на рынке и, следовательно, выживания фирмы в динамично меняющейся внешней среде.

Продукты, однородные по функциональному набору и выпускаемые разными фирмами, имеют различный уровень качества.

Под качеством понимается всеобщность свойств и характеристик изделия или услуги, которые определяют их способность удовлетворять определенные или подразумеваемые потребности.

Обеспечение качества — это совокупность международных, государственных, отраслевых и внутрифирменных решений и действий, направленных на поддержание качества, его рост и гарантирование как

через стандартизацию требований к качеству, так и через высокий уровень самого процесса производства продукции. Поддержание качества продуктов на заданном уровне или обеспечение его роста связано с определенными издержками. Весь перечень издержек традиционно делят на две группы: издержки у производителя, т. е. связанные с производством; издержки у потребителя продукта, т. е. связанные с эксплуатацией. Соотношение этих издержек демонстрируется графическим построением (рис. 3.3). Обеспечение низких издержек у потребителя (эксплуатационные издержки) формирует конкурентоспособность продукта и фирмы. Для фирмы это мощный стимул повышения качества продукта.

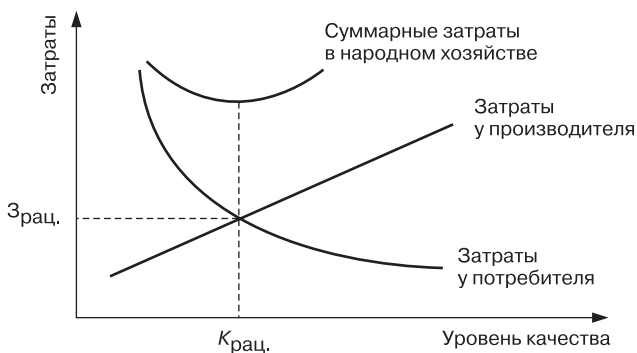


Рис. 3.3. Соотношение затрат, связанных с формированием качества продукта

Однако рост уровня качества влечет за собой рост производственных издержек, что при прочих равных условиях снижает эффективность хозяйственной деятельности фирмы.

Рациональным считается уровень качества, минимизирующий общие издержки в народном хозяйстве ($K_{\text{рац}}$ на рис. 3.3). Однако в современном представлении проблема определения рационального уровня качества продукта трактуется шире:

- с одной стороны, принятый уровень качества продукта должен обеспечить рациональное сочетание затрат на его обеспечение у производителя с уровнем дохода от продаж продукта, т. е. производство должно быть рентабельным;
- с другой стороны, формируемый фирмой уровень качества продукта должен соответствовать характеристикам рынка, на котором он реализуется.

Первая позиция может быть пояснена следующим образом. Инвестиции в развитие качества продукта, как и в любой другой проект, должны окупаться. Связь затрат на развитие качества продукта и величины возврата капитала может быть описана S-кривой (рис. 3.4).

На участке кривой AB имеет место рост отдачи на инвестиции в развитие качества. По мере роста инвестиций темпы отдачи постепенно замедляются, что и отражено участком кривой BC . Если на предложенном поле координат провести прямую из начала координат с наклоном в 45° , то она будет характеризовать покрытие средств, вложенных в развитие качества продукта. Таким образом, область, заключенная между этой прямой и S-кривой на участке $A-B$, характеризует потери фирмы, связанные с разработками, направленными на рост качества продукции.

Дальнейшее инвестирование средств позволяет повысить уровень качества продукта, его привлекательность для потребителя до уровня, когда фирма начинает покрывать свои издержки и получать дополни-

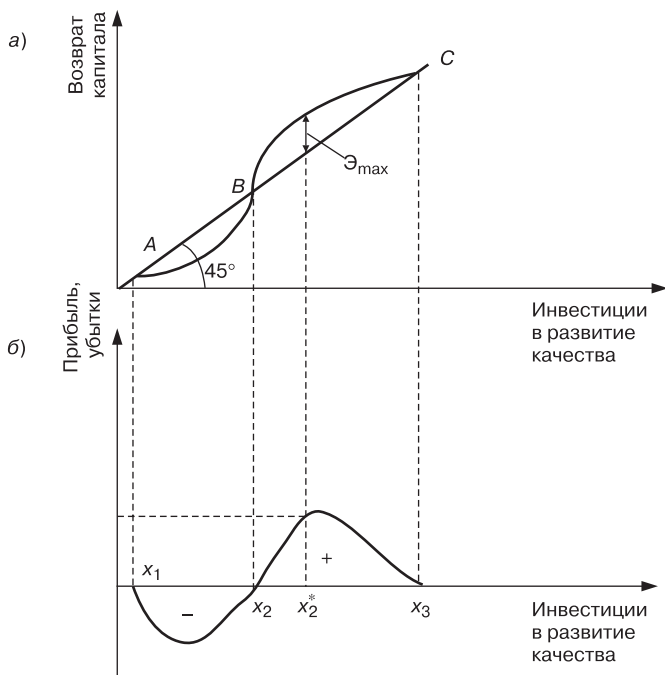


Рис. 3.4. Эффективность инвестиций в развитие качества

тельный доход, характеризующийся областью, заключенной между прямой и S-кривой на участке *BC*.

Однако качественный уровень продукта имеет предел насыщения, дополнительные капиталовложения в развитие качества этого продукта начинают приносить фирме все меньший доход, отдача на капитал падает, и с достижением точки *C* она становится отрицательной (фирма начинает нести убытки).

Сказанное также отражено построением оптимизационной кривой (рис. 3.4, б). Фирма несет убытки в интервале $x_1 \div x_2$ и получает прибыль в интервале $x_2 \div x_3$. Максимум эффективности достигается в точке x_2 .

Таким образом, важнейшая тактическая задача системы управления качеством состоит в том, чтобы определить и реализовать в практической деятельности оптимальный с точки зрения максимизации эффекта, уровень инвестиций в развитие качества продукта (точка x_2).

Следует четко представлять себе, что способность продукта удовлетворять потребительский спрос целевой группы объективно со временем снижается. Фирма должна не только предвидеть такое падение, но и быть готовой к нему. Динамика спроса определяет продолжительность жизненного цикла продукта. Ясно, что чем более продолжителен этот цикл, тем стабильнее работает фирма. Представляется, что продлить жизненный цикл продукта фирма могла бы, «резервируя» качество своего продукта при выходе с ним на рынок. Использование этого «резерва» на этапах зрелости продукта позволило бы поднять уровень продаж и тем самым продлить жизненный цикл изделия (рис. 3.5). Проиллюстрировать эту позицию можно продажами вычислительной техники (ВТ). Купив однажды компьютер, потребитель получает потребный ему уровень эксплуатационных характеристик (быстродействие, разрешение экрана, объем оперативной памяти). При этом по мере освоения ВТ, расширения объемов ее использования на практике, требования потребителя к качеству ВТ растут. Если фирма готова удовлетворить возросшие требования к качеству продукта, т. е. у нее есть «резерв» качества (скачок на кривой рис. 3.5), она имеет возможность продлить ЖЦ своего продукта (увеличить оперативную и постоянную память ЭВМ, увеличить ее быстродействие путем модернизации и т. д.).

Такая готовность подразумевает переход к новой S-кривой, обеспечивающей новый уровень удовлетворения потребностей населения, а следовательно, переход к новой оптимизационной кривой.

Таким образом, стратегический аспект в управлении качеством продукта состоит в переходе к новой S-кривой и обеспечении выхода

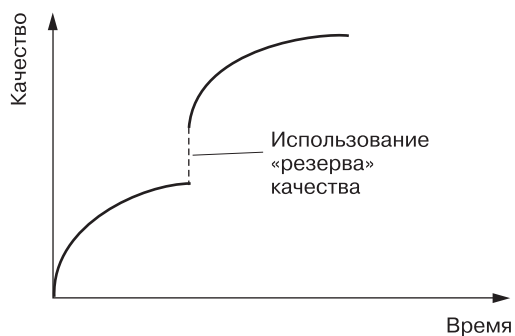


Рис. 3.5. Способ продления жизненного цикла изделия

на новый максимум оптимизационной кривой (рис. 3.6), т. е. переход из точки A в точку B (рис. 3.6, б).

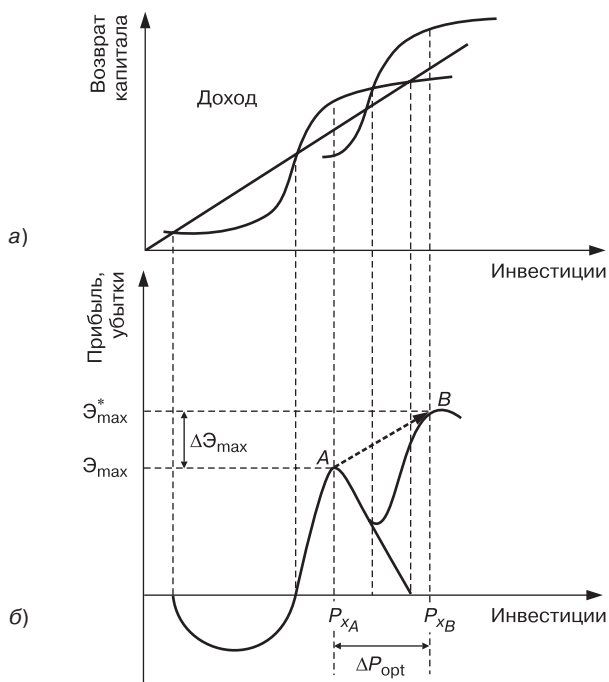


Рис. 3.6. Переход к новой оптимизационной кривой

При этом достигаемый экономический эффект окажется равным

$$\Delta \mathcal{E}_{\max} = \mathcal{E}_{\max}^* - \mathcal{E}_{\max},$$

а связанные с ним затраты

$$\Delta P_{\text{opt}} = P_{xB} - P_{xA},$$

где P_{xi} – затраты, связанные с развитием качества, уровень которого соответствует x_A или x_B .

Такой переход может быть обеспечен изменениями в конструкции продукта, в технологии его изготовления, в количестве и качестве выполняемых функций, дизайне, которые и позволят сместить максимум оптимизационной кривой вправо и вверх на исследуемом поле координат.

При этом важным оказывается и соотношение величин ΔP_{opt} и $\Delta \mathcal{E}_{\max}$. Это соотношение может быть следующим:

$\Delta \mathcal{E}_{\max} > \Delta P_{\text{opt}}$, такое соотношение наиболее предпочтительно и соответствует интенсивному пути развития качества продукта;

$\Delta \mathcal{E}_{\max} < \Delta P_{\text{opt}}$, фирма развивает качество продукта по экстенсивному пути. Это тупиковое направление развития;

$\Delta \mathcal{E}_{\max} = \Delta P_{\text{opt}}$, имеет место пограничная ситуация в развитии качества продукта.

В относительных координатах изложенное выше будет выглядеть так, как это представлено на рис. 3.7.

Все возможные кривые, расположенные под прямой 2 (рис. 3.7), определяют варианты экстенсивного развития качества продукта. Все кри-

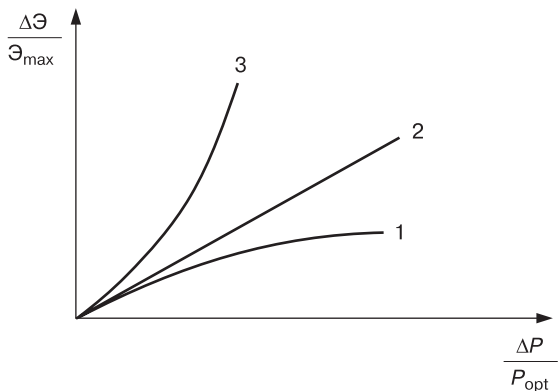


Рис. 3.7. Кривые интенсивного, экстенсивного и пограничного типов развития качества продукта

вые, расположенные над прямой 2, определяют варианты интенсивного развития качества продукта.

Вторая позиция по определению рационального качества продукта сводится к достижению соответствия уровня качества и требований к нему данного рынка. Следует учитывать различные требования к качеству продукции, выдвигаемые различными рынками. Предприятие должно при решении своих стратегических задач соотносить требования к качеству продуктов на том или ином интересном для него рынке со своими потенциальными возможностями.

Согласно современным представлениям, ценность любого товара для потребителя состоит из двух неравных частей — гигиенической ценности и мотивирующей ценности. Гигиеническая ценность товара — это те его свойства, которые присущи всем аналогичным товарам, представленным на рынке. Мотивационная ценность — это те свойства, которые заставляют потребителя выбирать товар именно данной фирмы. Таким образом, вся деятельность фирмы может быть разделена на действия, производящие гигиеническую ценность, и действия, производящие мотивирующую ценность [4]. Гигиенические ценности товара в основном сопряжены для фирмы с поддержанием удовлетворительного уровня качества товара. Мотивационная ценность товара, видимо, в основном возникает в результате проведения научных исследований и использования в производственной практике их результатов — новых технологий производства товара, превосходящего по своим характеристикам уже существующие образцы. Таким образом, компании, обеспечивающие процесс формирования мотивационной ценности, являются лидерами на своих рынках. Это такие фирмы, как *General Motors, Shell, Nestle* и др.

Набор ресурсов, технологии и ноу-хау фирмы, обеспечивающих производство мотивирующей ценности, называется компетенциями. Соответственно задача любой производственной компании состоит прежде всего в выборе тех сегментов рынка, где ее существующие или потенциальные компетенции совпадают с объективно необходимыми для успеха.

Таким образом, при выработке решения о включении нового продукта в портфель организации или определении рационального уровня качества существующих продуктов, следует учитывать необходимость соотнесения ожидаемого потребителем уровня качества продукта с возможностями производственного потенциала фирмы и возможности «резервирования» качества продукта с целью продления его ЖЦ.

Принятие рациональных решений в области качества продукции приводит к рациональному, эффективному уровню производственных

издержек и позволяет поддерживать конкурентоспособность фирмы на рынках.

3.1.2. Определение товара

После того как фирмой осуществлен выбор товарного продукта, он должен быть определен. Определение товара — это формирование перечня реализуемых в товаре функций, уровня их исполнения, а также дизайна товара.

Определение товара фиксируется в технической документации. Это могут быть документы, содержащие характеристики товара (например, характеристика состава продуктов питания, т. е. их спецификация), или рабочие чертежи, отображающие конструкцию изделия, его узлов и деталей. Сложные материальные товарные продукты определяются, как правило, в инженерных чертежах, показывающих относительное расположение компонентов изделия, их размеры, допуски и посадки, материалы, из которых они изготавливаются. Инженерные чертежи выполняются в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД). Они могут выполняться по отдельным элементарным составляющим изделия (деталировки) или по собранному готовому изделию (сборочный чертеж).

Использование современных компьютерных технологий (CAD/CAM) при выполнении конструкторской подготовки производства товарных продуктов позволило резко сократить время, затрачиваемое на эту стадию ЖЦ продукта. В таких системах автоматически выполняются стандартные элементы конструкции изделия и сопряжение отдельных его элементов, возможны согласованная работа нескольких интерфейсов (конструкторов), формирование перечня необходимых для производства инструментов, операций обработки и кодов для станков с ЧПУ.

При определении товарного продукта важной задачей производственного менеджера является принятие решения о том, какие детали и комплектующие узлы будут изготавливаться фирмой, а какие следует получать по кооперации, т. е. производить на стороне или покупать на рынке. (Например, такие стандартные комплектующие, как болты, гайки и т. п., скорее всего, выгоднее покупать у специализированного производственного предприятия.) При решении этой задачи необходимо сравнить себестоимость и качество продукции при производстве на своем предприятии с ценой и качеством продукта при его покупке на стороне.

В процессе производства товарного продукта в его конструкцию могут вноситься изменения. Эти изменения оформляются в виде из-

вещений на изменения. В соответствии с такими извещениями, в рабочие чертежи должны вноситься соответствующие коррективы. Для сложных изделий, имеющих длительный производственный цикл, например авиалайнеров, объем вносимых изменений может быть таким большим, что каждый самолет оказывается уникальным изделием, не похожим ни на какое другое той же серии. Учитывая важность этого аспекта производственного процесса, была сформирована такая область деятельности как управление конфигурацией, призванное идентифицировать товар, контролировать и документировать все изменения, вносимые в конструкцию товарного продукта.

Аналогичные инструменты широко используются в производстве фармацевтической продукции, где партия лекарства проходит контрольную проверку и каждой партии присваивается номер, который позволяет отследить весь процесс производства. Это необходимо потому, что возможные отклонения в химическом составе лекарства могут влиять на его качество и эффективность.

Важнейшей составляющей товарного продукта является его технологичность. Принято различать производственную и эксплуатационную технологичность изделия.

Производственная технологичность — это формирование такой конструкции изделия, его сборочных единиц и формы элементарных составляющих, а также выбор для них таких материалов, которые обеспечат минимальные производственные издержки при заданном уровне качества изделия и объеме его выпуска.

Таким образом, основными показателями производственной технологичности, приводящей к росту эффективности производственного процесса, с учетом типа его организации являются:

- минимальный расход материальных ресурсов;
- минимальное число операций обработки в технологическом процессе и их низкая трудоемкость;
- минимальный состав требуемого для производства оборудования и минимальные производственные площади для его размещения;
- увеличение производительности как отдельных операций, так и всего технологического процесса (сокращение производственного цикла).

Сказанное можно пояснить примером, связанным с разработкой конструкции изделия и технологического процесса его изготовления. Изделие «контактная пружина» предназначено для передачи электрического тока. Первоначальная его конструкция представлена на рис. 3.8, а.

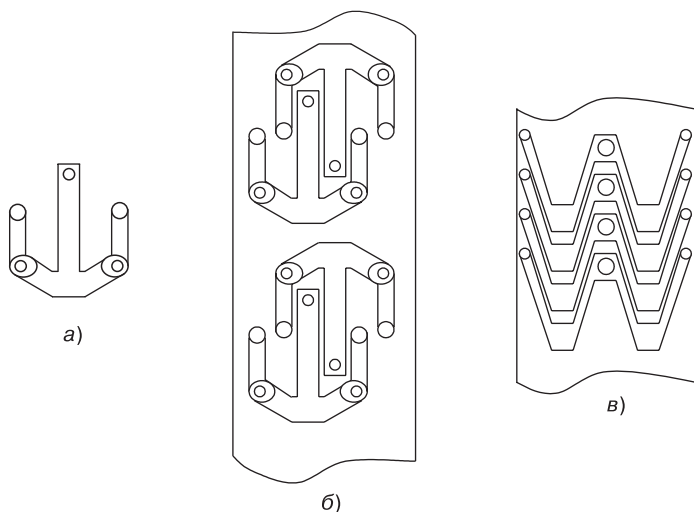


Рис. 3.8. Конструктивно-технологическая отработка изделия:

а) — первоначальная конструкция изделия; б) — первоначальный раскрой листа при производстве изделия; в) — конструктивная отработка изделия и раскрой материала

Однако оказалось, что при раскрое листового материала в процессе изготовления величина отходов составила 59% (рис. 3.8, б). Эффективность такого процесса была низкой. В ходе доработки конструкции с целью повышения технологичности изделия была предложена новая конфигурация изделия (рис. 3.8, в), позволившая сократить величину отходов при раскрое до 7,5%. Производственная технологичность существенно выросла. При этом число операций в технологическом процессе изготовления и их трудоемкость были снижены.

Итоговым, обобщающим показателем производственной технологичности является себестоимость изделия.

Повышение производственной технологичности может быть достигнуто применением типовых конструкторских решений, базирующихся на принципах унификации и стандартизации. Использование в проектируемом изделии до 70–80% унифицированных или стандартных элементов конструкции позволяет снизить длительность подготовки производства на 15–25% [11].

Конструкторская унификация — это сокращение разнообразия элементного состава изделий, их форм, размеров и используемых материалов без уменьшения номенклатуры их выпуска. Так, целый ряд раз-

нообразных моделей автомобилей на *General Motors (GM)* собирается из унифицированных сборочных единиц, т. е., как в детском конструкторе, из ограниченной номенклатуры элементов собираются разнообразные конструкции.

Стандартизация — это результат творческой деятельности коллектива экспертов, устанавливающих типы, параметры потребительских товаров, машин, механизмов, приборов, средств автоматизации, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий с учетом перспектив развития техники и технологии.

Стандартизация, как мы уже говорили, в начале XIX столетия позволила резко увеличить производительность производственных процессов.

Эксплуатационная технологичность — это характеристика конструкции изделия, связанная со временем и трудоемкостью его сервисного обслуживания и ремонта. Чем ниже трудоемкость обслуживания и ликвидации аварийного выхода изделия из строя, тем выше его эксплуатационная технологичность. Важным атрибутом эксплуатационной технологичности является характеристика ремонтпригодности изделия, т. е. его приспособленности к предупреждению, выявлению и устранению неисправностей и отказов в работе.

Стандартизация, являющаяся сегодня основой производства, позволила обеспечить взаимозаменяемость элементарных составляющих изделий и их комплектующих, т. е. существенно улучшила ремонтпригодность изделий.

Технологичность изделий может быть оценена по некоторым количественным показателям, представленным в табл. 3.1 [11, с. 70].

Уровень технологичности товарной продукции во многих случаях является конкурентообразующим фактором.

3.2. Стратегия процесса

Стратегия процесса — это определение эффективного способа производства товарного продукта при использовании имеющихся в распоряжении предприятия ресурсов.

Производственный процесс — это рациональное сочетание факторов производства в пространстве и во времени.

К факторам производства относят предметы труда, средства труда и сам труд.

Выбор процесса зависит от предполагаемых (или определенных) объемов производства товарных продуктов, их номенклатуры, имею-

Таблица 3.1. Система основных показателей технологичности

Показатель	Расчетная формула	Принятые обозначения
<i>Производственная технологичность</i>		
Суммарная (общая) материалоемкость изделия	$G_0 = G_{\text{ч}} + G_{\text{ц}} + G_{\text{н}}$	$G_{\text{ч}}$ — расход материала на заготовки из черных металлов; $G_{\text{ц}}$ — расход материала на заготовки из цветных металлов; $G_{\text{н}}$ — расход материала на заготовки из неметаллических материалов
Удельная материалоемкость изделия	$g_v = G_0 / P$	P — определяющий эксплуатационный параметр изделия (производительность, мощность, масса и т. п.)
Коэффициент использования материала	$k_{\text{им}} = g_{\text{ч}} / G_0$	$g_{\text{ч}}$ — чистая масса изделия
Суммарная трудоемкость изделия	$t_{\text{из}} = t_3 + t_{\text{м}} + t_{\text{сб}} + t_{\text{п}}$	t_3 — трудоемкость заготовительных работ; $t_{\text{м}}$ — трудоемкость механической обработки; $t_{\text{сб}}$ — трудоемкость сборочных работ; $t_{\text{п}}$ — трудоемкость прочих работ
Удельная трудоемкость изделия	$t_y = t_{\text{из}} / P$	
Удельная себестоимость	$S_y = S / P$	S — себестоимость изделия
<i>Эксплуатационная технологичность</i>		
Удельная трудоемкость профилактического обслуживания функционирующего изделия	$t_{y.об} = t_{об} / P$	$t_{об}$ — трудоемкость профилактического обслуживания
Удельная трудоемкость ремонтов	$t_{y.p} = t_p / P$	t_p — трудоемкость эксплуатационных ремонтов
Удельные затраты на профилактическое обслуживание функционирующего изделия	$S_{y.об} = S_{об} / P$	$S_{об}$ — суммарные затраты на профилактическое обслуживание изделия
Удельные затраты на эксплуатационные ремонты	$S_{y.p} = S_p / P$	S_p — суммарные затраты на эксплуатационные ремонты

щихся у предприятия технологий, состава и характера машинной подсистемы производственной системы предприятия, квалификации персонала и т. д.

Принятая на предприятии система процессов определяет производственные издержки, качество полученных товаров.

Стратегический выбор производственного процесса может осуществляться исходя из существующего или проектируемого типа производства или предпочтительного характера специализации процесса.

3.2.1. Зависимость выбора процесса от вида концепции формирования конкурентного преимущества

Любое производственное предприятие придерживается, как правило, одной из двух концепций формирования конкурентного преимущества:

- минимизация производственных издержек;
- минимизация упущенной выгоды и более полное использование возможностей, формируемых в среде окружения.

В зависимости от реализуемой концепции формируются отчетливые особенности в стратегии развития производственного процесса, применяемого на предприятии.

Концепции, связанной с минимизацией производственных издержек, придерживаются, как правило, зрелые организации, работающие на рынке давно. Часто это крупные предприятия, имеющие небольшую номенклатуру изделий, выпускаемых большими объемами, т. е. характеризующиеся массовым типом производства. Такие предприятия должны обладать стабильным производственным процессом, что требует стабильного сбыта продукции, ясных и устойчивых правил работы на рынке, т. е. стабильной среды окружения. Однако в существующих условиях хозяйствования имеет место постоянный и безусловный рост динамики среды окружения, она становится все более непредсказуемой. Возникает явное противоречие между крупной организацией, выпускающей массовый продукт (или их относительно небольшое количество), и характером развития его внешней среды. В этих условиях производственные организации вынуждены либо подстраивать все свои процессы и структуры под изменения в среде окружения, т. е. изменять свой продуктовый портфель, приобретать новую технологию, заменять оборудование, организовывать переобучение персонала и т. д., либо пытаться подстраивать среду окружения под себя, формировать среду, соответствующую потребностям предприятия. Ясно, что последняя стратегия под силу только крупнейшим компаниям, таким как *General Electric*, *Ford Motors Company* и некоторым другим. Такие компании не в состоянии быстро изменять свои структуры и процессы, они формируют внешние условия для их эффективного использования. Осуществляется это посредством монопольного положения на рынке (*Microsoft* в неда-

леком прошлым), созданием лобби в правительстве, заключением долгосрочных договоров о поставках, проведением мощных рекламных кампаний, образованием картелей с предприятиями, выпускающими аналогичную продукцию. Как отмечается в работе [18, с. 453], «...утверждение о том, что организации адаптируются к “турбулентным”, динамичным, постоянно изменяющимся условиям — чистая фантазия. Наиболее мощные организации сами контролируют внешнюю среду, а потому она относительно стабильна».

Производственные процессы, используемые в таких организациях, должны состоять из большого числа повторяющихся, поддающихся стандартизации рутинных операций. Эти операции стандартизованы, описаны инструкциями и процедурами их исполнения. Они должны быть очень хорошо скоординированы как в пространстве, так и во времени, обладать высокой производительностью и не должны быть слишком сложными в исполнении. Любые перемены в таких процессах нежелательны, так как сразу же в силу высокой степени целостности производственной системы, приводят к необходимости изменений в остальных элементах производственной цепи.

В силу потребности повысить определенность среды окружения в таких организациях всегда имеется стремление к вертикальной интеграции, как к прямой, так и обратной. Речь идет о стремлении расширить производственный процесс в сторону получения входящих материальных ресурсов (обратная интеграция), либо в сторону работы с потребителем продукции, ее реализации (прямая интеграция). Вертикальная интеграция позволяет предприятию сделать некоторые внешние операции (добыча и подготовка сырья, продажа продуктов и их сервисное обслуживание) внутрифирменными и ввести их в свой плановый процесс.

Выживание таких компаний, очевидно, связано с ростом производительности процессов, наращиванием объемов производства, увеличением доли на рынке. В этих условиях основным фактором сохранения конкурентоспособности или ее усиления является эффективность производственного процесса, т. е. исключение любого нецелевого использования ресурсов организации, максимизация эффекта при их рациональном потреблении, оптимизация производственной структуры предприятия, соответствующей реализуемым объемам производства.

Учитывая то обстоятельство, что для таких предприятий характерны высокие иерархические организационные структуры, всей полнотой информации о состоянии организации сегодня и стратегическом видении ее в будущем обладает лишь топ-менеджмент. Именно от него

централизованно следует ожидать формулировки стратегии развития предприятия. Менеджмент среднего звена, на который возлагается исполнение функции стратегического планирования, занимается только «оформлением» этой стратегии, разработкой программ, планов действий, бюджетов, которые обеспечат возможность контроля реализации стратегии на практике. Именно поэтому Г. Минцберг называет эту функцию «стратегическим программированием» [18, с. 460].

Концепция, направленная на минимизацию упущенной выгоды, характерна для предприятий инновационного типа, имеющих низкие, органические организационные структуры.

Упущенная выгода — это выгода, теряемая предприятием при не использовании имеющейся возможности, в том числе и при выборе из альтернатив.

Как правило, такие предприятия характеризуются небольшими масштабами деятельности и невелики по числу работающих в ней людей. Часто к этому типу предприятий относят венчурные фирмы.

Венчурная фирма — это предприятие, создаваемое для реализации инновационного проекта, отличающегося повышенным риском потери капитала.

Предприятия, придерживающиеся данной концепции формирования конкурентного преимущества, пытаются отслеживать и быстро реализовывать разнообразные возможности, формируемые в среде окружения. Объемы производства продукции, выпускаемые ими, как правило, невелики, часто они работают с объемами, близкими к критическим. В силу частого перехода с одного вида товарной продукции на другой, производственный процесс характеризуется низкой стабильностью, технологическое оборудование часто переналаживается, оно должно иметь весьма широкие возможности реализации различных технологических процессов. Отсюда следует очевидный вывод о том, что это оборудование должно быть универсальным. Однако, обеспечивая широкие возможности, оно теряет в производительности и за счет конструктивного усложнения более дорогое, чем специализированное оборудование.

Небольшие предприятия, придерживающиеся этой концепции развития, скорее всего, вынуждены подстраиваться под изменения в их внешнем окружении. Однако наличие гибкой, адаптивной производственной базы и высококвалифицированного персонала, характерное для этих организаций, легко реализует такую стратегию существования на рынке. Этот подход в стратегическом менеджменте получил название «инкрементального» (пошагового) развития, когда на каждом этапе предприятие выстраивает свою деятельность с учетом ситуации на рын-

ке. Такие организации легко перестраивают свои структуры и производственные процессы, в чем и состоит их конкурентное преимущество.

Наиболее соответствующей характеристикой таких организаций, видимо, следует считать адхократию. Адхократия есть органическая структура, в которой координация осуществляется на основе взаимной подгонки между высококвалифицированными и высокоспециализированными экспертами [18, с. 277]. В адхократических структурах объединяются специалисты в различных областях деятельности, образуя слаженно работающие *ad hoc*-команды (специализированные команды). Эти команды при переходе на новый проект могут расформировываться, перестраиваться под решение новых проблем.

Сложные производственные системы таких предприятий предъявляют высокие требования к квалификации персонала, а это, в свою очередь, обуславливает высокий уровень самостоятельности работников при принятии решений в процессе производства, широкий диапазон их ответственности.

Для таких организаций сложно сформулировать какую-либо отчетливую стратегию развития с установлением стратегических ориентиров. Однако она, скорее всего, для них и не требуется. При этом понятно, что производственный процесс должен постоянно быть в зоне внимания руководства предприятия, развиваться, совершенствоваться в части освоения нового оборудования, новых технологий, новых квалификаций. Ключевые компетенции таких предприятий должны углубляться, так как именно они формируют их конкурентные преимущества. Любое принимаемое в такой организации решение по сути является стратегическим. Предложение может исходить от любого ее члена, и, следовательно, стратегия развития организации на ближайшую перспективу формируется в ходе принятия этого решения, когда определяется, какие проекты будут реализовываться и как именно.

3.2.2. Выбор производственного процесса в зависимости от характера его специализации

Производственные процессы по характеру их специализации могут быть разнесены в две классификационные группы:

- процессы, ориентированные на конечный продукт;
- процессы, ориентированные на конкретную технологию или вид оборудования.

Производственные процессы, ориентированные на конечный продукт, строятся таким образом, чтобы, имея на входе первичные ресурсы, на выходе из процесса получить готовый продукт, не требующий

дальнейшей обработки. Например, завод по производству автомобилей «Ford» во Всеволожском районе Ленинградской области реализует производственный процесс, ориентированный на конечный продукт — автомобиль. Весь процесс сборки реализуется на данном предприятии. Кооперирование с другими предприятиями или подразделениями при производстве продукции сведено к минимуму.

В силу того что все операции обработки исходных ресурсов должны быть реализованы в данном подразделении (или предприятии), оно должно обладать необходимым оборудованием. Его машинная подсистема состоит из разнообразного оборудования, которое часто загружено неудовлетворительно, так как имеет место ориентация на один или небольшое количество конечных продуктов. Следовательно, эффективность использования оборудования относительно низка. Однако такие производственные процессы могут быть построены с соблюдением принципа прямоточности, с использованием поточных линий, что существенно повышает производительность. За счет этого эффективность процессов, ориентированных на конечный продукт, растет. В целом такие процессы, видимо, наиболее эффективны, а с учетом того обстоятельства, что последние годы подвергается обоснованной критике положение о необходимости полной загрузки оборудования, это становится еще более очевидным.

Производственные процессы, ориентированные на конкретную технологию или вид оборудования, основаны на машинной подсистеме ПС предприятия, реализующей конкретную технологию (например, чугунолитейный завод ориентирован на технологию литья расплавленного чугуна в формы) или на конкретный вид оборудования (например, участок токарных станков машиностроительного предприятия осуществляет только токарную обработку разнообразных полупродуктов). Ясно, что процесс обработки изделия здесь, как правило, не носит законченного характера, на выходе из него чаще всего имеет место полупродукт, требующий дальнейшей обработки (например, на фрезерном участке), и, следовательно, предполагается существенная кооперация с другими подразделениями или предприятиями. Транспортные расходы оказываются существенными, а производственный цикл удлиняется.

Машинная подсистема состоит из однородного оборудования, реализующего однотипные операции обработки множества полупродуктов, что потенциально обеспечивает хорошую его загрузку. Следовательно, эффективность использования оборудования относительно высока. Однако производительность процесса в данном случае, как правило, отно-

сительно низка, что объясняется универсальностью применяемого оборудования.

3.3. Стратегия места расположения предприятия

При выборе места расположения предприятия (МРП) его основатели (топ-менеджмент) сталкиваются с уникальным набором потенциальных воздействий окружающей среды, отличающихся друг от друга по интенсивности влияния. К наиболее значимым для предприятия проявлениям окружающей среды, по нашему мнению, относятся следующие: политические, экономические, социальные, технологические, экологические.

Факторы влияния внешней среды на выбор МРП уникальны, для каждого конкретного случая формируется своя система факторов. Их важность и интенсивность влияния изменяются от одной конкретной ситуации к другой. Например, предприятие, выпускающее продукты питания, при определении МРП основное внимание будет уделять тенденциям развития потребительского рынка, и в меньшей степени будет оценивать влияние факторов общего экономического состояния региона. А последний фактор весьма важен для производства товаров производственного назначения.

Политические воздействия — это воздействия среды окружения, связанные с законодательством, нормативными решениями и административными подходами во взаимоотношениях с предприятиями данной сферы деятельности, возможностью получения налоговых льгот, поддержкой местных и законодательных органов власти, возможностью и наличием благоприятных условий выхода на международные рынки, наличием или отсутствием ограничений в этом процессе. Социальная, экономическая стабильность в стране или регионе предполагаемого базирования предприятия также является политическим проявлением среды организационного окружения. Одним из примеров «срабатывания» политического фактора является ситуация, сложившаяся в США, когда при снижении уровня федерального регулирования деятельности компаний авиаперевозчиков резко снизилась привлекательность дальних маршрутов, традиционно являвшихся сильной стороной крупных авиакомпаний, имевших мощное новое оборудование, которое и обеспечивало их конкурентное преимущество по отношению к более мелким компаниям. После отмены регулирования со стороны государства «монопольные маршруты» на более короткие расстояния стали более привлекательными, новое оборудо-

вание больших авиакомпаний стало слишком дорогостоящим капитальным грузом в силу того, что эти компании оказались не защищены ценой на билеты и регулированием со стороны федеральных властей [Вэй]. Таким образом, политическое решение руководства страны привело к снижению конкурентоспособности конкретных предприятий. Привлекательность места расположения предприятий в этой сфере деятельности и в этой стране снизилась.

Другой пример связан с принятием решения политическим руководством США не поддерживать Киотское соглашение по ограничению выбросов вредных газов в атмосферу Земли, что позволяет промышленным компаниям тратить меньше средств на борьбу с загрязнениями. Такая позиция правительства может привлечь потенциальных инвесторов для размещения здесь новых предприятий.

Экономические воздействия — это воздействия среды окружения, связанные с состоянием инвестиционной активности в регионе или стране предполагаемого базирования, уровень безработицы, инфляции национальной валюты, активности в производственной сфере. Кроме того, учитывается:

- наличие в регионе источников получения дешевых ресурсов, в том числе энергоносителей, необходимых для производственного процесса, и гарантированный доступ к ним;
- низкие транспортные расходы, связанные с доставкой исходных ресурсов на предприятие и готовых товарных продуктов на рынок сбыта;
- состояние (этап ЖЦ) рынков сбыта данной продукции в регионе базирования;
- уровень конкуренции в регионе в данной области производства товаров, характеристики насыщенности рынков;
- наличие каналов сбыта продукции (дилеров или их сети), предприятий розничной торговли;
- возможность занятия рынков в данной области деятельности или их существенной части, обеспечивающей безубыточность производства, а также знание потребителей;
- возможности вхождения в мировое экономическое пространство с данным товарным продуктом и импортно-экспортные возможности.

Социальные воздействия — это воздействия, связанные с культурными тенденциями, демографическими характеристиками региона. Под культурой в данном случае понимаем широкий спектр ценностей

и убеждений, традиций и привычек основной части населения, которые, в свою очередь, определяют стиль жизни людей (по отношению к предпринятию — работников, поставщиков и потребителей). Демографические характеристики определяются половозрастной структурой населения региона, уровнем его доходов, уровнем образования, долей работающего населения. Здесь же следует рассматривать географические и климатические условия, характерные для региона.

Так, для производственного предприятия, предполагающего реализовать в производстве высокие технологии, в качестве работников потребуются, скорее всего, высокообразованные молодые люди. Недостаточное количество таких трудовых ресурсов в регионе может сделать его малопригодным для инвесторов.

Ориентация людей на здоровый образ жизни, например, может снизить привлекательность данного места для размещения предприятия, связанного с производством сигарет или высококалорийных продуктов питания.

Большая доля в США одиноких молодых людей, рост доли разводов в течение первых 10 лет брака до 96%, а также рост числа работающих женщин приводят к росту привлекательности размещения в этой стране предприятий быстрого питания или пищевых полуфабрикатов.

Технологические воздействия среды окружения — это наличие в регионе, стране базирования привлекательных для организаторов предприятия технологий, которые могут быть использованы ими при размещении там нового предприятия (в том числе совместного).

В производственном процессе применяют множество различных технологий, которые во многом определяют как потенциально возможный набор функций в товарном продукте, так и качество их исполнения, надежность работы продукта в процессе его эксплуатации, т. е. привлекательность для потребителя.

Наличие новых технологий как производственных, так и технологий продвижения товаров на рынке, новых информационных, организационных и управленческих технологий в стране или регионе может сделать размещение предприятия там весьма привлекательным. Иногда для получения доступа к новым технологиям компания создает совместное предприятие с фирмой, уже работающей в интересном регионе. Так, для продвижения своей продукции на рынке США и использования сбытовой технологии, имеющейся у *General Motors (GM)*, *Toyota* организовала с *GM* совместное предприятие.

Доступ к новым технологиям в различных сферах деятельности придает компании дополнительный потенциал роста конкурентоспо-

способности, расширяет ее возможности в хозяйственной деятельности, потенциально способствует росту ее эффективности.

Экологические воздействия среды окружения на выбор места расположения — это уровень привлекательности для потенциальных инвесторов той или иной географической точки с позиций решения экологических проблем региона. Экологические факторы оказывают наименее предсказуемое влияние на перспективы развития предприятия в том или ином регионе. Все возрастающая озабоченность населения кислотными дождями, озоновыми дырами, качеством воды, переработкой отходов и тому подобными проблемами существенно влияет на выбор места расположения предприятия. Так, давление на химические предприятия Германии со стороны ее населения и политического руководства страны привело к тому, что половина себестоимости продукции сегодня формируется расходами на защиту окружающей среды. При выборе МРП в данной отрасли эта страна может оказаться малопривлекательной для инвесторов.

В качестве ошибочного решения, принятого при определении места расположения предприятия, может служить строительство в семидесятые годы целлюлозно-бумажного комбината на Байкале. Вряд ли это решение было обосновано, учитывая, что озеро Байкал является уникальным резервуаром пресной воды мирового значения.

В 1997 г. ряд стран подписали в японском городе Киото договор, регламентирующий сокращение выбросов в атмосферу промышленных газов, вызывающих парниковый эффект, 16 февраля 2005 г. вступил в силу протокол, подписанный в Киото в качестве приложения к рамочной конвенции ООН об изменении климата. В этом протоколе разработан механизм сокращения выбросов на 5,2% (по отношению к 1990 г.) в период с 2008 по 2012 г. Следует, правда, отметить, что главные «поставщики» загрязнений — США, Китай, Индия и Австралия отказались от ратификации договора. На долю США приходится 36% мировых выбросов, на долю Китая еще 14%. Руководство США считает, что соблюдение положений договора приведет к большим издержкам, что ослабит позиции страны в конкурентной борьбе с бурно развивающимися Китаем и Индией. Россия ратифицировала этот договор в ноябре 2004 г.

Всего к 2006 г. его ратифицировали более 140 государств.

В соответствии с договором страны-участницы определили квоты выбросов, превышение которых недопустимо. Наиболее развитые в промышленном отношении страны либо уже исчерпали свою квоту, либо имеют незначительный ее запас, в то время как страны со слабо

развитым промышленным производством имеют существенный резерв по квоте. Резерв по квоте может сделать страну привлекательной для компаний, эксплуатирующих «грязные» технологии (металлургия, химическая промышленность и т. п.).

3.4. Стратегия развития человеческих (трудовых) ресурсов

Трудовые ресурсы предприятия являются одним из его важнейших стратегических ресурсов. Именно этот ресурс определяет возможность достижения предприятием стратегических целей развития.

Трудовые ресурсы предприятия характеризуются квалификационной структурой, демографическим составом работников, их фондовооруженностью, способностью адаптироваться к изменению целей развития производственной системы. Точное прогнозирование траектории развития предприятия позволит разработать и реализовать соответствующую стратегию развития его трудовых ресурсов, т. е. своевременно осуществить повышение квалификации работников, их переквалификацию, повысить фондовооруженность труда, изменить структуру персонала (квалификационную, демографическую) и т. д. Правильно определенная и реализованная стратегия развития трудовых ресурсов позволит успешно достигать как текущие, так и стратегические цели организационного развития.

Развитие трудовых ресурсов требует определенных инвестиций. Рассмотрим два основных аспекта таких инвестиций, а именно:

- инвестиции в образование и развитие коллектива предприятия;
- инвестиции в фондовооруженность труда.

Показатель фондовооруженности определяет насыщенность труда капиталом и исчисляется как отношение среднегодовой стоимости основных производственных средств к среднесписочной численности производственного персонала предприятия.

Ясно, что инвестированные в фондовооруженность средства должны окупаться. Фондоотдача будет расти только в том случае, если темп роста производительности труда будет опережать темп роста фондовооруженности. Такое соотношение характерно для интенсивного развития производственной системы, которое всегда более предпочтительно.

В экономической среде существует мнение о том, что инвестиции в обучение персонала дают большую отдачу, чем в фондовооруженность, в связи с тем, что позволяют более полно использовать уже име-

ющиеся возможности предприятия, а также быстрее реализовывать вновь открывающиеся возможности, быстрее адаптироваться к изменению характера организационной деятельности. Как отмечается в работе [3, с. 159], высокая эффективность инвестиций в образование подтверждена множеством проведенных исследований. Нобелевский лауреат по экономике за 1979 г. Т. Шульц на объективных данных развития экономики США доказал, что доход от человеческого капитала больше, чем от физического. Его расчеты дали основание для рекомендаций развивающимся странам в первую очередь инвестировать средства в развитие здравоохранения, образования и науки, что обеспечит большую отдачу, чем инвестирование, например, в строительство новых предприятий.

В работе [23] приводится методика, позволяющая, хотя бы на качественном уровне, проследить зависимость отдачи на инвестированный в фондовооруженность труда капитал от уровня развития коллектива, и в первую очередь от уровня его квалификации. Предложенная методика базируется на S-зависимости вложенных в фондовооруженность средств и темпов их возврата. Приведем эту методику, внося, как нам кажется, полезные коррективы.

При малых уровнях инвестирования в фондовооруженность производственного персонала предприятия (участок AB на рис. 3.9) дополнительные капиталовложения приносят все большую отдачу. Однако по мере насыщения труда капиталом темпы роста отдачи на капиталовложения снижаются (участок BC на рис. 3.9), что приводит к необходимости выбора вариантов организационного развития в порядке убывания их доходности. При дальнейшем росте фондовооруженности, в соответствии с экономическим законом об убывающей отдаче капитала наступает момент, после которого эффект оказывается отрицательным (S-кривая выходит на насыщение).

Однако позиция S-кривой в указанном поле координат зависит от уровня развитости коллектива предприятия. Чем выше его квалификация, образование, опыт, накопленный в данной сфере деятельности, тем выше размещается S-кривая в заданном поле (кривая 2 на рис. 3.9). Связано это с тем, что высокоразвитый коллектив быстрее и с меньшими издержками реализует производственный процесс, более полно использует возможности техники и технологии, рационально использует имеющиеся ресурсы.

Если предположить, что капитал возвращается на дальнейшее развитие и свое возобновление, то на S-модели могут быть определены три уровня фондовооруженности k_1 , k_2 и k_1 , соответствующие некото-

рым ключевым моментам в развитии организации. Эти точки возникают при проведении в том же поле координат из их начала прямой линии под углом в 45° (рис. 3.10).

Причем первая k_1 (совпадает с началом координат) и последняя точка k_3 соответствуют равновесному состоянию предприятия, а средняя точка k_2 — его неравновесному состоянию.

Состояние k_1 соответствует малой фондовооруженности, что обеспечивает низкую производительность труда. Низкая производительность труда не позволяет его хорошо оплачивать и принимать на работу (а также удерживать) высококвалифицированных специалистов.

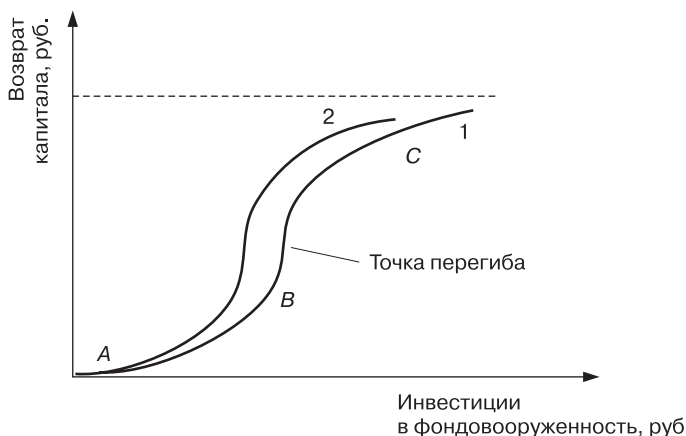


Рис. 3.9. Откорректированная кривая возврата капитала

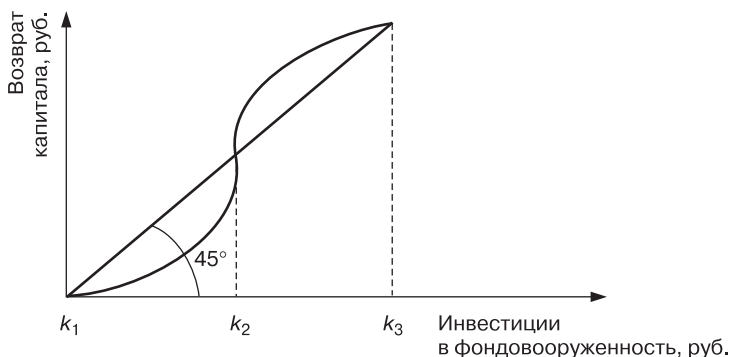


Рис. 3.10. Кривая отдачи на капитал, инвестированный в фондовооруженность

Поэтому в производственной системе, соответствующей точке k_1 , приходится использовать неквалифицированный труд. Низкая оплата труда провоцирует текучесть кадров, а это, в свою очередь, не позволяет накапливать производственный опыт и повышать квалификацию. Использование неквалифицированного труда в условиях текучести кадров заставляет делать ставку на дисциплину и на выполнение норм, предписаний и инструкций, исполнение которых необходимо контролировать. Происходит усиление исполнительной вертикали, а это, в свою очередь, снижает у работников мотивацию к росту квалификации.

Такая ситуация находит отражение и в корпоративной культуре, когда дисциплина занимает одно из первых мест в системе ценностей служащих.

Для верхнего **равновесного состояния** k_3 ситуация прямо противоположная: хорошая фондовооруженность труда ведет к высокой производительности труда и позволяет выплачивать высокую заработную плату, привлекая и удерживая квалифицированных специалистов. Накопление знаний, опыта и умений обеспечивает рост производительности труда, снижает удельные издержки и повышает качество продукции, способствуя ее лучшей конкурентоспособности и большей отдаче на вложенные средства. Привлечение высококвалифицированных работников совместно с делегированием полномочий позволяет привязать оплату их труда к конечному результату (прибыли, объему продаж, доле рынка). Критерием хорошего труда становится уже не соблюдение формальной дисциплины и предписаний, а вклад в результат (доход) предприятия. Меняются система ценностей и корпоративная культура.

Среднее **равновесное состояние** (точка k_2) неустойчиво. Это означает, что предприятие не в состоянии только собственными силами, без привлечения новых управленческих технологий или инвестиций, перейти из низшего состояния равновесия k_1 в верхнее состояние равновесия k_3 . Минимальный объем инвестиций $I_{\min}$, необходимый для осуществления перехода, должен превышать величину барьера

$$\Delta k_1 = k_2 - k_1; \quad (3.1)$$

$$I_{\min} = \Delta k_1 \cdot L = (k_2 - k_1) \cdot L, \quad (3.2)$$

где L — численность работающих на предприятии; k_i — фондовооруженность труда ($i = 1, 2, 3$).

Если же объем инвестиций I меньше минимально необходимого $I_{\min}$

$$I < I_{\min}, \quad (3.3)$$

то предприятие обречено вернуться в исходное состояние k_1 . Описанная ситуация соответствует схеме, представленной на рис. 3.11 в диапазоне $k_1 - k_2$. Например, инвестировав в фондовооруженность средства меньше k_2 , мы получим отдачу на Δ меньше вложенных объемов и тогда в следующем цикле сможем инвестировать лишь средства в объеме $(k_2 - \Delta)$ и так далее до тех пор, пока фирма не окажется в точке k_1 .

Барьер Δk_2 отделяет верхнее состояние равновесия k_3 от среднего состояния k_2 . Величина барьера Δk_2 , равная

$$\Delta k_2 = k_3 - k_2, \quad (3.4)$$

определяет максимально возможные потери капитала $I_{\max}$, после которых предприятие еще в состоянии самостоятельно вернуться в верхнее состояние равновесия k_3 , т. е.

$$I_{\max} = \Delta k_2 \cdot L = (k_3 - k_2) \cdot L. \quad (3.5)$$

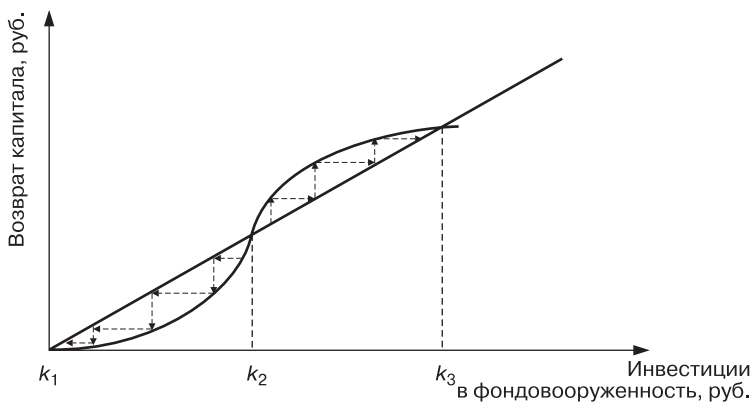


Рис. 3.11. Возможные варианты развития предприятия

Эта ситуация соответствует схеме на рис. 3.11 в диапазоне $k_2 - k_3$. Допустим, в силу каких-то форс-мажорных обстоятельств фирма потеряла капитал в размере не более $(k_3 - k_2)$, т. е. все равно она находится выше точки k_2 на схеме рис. 3.11. Инвестируя в фондовооруженность эти средства, мы получим отдачу на капитал, превосходящую его первоначальную величину. Это позволит в следующем цикле инвестировать больше средств и соответственно, опять получить дополнительный доход и т. д. Фирма способна самостоятельно вернуться в верхнее состояние равновесия k_3 .

Как мы указывали ранее, альтернативой инвестициям в фондовооруженность труда могут рассматриваться инвестиции в развитие персо-

нала. Автором работы [23] делается предположение о том, что более развитому коллективу должна соответствовать S-кривая, размещенная более высоко в указанном поле координат (рис. 3.11), что уменьшает минимальный объем требуемых для перехода инвестиций вплоть до полного исчезновения разделяющего барьера. Если S-кривая 1 (рис. 3.12) является сравнительной, то более высокоразвитый коллектив соответствует S-кривой 2, если же наклон S-кривой на начальном участке оказался равным или больше 45° , то разделительные барьеры в организационном развитии отсутствуют вовсе (кривая 3 на рис. 3.12).

Коллектив с низким уровнем развития, как бы много ни инвестировали средств в его фондовооруженность, окажется не в состоянии вернуть вложенные средства (кривая 4 рис. 3.12), так как эффективность таких инвестиций (более k_3) окажется отрицательной. Такой вывод возникает, если принять гипотезу о том, что точки пересечения S-кривой с прямой линией, проведенной из начала координат под углом в 45° соответствуют точкам самоокупаемости, ограничивающим эффективный диапазон работы предприятия ($k_2 \div k_3$ на рис. 3.12).

Таким образом, если в соответствии с рассматриваемой концепцией основной стратегической целью является перевод предприятия из состояния k_1 в состояние k_3 при минимально возможном расходовании финансовых средств, то может быть сформулирована следующая стратегия развития персонала предприятия.

Стратегия развития персонала состоит в рациональном распределении инвестируемых средств в фондовооруженность труда и повышение квалификации персонала при обязательном выполнении условия, со-

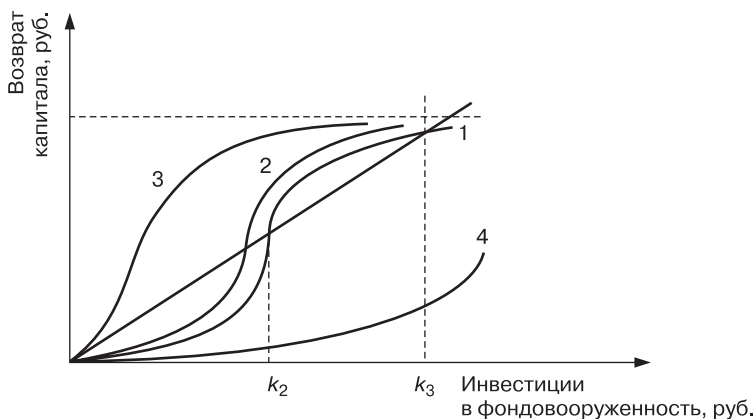


Рис. 3.12. Кривая возврата капитала

стоящего в том, что темпы роста производительности труда должны превосходить темпы роста инвестиций в фондовооруженность.

3.5. Стратегия материально-технического обеспечения

Функция материально-технического снабжения производственного предприятия связана с обеспечением реализуемых производственных процессов всеми видами материально-вещественных ресурсов.

При реализации этой функции руководство предприятия решает много вопросов, имеющих стратегически важное для его развития значение. В этом ряду такие вопросы:

- покупать материально-технические ресурсы или производить их самостоятельно;
- как выбрать поставщика ресурса, каким требованиям он должен отвечать;
- сколько желательно иметь поставщиков ресурсов.

В том случае, когда у предприятия нет технической возможности произвести ресурсы, необходимые на входе в основные технологические производственные процессы, оно вынуждено их покупать.

Тогда же, когда такая техническая возможность имеется, предприятие оказывается перед альтернативой: производить ресурс самостоятельно или покупать его на рынке у специализированного поставщика. С экономических позиций ответ на вопрос очевиден: если себестоимость изготовления ниже, чем цена поставщика, то ресурс следует изготавливать у себя, в противном случае — выгоднее покупать у специализированного производителя. Низкие цены на требуемый ресурс у специализированного поставщика могут формироваться за счет его специализации, когда производительность процессов изготовления стандартной продукции оказывается выше, а экономия на масштабе — существенной.

Однако при окончательном выборе любым руководителем, хотя бы подспудно, рассматривается проблема, связанная с потерей части контроля над хозяйственной деятельностью предприятия. Заключив договор поставки с внешней организацией, предприятие становится зависимым от поставщика. Уровень определенности аедения производственных операций снижается. Зависимость от поставщика тем сильнее, чем важнее для предприятия поставляемый ресурс и чем менее он доступен.

В мировой практике имел место случай, когда такие известные компании, как *Nokia* (Финляндия) и *Ericsson* (Швеция), ориентируясь

в своей производственной деятельности на единственного поставщика микросхем для мобильных телефонов, а именно голландскую компанию *Phillips*, заводы которой расположены в городе Альбукерк, штат Нью-Мексико, США, понесли многомиллионные убытки, едва избежав краха, когда в результате разряда шаровой молнии на заводе-изготовителе микросхем произошел пожар. Пожар продолжался 10–15 минут, но на восстановление производственной мощности ушло более двух недель. Все это время *Nokia* и *Ericsson* получали неполный объем поставок и несли убытки. Реакция *Nokia* оказалась быстрее, ей удалось относительно быстро переориентироваться на других поставщиков, провести реконструкцию изделия, а *Ericsson*, не сумев решить возникшую проблему быстро, потеряла более 400 млн долларов запланированной прибыли.

Поставщики могут оказывать давление на фирму-потребителя. Чем труднее фирме сменить поставщика или увеличить их количество, тем жестче может быть его диктат по отношению к фирме. Такие трудности могут быть обусловлены уникальностью поставляемого ресурса, наличием у поставщика ноу-хау или патентов на технологию его производства, оформленное право собственности на конструкцию или способ производства.

Когда фирма может более гибко строить свои отношения с поставщиками исходных ресурсов, у нее появляются дополнительные возможности влияния на них, добиваясь для себя более выгодных условий поставки. Если издержки, связанные с заменой поставщиков, невелики, то фирма может выбрать других, предлагающих более выгодные для нее условия.

Практически всегда с ростом числа поставщиков однородных ресурсов определенность в хозяйственной деятельности растет, однако возрастают и транзакционные издержки производственного предприятия, при этом требуется координация в вопросе поставок ресурсов.

Таким образом, руководство производственного предприятия желает уменьшить зависимость от поставщиков ресурсов, увеличить определенность среды хозяйственной деятельности. Решение этой задачи можно получить, используя различные подходы. Приведем примеры некоторых из них:

- Приобретаются организации — производители ресурсов или доли участия в них, т. е. речь идет о вертикальной интеграции компаний, расположенных вдоль технологической цепи «исходные ресурсы—товарные продукты». Организационные формы, используемые при этом, могут быть разными (поглощение, предполагает

полный контроль над деятельностью поглощенной фирмы; слияние на различных основаниях; присоединение и т. д.).

- Образуются формальные стратегические союзы. Между предприятиями, имеющими взаимодополняющие виды деятельности (например, предприятие А производит фотоаппараты, а предприятие Б — фотопленку к ним), могут заключать контракты, повышающие определенность среды хозяйствования. Контракты могут иметь форму лицензионного соглашения (например, на использование технологии) или договора о поставках (например, вся фотопленка реализуется через сеть магазинов предприятия А, выпускающего фотоаппараты).
- Предприятия могут образовывать совместные организации для реализации рискованных инновационных проектов, способных вывести на ресурсосберегающие технологии.
- Кооптируются в руководство производственного предприятия руководители организаций-партнеров. Например, в совет директоров вводится представитель банка кредитора. Это приведет к более тесному и заинтересованному сотрудничеству компаний партнеров, лучшему пониманию потребностей друг друга.
- Организуется проведение политических акций. Например, организация лоббирования в правительстве принятия новых постановлений или отмены старых, способных облегчить доступ к ресурсам, принятия новых стандартов качества, позволяющих расширить ресурсную базу, и т. д.
- Образуются сетевые структуры, обладающие большим влиянием на поставщиков ресурсов. Так, предприятия здравоохранения, действуя совместно, могут диктовать фармацевтическим фирмам условия поставки медикаментов.

Если руководство производственного предприятия принимает решение о заключении договоров поставки материально-технических ресурсов, то следующей стратегически важной задачей, требующей точного решения, является выбор поставщиков.

Поставщики исходных материально-технических ресурсов должны быть надежными, располагать необходимыми производственными мощностями, способными обеспечить требуемый уровень качества своей продукции. Следует также учитывать то обстоятельство, что партнерские взаимоотношения строятся на долговременной и взаимовыгодной основе.

Весьма важной стратегической проблемой, решаемой в производственном менеджменте, является проблема управления запасами. Следует понимать, что чем выше уровень запасов материалов и комплектующих на складах и рабочих местах, в процессе транспортирования, тем выше уровень связанных средств предприятия, не работающих на создание прибыли. Запасы — один из наиболее дорогостоящих активов предприятия, его стоимость может достигать 40% от объема оборотных средств. Поэтому принятая стратегия формирования и управления запасами оказывает сильное влияние на эффективность деятельности предприятия.

Запасы на предприятии выполняют несколько важных функций [14, с. 181]: функцию накопления, функцию защиты от изменения цен и инфляции, функцию управления затратами на основе дисконтирования, зависящего от объемов заказа.

Функция накопления призвана решать проблему ритмичности производства за счет создания резерва того или иного ресурса, который используется при срывах сроков его поставки. При отсутствии надежных поставщиков эта функция оказывается важной.

Функция защиты от изменения цен и инфляции призвана решать проблему минимизации финансовых потерь предприятия в условиях неустойчивой экономики, высоких темпов инфляции национальной валюты (или валюты страны экспортера). Закупка больших партий материально-технических ресурсов позволяет фирме, стабильно обеспечивая производственный процесс, экономить денежные средства, кроме того, ценность запаса может расти быстрее, чем деньги, помещенные в банк. В данном случае сделанный запас является примером хороших инвестиций.

Функция управления запасами на основе дисконтирования связана с использованием возможности получения ценовых скидок при оптовых закупках (дисконт).

Однако формирование запасов, их уровень должны оцениваться на предмет затрат, связанных со складированием, хранением, порчей и страхованием материально-технических ресурсов.

Одним из примеров перспективной стратегии материально-технического обеспечения производственного процесса является предложенная японцами стратегия «точно вовремя» (*JIT — just in time*). Стратегия материально-технического обеспечения *JIT* обеспечивает минимизацию всех видов запасов в производственном процессе. Поставка потребных ресурсов при реализации *JIT* осуществляется в точном соответствии с заявленным количеством, номенклатурой ресурсов и в точно назна-

ченное время. При этом все операции производственного процесса согласованы и синхронизированы. Первая реализация стратегии *JIT* имела место в японской автомобильной компании *Toyota* и получила название «канбан». В переводе «канбан» — это карточка, которая содержит всю необходимую информацию об объекте производства, она движется вдоль производственной цепи от ее конца (менеджера по продажам) к началу, а затем вместе с изготавливаемым продуктом от начала к концу цепи. При этом с каждой предыдущей операции производственного процесса полупродукт перемещается на следующую операцию точно в установленное время. Система «канбан» была модифицирована во множество методик, и карточка в них уже не используется. Один из вариантов «канбан» сводится к разметке пола в цеху, по которой перемещаются контейнеры с деталями того или иного наименования. Если какая-то позиция пуста, то это означает необходимость запуска в производство следующей партии этих деталей. Эта система построена по принципу «вытягивающей» системы, когда на следующую операцию по запросу выдается точно требуемое количество комплектующих.

Однако, несмотря на очевидные преимущества стратегии *JIT*, имеются и явные недостатки. Так, в 1980-х гг. из-за аварии на железной дороге вблизи Токио, когда остановились поезда, доставлявшие на *Toyota* комплектующие и материалы, остановился и сборочный конвейер предприятия.

Имеются и другие недостатки.

Глава 4. ПЛАНИРОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

4.1. Основные характеристики процесса планирования

Планирование в экономическом отношении понимается как процесс и функция, направленные на установление целей предприятия и его структурных подразделений, сроков достижения этих целей, необходимых ресурсов и источников их получения.

К основным задачам планирования производственного процесса относятся:

- обеспечение целенаправленности развития предприятия и его подразделений;
- повышение уровня определенности в управлении развитием организации;
- своевременное и качественное выполнение производственной программы в заданной номенклатуре и установленном объеме;
- определение рациональных сроков выполнения производственной программы, снижение простоев оборудования предприятия;
- осуществление контроля за развитием предприятия и своевременное обнаружение проблем развития;
- координацию деятельности структурных подразделений при решении задач функционирования и развития предприятия.

К основным принципам планирования следует отнести:

- *принцип специализации* сводится к необходимости специализации подразделений организации, реализующих функцию планирования, в том или ином виде плановой работы. Связано это с тем, что методы, используемые при различных видах планирования, существенно отличаются друг от друга. Например, финансовое планирование требует совершенно иных методов, чем, планирование подготовки производства;

- *принцип системности* планирования состоит в необходимости взаимной увязки всех разрабатываемых на предприятии планов. Так, план производства определяет суть плана развития основных производственных фондов, персонала предприятия; оказывает непосредственное влияние на формирование плана материально-технического обеспечения производственного процесса и т. д. Обобщающим видом следует считать финансовый план предприятия;
- *принцип научной обоснованности* сводится к необходимости обоснования любого планового решения с привлечением современного инструментария, вычислительной техники и информационных технологий, оптимизационных методов расчета, что позволяет исключить необоснованные производственные издержки и должно обеспечить стабильное функционирование предприятия;
- *принцип первостепенности стратегических планов развития* организации по отношению к оперативным планам ее деятельности исходит из того, что стратегический план развития направлен на решение задач долговременного существования предприятия на рынке в качестве самостоятельного субъекта, а оперативные планы решают проблемы лишь текущего его положения в конкурентной среде. Хотя, безусловно, это две взаимосвязанные и важные задачи, реализуемые организацией;
- *принцип непрерывности планирования* вытекает из закона онтогенеза: любая организация постоянно находится в процессе развития, поэтому при завершении одного планового периода перманентно формируются планы на следующий временной период и т. д.;
- *принцип гибкости и адаптивности* сводится к положению о том, что любой план не является догмой; в силу изменения совокупности условий и ограничений, в которых работает современная организация, в планы ее развития могут и должны вноситься необходимые коррективы, учитывающие вновь возникающие обстоятельства;
- *принцип обязательности* исполнения планов всеми участниками производственной деятельности. План носит директивный характер и регламентирует порядок действий по достижению целей организационного развития, установленных для данного планового периода.

Различают следующие основные виды планирования:

- по иерархическому уровню — стратегическое и оперативное;

- по временному горизонту — долгосрочное, среднесрочное и краткосрочное;
- по доле охвата сферы деятельности организации — предприятия в целом, подразделения предприятия, функциональной области (службы);
- по сущностному содержанию — продуктивно-тематическое, объемно-календарное и ресурсное.

Имеются и другие классификационные срезы, предлагающие иные виды планирования в зависимости от стоящих задач.

Долгосрочное планирование (3 года и более) характерно для решения важнейших, масштабных стратегических задач развития организации.

Среднесрочное и краткосрочное планирование (менее 3 лет), как правило, связано с решением тактических и оперативных организационных задач.

При разработке планов развития организации в целом, ее подразделений или функциональных служб могут ставиться и решаться задачи как стратегического, так и оперативного характера.

Продуктивно-тематические, объемно-календарные планы и планы ресурсного обеспечения производства чаще всего рассматриваются в оперативном контексте, хотя календарные плановые сроки, например, могут устанавливаться и при решении стратегических задач развития.

Процесс планирования реализуется с привлечением специфических методов планирования.

Методы планирования — это способы и приемы формирования обоснованных индикаторов развития организации в плановом периоде, выраженные в форме плановых документов.

К основным методам планирования относят *нормативный, балансовый, расчетно-аналитический*.

В современных условиях эти методы модернизируются, что связано с применением математических методов, вычислительной техники, информационных технологий.

Нормативный метод основан на использовании системы норм расхода ресурсов всех видов при формировании плановых заданий на определенный период. Нормы могут задаваться в натуральном выражении (шт., кг, кВт), стоимостном или временном исчислении.

Балансовый метод базируется на увязывании производственной программы предприятия и необходимых для ее исполнения ресурсов. Это основной метод планирования производственной деятельности

предприятия. Балансы состоят, как правило, из двух разделов — в первом устанавливаются требуемые ресурсы, а во втором дается их распределение по направлениям деятельности. На предприятии формируются материальные, трудовые и финансовые балансы.

Расчетно-аналитический метод предполагает планирование развития предприятия (подразделения, функциональной области) исходя из достигнутой величины показателей и тенденций их изменения в будущем. Метод применяется тогда, когда отсутствуют необходимые нормативы планирования.

Метод экономико-математического моделирования основан на использовании вычислительной техники, математического аппарата реализуемого с ее применением, экономико-математических моделей решения задач планирования. Метод применим тогда, когда решаемая задача может быть структурирована и описана в виде алгоритма.

4.2. Стратегическое планирование в производственном менеджменте

Функция планирования вообще и стратегического планирования в частности является одной из ведущих функций менеджмента. Процесс управления развитием организации без реализации этой функции оказывается непредсказуемым и невозможным, так как лишается целенаправленности, осмысленности.

Стратегическое планирование имеет принципиальные отличия от других видов планирования, в том числе и от долгосрочного. Основное отличие сводится к следующему. Долгосрочное планирование предполагает, что вид бизнеса определен, и речь должна идти о его развитии, т. е. используется как бы аппроксимация существующего состояния предприятия, занятого данным видом деятельности, в будущее, имея в виду решение серьезных задач развития существующего бизнеса.

Стратегическое планирование не ограничивается заданным, имеющимся сегодня видом деятельности, а предполагает возможность его изменения. Ясно, что решение таких кардинальных для предприятия задач может потребовать привлечения серьезных финансовых и иных ресурсов и займет относительно длительный интервал времени.

Весь процесс планирования стратегического развития предприятия может быть представлен в виде некоторой последовательно реализуемой очередности шагов.

Первый шаг связан с формированием стратегического видения развития предприятия на обозримую перспективу. Стратегическое видение — это сформулированное руководством организации представление о будущем ее состоянии, о виде и формах бизнеса, который ею будет реализовываться, о рынках и их сегментах, на которых фирма будет работать в будущем, об основных потребителях продукции предприятия. Стратегическое видение повышает уровень определенности в управлении организационным развитием.

Следующим логическим шагом в стратегическом планировании является формулирование миссии предприятия, главной цели его существования. Миссия должна лежать в рамках заявленного стратегического видения организационного развития, т. е. конкретизировать его.

Миссия — это обобщенная формулировка причины существования организации, содержащая конкретные характеристики основных потребителей, рынков сбыта, удовлетворяемых потребностей. Несмотря на кажущуюся абстракцию, заключенную в категории «миссия», она весьма конкретна и полезна. Покажем это на упрощенном, возможно несколько утрированном примере, дающем, однако, представление о важности четкого формулирования миссии организации.

Сравним два предприятия, работающих в одной сфере бизнеса — общественном питании, а именно ресторан быстрого питания *McDonald's* и классический ресторан «Невский». Миссии этих предприятий имеют существенные отличия. Так, *McDonald's* должен иметь примерно следующую формулировку миссии: «Мы работаем в сфере общественного питания и предоставляем своим клиентам стандартные блюда, приготовленные по стандартным технологиям, на стандартном оборудовании, при стандартных методах быстрого обслуживания клиентов, не располагающих большим отрезком времени на удовлетворение насущной потребности — утоление голода». При такой формулировке миссии определенность в управлении развитием организации существенно возрастает. Низкий уровень разнообразия блюд позволяет организовать их поточное производство, что приводит к возможности и необходимости использования стандартного, узкоспециализированного оборудования. За счет специализации это оборудование обладает высокой производительностью, что важно при массовом обслуживании клиентов. Квалификация персонала также узкоспециализированная и, следовательно, относительно низкая. Это приводит к относительной экономии на оплате труда. Обеденный зал с целью увеличения пропускной способности, оборудован стойками, расположенными вдоль стен, либо легкими столиками с расчетом на большое количество одновременно обслуживае-

мых людей. Основным конкурентным преимуществом *McDonald's* является быстрое обслуживание клиентов стандартными высококачественными продуктами питания по относительно низким ценам. Имеет место существенная экономия на масштабе.

Совершенно иная миссия у ресторана «Невский». Это предприятие общепита обслуживает клиентов, располагающих временем и имеющих желание провести время в приятной обстановке, употребляя блюда, приготовленные по индивидуальному заказу. Обстановка ресторана должна располагать к отдыху, расслабленности. Клиент — не бегущий по своим делам человек, а заранее спланировавший, заказавший обед в ресторане по своему усмотрению на определенное время. Осознание обстоятельств, отраженных в миссии ресторана «Невский», приводит к следующей конкретизации в его текущей деятельности и развитии. Оборудование на кухне должно обеспечивать возможность приготовления разнообразных блюд, т. е. быть универсальным. Персонал (повара) должен обладать высокой квалификацией, достаточной для обеспечения такого разнообразия, и, следовательно, быть высокооплачиваемым. Обеденный зал должен оборудоваться отдельными, по возможности, изолированными друг от друга столиками, а обстановка должна располагать к отдыху (играет музыка, приглушенное освещение, часто имеются фонтан и растения, облагораживающие зал). Производство ориентировано на единичное или индивидуальное обслуживание.

Таким образом, правильно сформулированная миссия организации повышает уровень определенности в ее развитии, устанавливает рамки, выход за которые, как правило, приводит к необоснованным финансовым затратам.

Формулировка стратегического видения, миссии организации является частью стратегического менеджмента, которую иногда называют «нормативным менеджментом».

Следующий шаг управления стратегическим развитием связан с реализацией принятой миссии, т. е. с разработкой конкретных стратегических целевых установок развития, разработкой стратегий их достижения. Этот этап стратегического планирования выполняется в режиме возвратно-поступательного цикла, т. е. сначала определяются стратегические цели, которые организация перед собой ставит, а затем происходит возврат в настоящее для определения методов и приемов движения к этой цели, определения промежуточных индикаторов, имеющих как качественные, так и количественные характеристики.

Таким образом, сначала необходимо сформировать характеристику текущего, сегодняшнего состояния предприятия в основной для него

сфере деятельности. Для этого необходимы анализ внутренней среды организации и определение имеющихся возможностей, а также сильных и слабых ее сторон. Весьма важно проанализировать и внешнюю организационную среду с точки зрения определения угроз бизнесу, исходящих в основном извне, а также определения возможностей организационного развития, которые эта среда предоставляет сегодня или сформирует в будущем. Реализация такого подхода на практике может быть осуществлена на основе такого инструмента, как SWOT-анализ.

Для диверсифицированной производственной организации полезная информация может быть получена при использовании такого инструмента портфельного анализа, как матрица BKG, разработанная Бостонской консалтинговой группой.

Затем следует определить стратегические цели развития организации, т. е. конкретизировать, сформулировать представление лидеров организации о ее будущем. При этом акцент делается не на то, как должна выглядеть организация как институт по истечении планового периода, а на то, какие изменения происходят и могут произойти в основном для нее виде бизнеса. При постановке стратегических целей следует учитывать закон онтогенеза, сводящийся к тому, что любая организация или вид ее деятельности проходят свой жизненный цикл и рано или поздно должны претерпеть коренные изменения.

Цель — конечный результат развития бизнеса предприятия, который должен быть достигнут в установленные сроки при эффективном использовании имеющихся ресурсов.

Таким образом определяются начальная и конечная точки, характеризующие состояние организации по отношению к плановому периоду, т. е. фактически делается важный шаг к снижению уровня неопределенности в управлении организационным развитием. Логическим завершением этой цепи является разработка системы мероприятий, обеспечивающих движение от исходного состояния организации к ее целевому состоянию, т. е. разрабатывается стратегия организационного развития. В процессе такого развития претерпевает целенаправленное изменение производственный потенциал организации в основных его элементах: исключаются непрофильные виды деятельности, приобретаются новые, необходимые для развития активы, часть функций передается на аутсорсинг; другие на основе контрактации, принимаются от организаций-партнеров; изменяется производственная база под решение задач стратегического плана, оптимизируются структуры предприятия и т. д. Схематично элементы стратегического плана представлены на рис. 4.1.

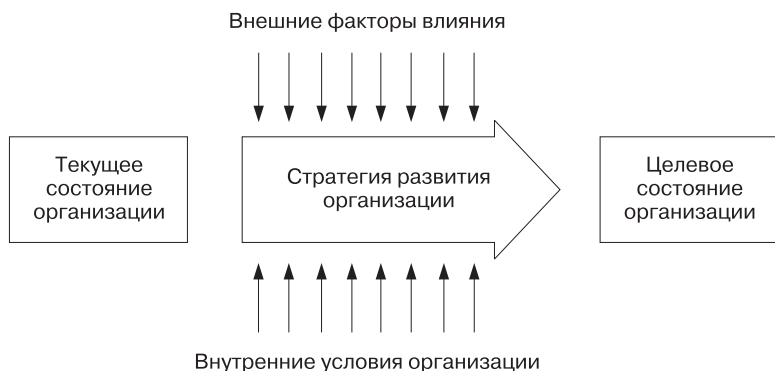


Рис. 4.1. Содержание стратегического планирования

В последние десятилетия наблюдается активная глобализация бизнеса: образована Всемирная торговая организация (ВТО); создано и успешно развивается единое экономическое сообщество государств Европы; образованы азиатские экономические сообщества государств. Количество транснациональных компаний уже исчисляется тысячами, и процесс их создания продолжается. Бурное развитие ИТ-технологий, информационных технологий планетарного уровня ускоряют процесс экономической глобализации и делает его необратимым. В этих условиях категория «мировая экономическая система» приобретает новое конкретное содержание, когда развитие любой организации в любой стране мира следует рассматривать в контексте этой системы. Любая национальная, а тем более транснациональная, организация является сегодня элементом мировой экономической системы, ее развитие должно идти в соответствии с той системной функцией, которую она реализует как элемент системы. В рамках такой глобальной специализации, видимо, и должна строиться стратегия развития организации, именно этими рамками определены ее ключевые компетенции.

Компетенции организации — это ее высокий профессионализм в том или ином виде деятельности.

Ключевые компетенции организации связаны с основными видами бизнеса, реализуемыми в рамках исполнения ею системной функции. Именно ключевые компетенции в основном обеспечивают конкурентоспособность организации на рынке. Ключевые компетенции определяются как наличием уникальных технологий, современного оборудования, так и квалификацией, развитостью персонала предприятия, способного использовать их эффективно.

В этом контексте приобретает новые оттенки и конкуренция. Нет смысла говорить о конкуренции между элементами одной системы. Видимо, конкуренция опускается на низший уровень и будет сводиться к тому, какая организация лучше исполняет заданную системную функцию, чьи ключевые компетенции оказываются более глубокими, точно совпадающими с требованиями среды, динамично развивающимися. Если исходить из изложенной позиции, то, как отмечается в работе [9], стратегическое развитие организации должно идти путем решения проблем ее вхождения, интеграции в бизнес-пространство отрасли, национальной экономики, мировой экономической системы. «... Организация должна рассматриваться как элемент системы более высокого порядка, способный и призванный выполнять в ней определенную функцию или множество функций» [9, с. 7].

4.2.1. SWOT-анализ в стратегическом планировании

Оценка существующего состояния предприятия в бизнес-пространстве может быть получена с использованием SWOT-анализа (Strength — сила; Weakness — слабость; Opportunity — возможности; Threat — угрозы). Процесс использования этого инструмента реализуется в несколько последовательных этапов.

Начальный этап анализа сводится к определению сильных и слабых сторон организации, а также угроз, формируемых средой окружения, и возможностей организационного развития, которые возникают в ней. Для этого строится плоская матрица, форма и пример заполнения которой приведены в табл. 4.1.

На втором этапе анализа рассматриваются все имеющиеся сочетания сильных сторон организации с возникающими угрозами и возможностями. То же самое делается по отношению к слабым сторонам организации. Каждое такое сочетание оценивается экспертом на предмет установления значимости данной парной связки факторов влияния. Эксперт проставляет оценку этой парной связки по принятой шкале сравнения. Например, при 5-балльной шкале очень сильная связка оценивается пятью баллами, слабая — одним баллом и т. д.

По результатам оценки формируется вторая матрица (табл. 4.2), в ячейках которой проставляются экспертные оценки значимости парных сочетаний факторов влияния.

Полученная матрица уже позволяет делать предварительные выводы о наиболее значимых для развития организации сильных и слабых сторонах ее деятельности, а также о важнейших угрозах и возможностях, с которыми она может столкнуться.

Таблица 4.1. **Сильные и слабые стороны, возможности и угрозы**

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Большой объем производства. 2. Муниципальная поддержка (предприятие — крупнейший налогоплательщик региона). 3. Стабильное положение на рынке. 4. Высокое качество продукции. 5. Большой ассортимент продуктового портфеля; 6. Высококвалифицированный персонал	1. Ограниченный выпуск новых видов продукции. 2. Моральный и физический износ оборудования (недостаточная глубина переработки сырья). 3. Ограниченное количество поступающего сырья (всего один поставщик — «Сургутнефтегаз»). 4. Использование только крупнотоннажного транспорта для вывоза продукции
Угрозы	Возможности
1. Жесткая конкуренция на рынке. 2. Покупатели ожидают низких цен. 3. Возможные сбои в поставках сырой нефти. 4. Ограничения, накладываемые государством на объем экспорта	1. Рост количества автотранспорта в регионе. 2. Расширение областей использования углеводородов

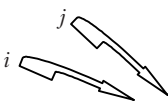
Третий этап SWOT-анализа связан с формулированием имеющихся проблем развития, которые должны учитываться при разработке стратегии развития и распределении организационных ресурсов на их ликвидацию или снижение уровня их влияния. Формулирование проблем базируется на рассмотрении каждого парного сочетания с учетом силы его влияния на развитие организации. При этом формируется следующая матрица (табл. 4.3), в каждой ячейке которой проставляется номер проблемы, сформулированной для данного парного сочетания факторов. Одна и та же проблема может характеризовать несколько парных сочетаний, и, следовательно, ее номер будет проставлен в нескольких ячейках этой матрицы.

Формулировка проблем ведется по итеративной схеме, т. е. после первоначального формулирования может проводиться уточнение формулировки, ее расширение или сужение по содержанию так, чтобы близкие по сути формулировки были заменены одной универсальной.

Все сформулированные проблемы на завершающем этапе анализа сводятся в итоговую матрицу (табл. 4.4). Каждая из вошедших в нее проблем получает свой ранг значимости, который формируется как сумма баллов ячеек, перекрываемых данной проблемой. Например, в табл. 4.3. проблема с № 8 перекрывает ячейки с номерами 1.5, 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 5.5, 6.5, что в сумме соответствует 23 баллам (см. табл. 4.4).

В соответствии с полученными количественными оценками значимости проблем разрабатываются стратегии, направленные на исполь-

Таблица 4.2. Экспертные количественные оценки

			Сильные стороны						Слабые стороны				Итого
			большой объем производства	муниципальная поддержка	стабильное положение на рынке	высокое качество продукции	большой ассортимент	высококвалифицированный персонал	ограниченный выпуск новых видов продукции	износ оборудования	ограничен объем поступающего сырья	использование крупнотоннажного транспорта	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Угрозы	жесткая конкуренция на рынке	1	5	4	4	5	4	4	5	4	3	2	40
	покупатели ожидают низких цен	2	4	1	3	4	3	2	2	3	2	1	25
	возможные сбои в поставках сырой нефти	3	5	1	3	2	4	1	4	1	4	1	26
	ограничения, накладываемые государством на объем экспорта	4	1	1	4	1	3	1	2	2	2	4	21
Возможности	рост количества автотранспорта в регионе	5	5	1	4	3	5	1	4	1	4	1	29
	расширение областей использования углеводородов	6	3	1	4	3	2	3	5	5	4	3	33
Итого			7	23	9	22	18	21	12	22	16	19	12

зование сильных сторон организации, компенсацию ее слабых сторон, а также на использование открывающихся возможностей организационного развития с учетом существующих угроз. (Подробный разбор примера решения соответствующей управленческой задачи можно посмотреть в [13].)

4.2.2. Портфельный анализ в производственном менеджменте (матрица BKG)

Для получения более четкого представления о текущем состоянии бизнеса фирмы и разработки стратегии развития может быть полезен

Таблица 4.3. Проблемное поле предприятия

			Сильные стороны						Слабые стороны										
			большой объем производства		муниципальная поддержка		стабильное положение на рынке		высокое качество продукции		большой ассортимент		высококвалифицированный персонал		ограниченный выпуск новых видов продукции		износ оборудования		ограничен объем поступающего сырья
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Угрозы	жесткая конкуренция на рынке	1	6	3	6	1	8	11	2	4	5	7							
	покупатели ожидают низких цен	2	8	3	8	1	8	11	8	4	5	7							
	возможные сбои в поставках сырой нефти	3	5	16	5	17	5	14	5	13	5	5							
	ограничения, накладываемые государством на объем экспорта	4	9	9	9	9	9	11	9	4	9	7							
Возможности	рост количества автотранспорта в регионе	5	6	10	6	1	8	11	12	4	5	7							
	расширение областей использования углеводородов	6	6	15	2	2	8	11	2	4	5	7							

такой инструмент, как матрица портфельного анализа, предложенная Бостонской консалтинговой группой (ВКГ).

Использование этого инструмента целесообразно для диверсифицированных предприятий, когда каждое относительно самостоятельное подразделение реализует конкретный вид бизнеса (или небольшое число разнообразных видов бизнеса), являющийся центром прибыли или стратегической зоной хозяйствования (СЗХ).

Матрица ВКГ строится в координатах «рост рынка (РР)—относительная доля на рынке (ОДР)» и имеет четыре поля или квадранта (рис. 4.2). Фактор роста рынка может рассматриваться как индекс темпов роста объема продаж продукции данной СЗХ. Индекс темпов роста рынка определяется для каждой СЗХ как отношение объема реализации про-

Таблица 4.4. Ранжирование проблем предприятия по значимости

№ п/п	Формулировка проблемы	Оценка проблемы	Ранг проблемы
1	Дальнейшее увеличение качества продукции исходя из требований потребителя	12	6
2	Освоение новых видов продукции с высоким уровнем качества	17	4
3	Получение налоговых льгот, льготных субсидий	5	9
4	Замена оборудования на более совершенное, что позволит осуществлять более глубокую переработку нефти	15	5
5	Поиск новых поставщиков сырья, что позволит наращивать объемы производства и снизит риск сбоев в работе	34	1
6	Увеличение объемов производства	21	3
7	Строительство новых транспортных трубопроводов для продуктов переработки	11	8
8	Расширение объемов производства, что позволит получить конкурентные преимущества по внутренним издержкам	23	2
9	Жесткая политика государства в отношении экспортируемой продукции	14	6
10	Снижение налоговой нагрузки (в частности, местного транспортного налога)	1	12
11	Квалификация персонала достаточна для освоения новых технологий	11	8
12	Производимая продукция не подвержена моральному старению (в обозримой перспективе)	4	10
13	Создание и оборудование новых нефтехранилищ на случай сбоев в поставках	1	12
14	Обучение персонала работе в форс-мажорных обстоятельствах	1	12
15	Обновление ассортимента, увеличение разнообразия продукции за счет муниципальных, правительственных субсидий	1	12
16	Содействие муниципальных властей за счет договоров с нефтедобывающими регионами	1	12
17	Использование нефти худшего качества в случае простоя	2	11

дукции в анализируемом периоде к объему реализации в предшествующем периоде и выражается в процентах или относительным коэффициентом, который может иметь значения меньше единицы — если рынок стагнирует, падает, больше единицы — если рынок растет, и равным единице — если рынок стабилен.

Относительная доля на рынке также рассчитывается для каждой СЗХ и находится как отношение рыночной доли, занимаемой данной СЗХ, к аналогичной доле основного конкурента.

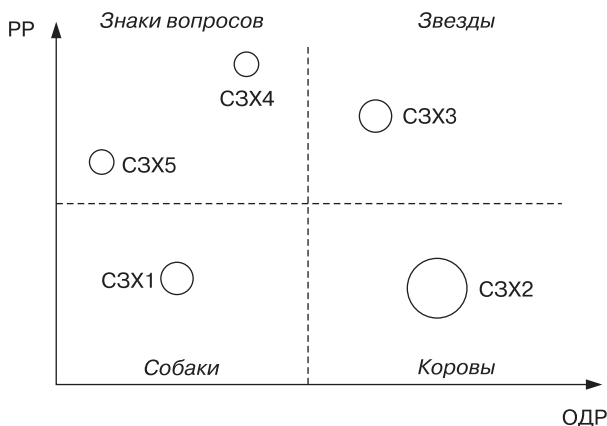


Рис. 4.2. Матрица BKG

Таким образом, каждая СЗХ оказывается численно определена в координатах «РР–ОДР», т. е. координаты каждой из них могут быть рассчитаны.

Поле матрицы делится на четыре квадранта единичными или номинальными линиями (т. е. линиями $РР = 1$ и $ОДР = 1$). Эти значения логичны и понятны. Так, если $РР = 1$, то это означает, что рынок не растет, он стабилен. Рынки, имеющие показатель $РР > 1$, растущие и на указанном поле координат размещаются выше номинальной горизонтальной линии. Если $РР < 1$, рынки падают, данной продукции продается все меньше и меньше.

Если $ОДР = 1$, то значит доли продаж продукции предприятия и основного конкурента на данном рынке равны. СЗХ, где мы имеем долю продаж выше, чем у конкурента, т. е. лидируем на рынке, расположены правее номинальной вертикальной линии ($ОДР > 1$), а там, где предприятие проигрывает основному конкуренту — левее нее ($ОДР < 1$).

Каждая СЗХ наносится на указанное поле координат в виде кружочка, проведенного вокруг точки с определенными для нее координатами «РР–ОДР». Диаметр кружочка должен соответствовать относительной доле продаж продукции данной СЗХ в общем объеме продаж предприятия.

Каждый из четырех квадрантов имеет присущие только ему характеристики. Дадим их краткое описание.

Квадрант «Звезды» характеризуется высокой долей присутствия нашего предприятия на растущем (т. е. перспективном и интересном для

предприятия) рынке. Предприятие лидирует на таких рынках и должно укреплять свои позиции на них. СЗХ, размещенные в квадранте «Звезды», являются перспективными для предприятия, они формируют его будущее. Эти СЗХ зарабатывают прибыль, однако на их развитие, рост объема производства и продаж требуются существенные инвестиции. Поэтому вся заработанная ими прибыль, да еще и дополнительные инвестиции из других СЗХ идут на укрепление их рыночной позиции.

Квадрант «Коровы» характеризуется высокой долей присутствия предприятия на рынке, однако сами рынки малоинтересны, они падают, стагнируют. Как правило, СЗХ, находящиеся в этом квадранте, — это старые, развитые СЗХ. Они формируют положительные денежные потоки, так как зарабатывают больше, чем требуется для удержания их рыночной позиции на прежнем уровне. Развивать эти СЗХ, видимо, не имеет смысла, так как рынки сокращаются. При этом ОДР таких СЗХ может расти в основном за счет ухода конкурентов с малоинтересных для них рынков. Считается, что пока «Коровы» приносят доход, их следует поддерживать, однако финансовые потоки на их поддержку жестко контролируются менеджментом организации.

Квадрант «Собаки» характеризуется низкой по отношению к основному конкуренту долей присутствия на рынке, да и сами рынки малоинтересны, они сокращаются, стагнируют — объемы продаж из года в год снижаются. СЗХ, расположенные в этом квадранте, не покрывают своих производственных расходов. Их присутствие на рынке может объясняться только политическими мотивами (например, если это продукты, формирующие оборонный потенциал страны). Наиболее приемлемой стратегией для них является стратегия постепенного свертывания и ухода с рынка.

Квадрант «Знаки вопросов» неоднозначен — в нем различают два вида СЗХ. Первый — это «Трудные дети», т. е. СЗХ, имеющие маленькие доли продаж по отношению к основному конкуренту. Преимущество конкурента сводит на нет все попытки предприятия усилить свои позиции на этом рынке. Второй вид СЗХ — это «Дикie кошки», т. е. СЗХ, имеющие перспективы развития, выхода в «Звезды». Они борются за свое существование и при поддержке со стороны предприятия могут стать перспективными видами деятельности.

Размещение существующих СЗХ на портфельном пространстве фиксирует текущее состояние реализуемых предприятием видов бизнеса. На этом же поле может быть отражено плановое состояние СЗХ к концу планируемого периода с указанием внутренних источников финан-

сирования перспективных видов бизнеса (например, за счет положительных финансовых потоков, образуемых «Коровами», или средств, полученных от продажи «Собак» и «Трудных детей»). Результирующая матрица с плановым состоянием портфеля СЗХ представлена на рис. 4.3.

Использование матрицы ВКГ носит циклический, процессный характер, т. е. в конце текущего периода формируется плановое портфельное пространство. По истечении планового периода проводится анализ возникших расхождений планового и фактического состояний портфеля, а затем формируется план на следующий период.

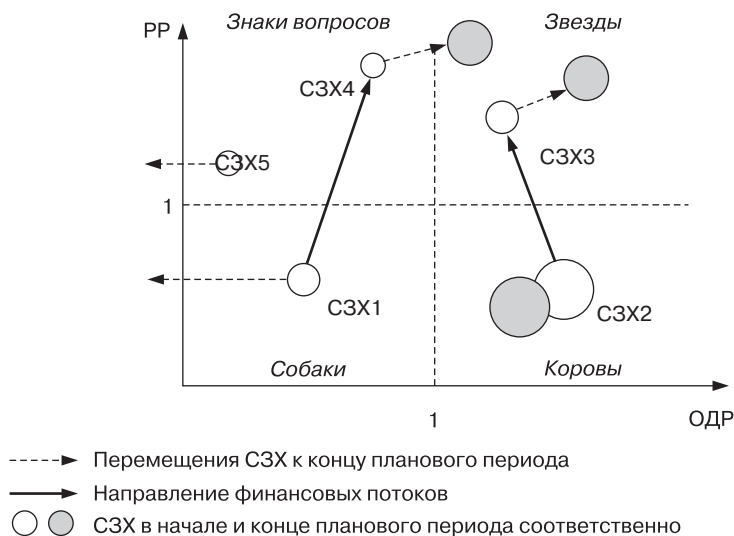


Рис. 4.3. Плановая матрица ВКГ

Следует, правда, признать, что этот относительно простой инструмент стратегического планирования не лишен недостатков. В частности, при его использовании не решается проблема координации развития отдельных СЗХ, не рассматриваются вопросы системности портфеля и образования синергетического эффекта и т. п.

В целом, стратегическое планирование способно повысить уровень определенности в управлении развитием фирмы, придает этому развитию целенаправленность и целесообразность, обеспечивает долгосрочную конкурентоспособность реализуемым видам бизнеса.

4.3. Оперативное планирование в производственном менеджменте

4.3.1. Планирование комплексной подготовки в производственном менеджменте

Планирование *комплексной подготовки* в производственном менеджменте является важной частью оперативного продуктивно-тематического планирования.

Комплексная подготовка производства — это совокупность взаимосвязанных научных, технических и организационно-плановых мероприятий по созданию и освоению новых и модернизации существующих товарных продуктов, выпускаемых производственным предприятием.

Весь процесс комплексной подготовки производства, укрупнено, состоит из следующей очередности стадий:

1. Формирование идеи нового товарного продукта, удовлетворяющего актуальную потребность населения или целевой группы.
2. Проведение научно-исследовательской работы (НИР), носящей фундаментальный, поисковый или прикладной характер.
3. Выполнение проектно-конструкторских работ (ПКР) по новому или модернизируемому товарному продукту.
4. Разработка и отладка технологического процесса изготовления нового продукта.
5. Проработка организации технологического процесса в пространстве и во времени.
6. Сдача технологического процесса в производственную эксплуатацию.

Все указанные стадии взаимосвязаны, выполняются в установленной очередности и должны планироваться в исполнении с учетом данного обстоятельства.

Стадии 1–3 реализуются в основном отделами маркетинга и исследований и разработок фирмы (если такой имеется в структуре предприятия). Часто у производственной фирмы отсутствуют возможности самостоятельного проведения необходимого комплекса работ этих стадий, и тогда они могут передаваться специализированным организациям на аутсорсинг.

Для успешной работы над новой продукцией часто формируются кросс-функциональные команды, состоящие из высококлассных разнопрофильных специалистов. Иногда к работе привлекаются потребители и поставщики, партнеры организации по бизнесу (как это было

при разработке «Boeing 777» когда в разработке самолета участвовали летчики и инженеры основных авиакомпаний, а также поставщики основных комплектующих и материалов). Планирование работы такой группы сводится к постановке цели ее деятельности и установлению сроков решения поставленной задачи. При этом сроки не являются жестко заданной величиной.

Стадии 4–6 призваны решить проблему определения состава операций обработки, очередности их исполнения при требуемом уровне характеристик товарного продукта. Реализацией этих стадий занимаются технологический отдел предприятия и технологические и производственные службы цехов. Иногда технология может быть куплена у разработчика и адаптирована к местным условиям эксплуатации.

В целом, планирование комплексной подготовки производства новой или модернизация выпускаемой продукции является весьма сложным делом в силу большой творческой составляющей в этом процессе, а следовательно, наличия вероятностного характера ожидаемого результата данной деятельности. Однако для повышения уровня определенности в управлении развитием такое планирование полезно. Проводят его с привлечением нормативной базы, опытно-статистических данных решения аналогичных задач на других предприятиях, а также экспертных оценок. При этом формируется сметная калькуляция — важнейший плановый документ, в котором фиксируются плановые расходы на подготовку производства в соответствии с указанными стадиями.

В силу важности временного фактора для обеспечения конкурентоспособности организации, стадии подготовки производства могут частично перекрываться во времени, что уменьшает общий срок выхода нового продукта на рынок.

4.3.2. Планирование обеспечения производственного процесса материально-техническими ресурсами

Планирование обеспечения производственного процесса материально-техническими ресурсами является важнейшей частью ресурсного вида планирования и реализуется подсистемой материально-технического обеспечения предприятия.

Подсистема материально-технического обеспечения на производственном предприятии решает следующие задачи:

- бесперебойная реализация производственного процесса;
- определение и хранение на складах минимально необходимых объемов всех видов материально-технических ресурсов для стабильной работы предприятия;

- организация хранения и учета материально-технических ресурсов на складах, их подготовка к потреблению в производстве;
- эффективная организация работы подсистемы материально-технического обеспечения.

Планирование материально-технического снабжения (МТС) производства ведется на базе следующих основных нормативов: номенклатура необходимых для производства материалов, технически обоснованные нормы расхода, планово-расчетные цены на материалы и их складские нормы хранения.

Номенклатура материалов — это их систематизированный перечень, содержащий основные характеристики каждой позиции.

Норма расхода материала — это максимальный обоснованный его расход на единицу выпускаемой продукции при имеющихся условиях производства. Технически обоснованная норма расхода материалов состоит из полезной массы материала, вошедшего в готовый товарный продукт, из невозвратных технологических потерь (например, металл, ушедший на образование окалины при нагреве), из потерь материала по организационно-техническим причинам (порча, утечки, испарения). Возвратные потери (например, отходы, используемые затем в другом технологическом процессе) или утилизируемые потери (т. е. поступающие во вторичную переработку) в норму расхода материала не включаются.

Нормы расхода материала могут определяться различными методами.

Аналитико-расчетный метод — норма расхода устанавливается путем расчета чистой массы материала в изделии и всех невозвратных потерь.

Экспериментальный метод — норма расхода устанавливается путем проведения практических экспериментов по изготовлению изделия.

Опытно-статистический метод — норма расхода устанавливается путем набора статистических данных о расходе материала (применяется, если сложно использовать первые два метода).

Планово-расчетная цена включает в себя цену производителя (при прямых поставках) или цену дилера, а также расходы, связанные с транспортировкой, упаковкой и обработкой материалов. Планово-расчетные цены используются при определении плановой себестоимости изделия.

Для бесперебойного обеспечения производственного процесса материально-техническими ресурсами на предприятиях создаются их запасы, складываемые на специальных площадках или в помещениях.

Следует учитывать, что наличие складских запасов повышает стабильность функционирования предприятия, но снижает его рентабель-

ность, так как по экономической сущности они являются связанными оборотными средствами. Кроме того, предприятие несет расходы, связанные с их хранением.

Структуру материального складского запаса можно проследить по модели, представленной на рис. 4.4.

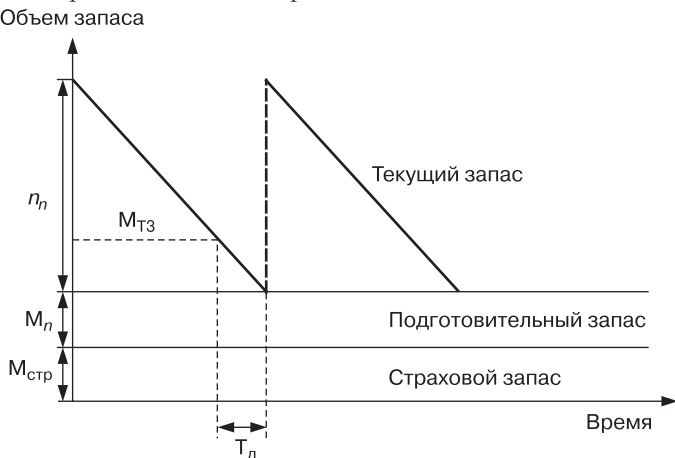


Рис. 4.4. Структурная модель складских запасов предприятия

Складские запасы состоят из *текущих*, расходуемых запасов. Они пополняются при поступлении на склад новой партии материала. Максимальная величина этого запаса равна партии поставки n_n .

Оптимальный размер партии поставки материала зависит от транспортных расходов (если их несет предприятие) и может быть определен по формуле

$$n_n = \sqrt{\frac{2M \cdot C_{тр}}{D_p \cdot C_x}}, \quad (4.1)$$

где M — годовая потребность в материале; $C_{тр}$ — условно-постоянная составляющая транспортных издержек на доставку материала; D_p — число календарных дней в году; C_x — среднегодовые расходы на хранение единицы материала.

Как следует из формулы, размер партии поставки материала возрастает при увеличении годовой потребности в нем M и росте транспортных издержек $C_{тр}$. Размер партии уменьшается при росте расходов на хранение материала C_x .

В складские запасы входят подготовительные запасы M_n , если материал требует времени на его подготовку к использованию в производ-

ственном процессе. Величину подготовительного запаса можно разделить по формуле

$$M_n = T_n \cdot M_d, \quad (4.2)$$

где T_n — время, необходимое на подготовку материала к использованию, дни; M_d — среднедневная потребность в материале.

Кроме того, элементом складского запаса является страховой запас $M_{\text{стр}}$, необходимый на случай непредвиденного сбоя в поставках. Его величина определяется как

$$M_{\text{стр}} = \Delta T \cdot M_d, \quad (4.3)$$

где ΔT — среднее ожидаемое время непредвиденной задержки поставки материала, дни.

Таким образом, максимальная величина запаса

$$M_{\text{max}} = n_n + M_n + M_{\text{стр}}, \quad (4.4)$$

Для планирования своевременной поставки материала необходимо определить «точку заказа» $M_{\text{т.з}}$ (рис. 4.4). Она определяется объемом материала на складе, достаточного для обеспечения производственного процесса до момента получения новой партии при сохранении страхового запаса

$$M_{\text{т.з}} = M_{\text{стр}} + M_d \cdot T_d, \quad (4.5)$$

где T_d — время исполнения заказа, дни.

Плановая потребность производства в материале упрощенно определяется как произведение обоснованных норм расхода на объем производства продукции по всем номенклатурным группам, т. е.

$$M_{\text{пл}} = \sum_i N_i \cdot H_i, \quad (4.6)$$

где i — номер номенклатурной группы; N_i — количество планируемых к выпуску изделий i -й номенклатурной группы; H_i — норма расхода на единицу продукции i -й номенклатурной группы; $M_{\text{пл}}$ — плановая потребность в материале.

4.3.3. Планирование производственного процесса

В рамках реализации функции оперативного планирования производства выделяют два основных вида планирования: объемное и календарное.

Объемное планирование связано с распределением годовой производственной программы предприятия по подразделениям, участвующим

в основном производственном процессе с разбивкой по кварталам и месяцам. В результате объемного планирования осуществляется рациональная загрузка производственных мощностей предприятия. При решении задач объемного планирования используются методы оптимального математического программирования.

Календарное планирование связано с календарной увязкой исполнения отдельных операций, изделий, сборочных единиц на конкретных рабочих местах или в структурных подразделениях. В процессе календарного планирования используются расчетно-аналитические методы, в том числе методы математического программирования, графические и сетевые методы построения графиков работы и т. д.

Деятельность различных производственных организаций характеризуется существенными индивидуальными особенностями, связанными с типом организации производства, объемами, номенклатурой, сложностью изделий и их габаритами и т. п. Это обусловило необходимость применения различных подходов к оперативно-производственному планированию или различных систем оперативного планирования.

Под *системой оперативного планирования* понимаются методика и техника исполнения функции оперативного планирования. Наиболее распространенными в машиностроении считаются, например, позаказная, комплектная и поддетальная системы.

Календарное планирование ведется на базе календарно-плановых нормативов (КПН). В работе [22, с. 358] дается следующее определение КПН: *календарно-плановые нормативы — это совокупность норм и нормативов по наиболее эффективной организации производственного процесса во времени и пространстве на основе рациональных принципов его организации.*

К основным КПН относят периодичность запуска в производство и размер партии запуска, длительность производственного цикла и опережений запуска и выпуска изделий, величина незавершенного производства и т. п. Каждая система оперативного планирования использует свой состав КПН, принятую планово-учетную единицу, дифференциацию временных периодов планирования, методы определения производственной программы и т. д.

Под *планово-учетной единицей* (ПУЕ) понимается первичный объект планирования и учета. В машиностроении это может быть деталь, сборочный узел, группа или комплект деталей, изделие в целом, комплекс определенных работ.

В **единичном производстве**, когда номенклатура изделий широкая, а объемы производства невелики, наиболее приемлемой является по-

заказная система планирования, планово-учетной единицей для предприятия принимается одно или несколько изделий одного наименования, а для цехов это может быть комплект деталей для сборки изделия.

При планировании объемов и календарных сроков производства в различных подразделениях предприятия строятся ленточные (цикловые) или сетевые графики согласования изготовления изделий во времени. По этим графикам определяется время опережения, по которому устанавливается дата запуска в производство каждой ПУЕ в производственных подразделениях. Под опережением понимается отрезок времени от момента выпуска готового изделия до момента запуска в производство сборочной единицы, комплекта деталей или детали, входящих в изделие на каком-либо этапе производственного процесса.

В **серийном производстве** номенклатура выпускаемых изделий относительно невелика, а их выпуск регулярно повторяется в течение планового периода. Стабильность производственного процесса выше, чем в единичном производстве. В этих условиях основной задачей является обеспечение равномерного, ритмичного выпуска продукции. Основными КПП в этих условиях являются размер партии, периодичность запуска в производство, длительность производственного цикла изготовления партии, время опережения, а также уровень незавершенного производства. В качестве ПУЕ используется комплект деталей, входящих в одно или несколько изделий с близкими конструктивно-технологическими и планово-организационными характеристиками.

Размер партии обработки может определяться двумя методами. Первый основан на соотношении временных характеристик, т. е.

$$n_{\min} = \frac{(1-a) \cdot t_{\text{из}}}{t_{\text{шт}}}, \quad (4.7)$$

где $n_{\min}$ — минимальная величина партии обработки, шт.; a — коэффициент допустимых потерь времени на переналадку оборудования при переходе с изготовления одного изделия на другое ($a = 0,03-0,10$ в зависимости от типа производства, меньшие значения соответствуют крупносерийному производству); $t_{\text{из}}$ — время на подготовительно-заключительные операции в производственном процессе; $t_{\text{шт}}$ — норма времени изготовления 1 шт. изделия.

Второй метод основан на соотношении затрат на переналадки оборудования и хранения заделов, имеющих разнонаправленную зависимость от величины партии (рис. 4.5).

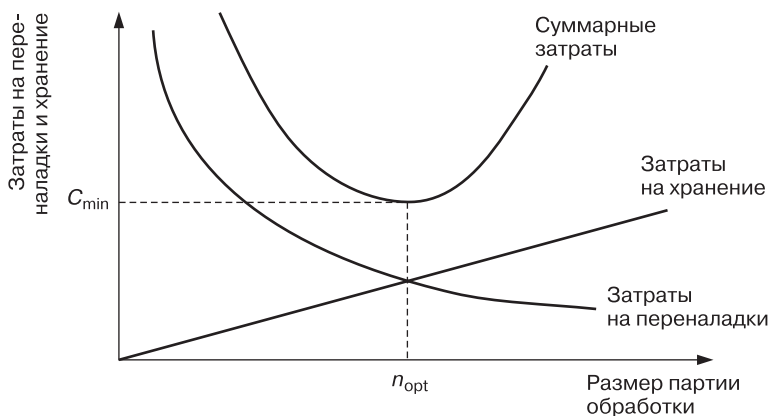


Рис. 4.5. Графическая модель определения размера партии обработки

Минимум на кривой суммарных затрат определяется первой производной при дифференцировании и соответствует формуле

$$n_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2N_{\Gamma}S_{\text{н}}}{S_{\text{д}} \cdot k_{\text{н}}}}, \quad (4.8)$$

где $n_{\text{опт}}$ — оптимальная величина партии обработки, шт; N_{Γ} — годовой объем выпуска изделий, шт.; $S_{\text{н}}$ — затраты на переналадки оборудования, руб.; $S_{\text{д}}$ — себестоимость изделия, руб.; $k_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент, учитывающий затраты на хранение (в среднем 0,2).

Периодичность запуска изделия в производство в течение планового периода, длительность производственного цикла и способы их расчета будут изложены в главе 5.

Величина *незавершенного производства* образуется изделиями, начатыми, но не завершенными в производстве. Это полуфабрикаты, лежащие на межоперационных складах, находящиеся на рабочих местах и в процессе транспортирования. По предприятию в целом нормативная величина незавершенного производства состоит из циклового (внутрицехового) задела $z_{\text{ц}}$ и складского (межцехового) задела $z_{\text{скл}}$.

Задел — это выраженное в натуральных единицах количество изделий, находящихся в процессе обработки.

Цикловой задел рассчитывается как

$$z_{\text{ц}} = \frac{n_j \cdot T_{\text{ц}j}}{R_j} = \frac{T_{\text{ц}j}}{r_j}; \quad (4.9)$$

$$R_j = n_j \cdot r_j; \quad (4.10)$$

$$r_j = F_d / N_j, \quad (4.11)$$

где j — наименование (номер) изготавливаемого изделия; $T_{цп}$ — длительность производственного цикла изготовления j -го изделия; R_j — ритм запуска (выпуска) в производство партии j -го изделия; r_j — ритм выпуска 1 шт. j -го изделия; F_d — действительный фонд времени работы оборудования; N_j — объем производства j -го изделия в плановом периоде; n_j — объем партии обработки j -го изделия.

Складской задел складывается из страхового запаса $z_{стрj}$ и оборотного задела $z_{обj}$ j -го изделия. Страховые заделы могут быть созданы заранее путем выпуска в каждом подразделении дополнительного числа полуфабрикатов.

Средний оборотный задел между двумя смежными цехами рассчитывается как

$$z_{обj} = \frac{n_{j1} - n_{j2}}{2}, \quad (4.12)$$

где n_{j1} и n_{j2} — объем партии обработки j -го изделия в цехе № 1 (поставщика) и цехе № 2 (потребителя) соответственно, шт.

Для разработки графиков оптимального производственного плана могут быть использованы оптимизационные математические методы, когда критериями оптимизации являются минимум незавершенного производства или максимум загрузки оборудования и сведение к рациональному минимуму времени на переналадку оборудования.

В **массовом производстве** имеет место ограниченная номенклатура изделий при больших объемах их производства. Для этих условий характерна подетальная система планирования. Объектом планирования является отдельная деталь, сборочная единица или изделие. В массовом производстве достигается высокий уровень ритмичности. Основные КПП рассмотрены в главе 5.

Уровень незавершенного производства определяется суммой технологического, транспортного и оборотного заделов, а также наличия страхового запаса.

Технологический задел — это начатые в производстве изделия, находящиеся в процессе обработки.

$$z_{тех} = \sum_{i=1}^I m_i \cdot k_i, \quad (4.13)$$

где m_i — количество одновременно обрабатываемых предметов труда на одном рабочем месте i -й операции; k_i — количество рабочих мест

на i -й операции обработки; I — общее число операций обработки в технологическом процессе.

Транспортный внутрилинейный задел — это количество изделий, находящихся в процессе перемещения с одной операции обработки на другую.

$$z_{\text{тр}} \cong (I-1)m_{\text{тр}(1-2)}, \quad (4.14)$$

где $z_{\text{тр}}$ — транспортный внутрилинейный задел; $m_{\text{тр}(1-2)}$ — среднее количество транспортируемых изделий на двух смежных операциях обработки.

Аналогично рассчитывается межлинейный транспортный задел.

Оборотный внутрилинейный задел возникает из-за разной производительности на смежных операциях обработки и может быть рассчитан по формуле

$$z_{\text{об}} = \frac{T_n k_i}{t_{\text{шт}i}} - \frac{T_n k_{i+1}}{t_{\text{шт}(i+1)}}, \quad (4.15)$$

где $z_{\text{об}}$ — оборотный внутрилинейный задел; T_n — период одновременного выполнения двух смежных операций обработки; k_i и k_{i+1} — число рабочих мест на i -й и $i+1$ операциях обработки; $t_{\text{шт}i}$ и $t_{\text{шт}(i+1)}$ — нормы штучного времени на i -й и $i+1$ операциях обработки.

Межлинейный оборотный задел может быть рассчитан по формуле

$$z_{\text{м}} = \frac{n_1 - n_2}{2}, \quad (4.16)$$

где n_1 и n_2 — объем партии предметов обработки на линии-поставщике и линии-потребителе соответственно, шт.

Страховой задел — это запас полуфабрикатов, предназначенный для их восполнения в случае незапланированного срыва в поставках.

Календарное планирование в массовом производстве осуществляется в соответствии с ритмом выпуска изделий. Такая система предусматривает выравнивание производительности, на всех операциях обработки планирование ведется от конца технологического процесса (от готового изделия) к его началу.

Глава 5. ОРГАНИЗАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

Организация производства изучает и определяет формы и методы рационального сочетания основных факторов производственного процесса, а именно людей, орудий и предметов труда, в пространстве и во времени.

Предмет труда — природное вещество, вещь или комплекс вещей, на которые человек воздействует в производственном процессе с целью придания им свойств, способных удовлетворить его актуальные потребности.

Средства труда — вещь или совокупность вещей, с помощью которых человек в процессе производства воздействует на предметы труда с целью придания им свойств, способных удовлетворить его актуальные потребности.

Рабочая сила — способность человека к труду, совокупность его физических и интеллектуальных данных, которые могут быть применены в производстве.

5.1. Основные принципы организации производственного процесса

Принципы организации производственного процесса (ОП) представляют собой исходные положения, на основе которых осуществляются построение, функционирование и развитие производственных систем. Принципы ОП отражают тенденции в развитии производственных систем, закономерности организации производства.

Производственный процесс представляет собой совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции, удовлетворяющей актуальные потребности населения или целевых групп.

Организация производственного процесса на основе принципов ОП оказывается, как правило, эффективной. Однако их использование не гарантирует автоматического достижения успеха. Дело в правильном, рациональном применении принципов.

К основным принципам организации производственного процесса относят:

Принцип параллельности — характеризуется тем, что отдельные операции и частичные технологические процессы выполняются одновременно. Совмещение отдельных элементов производственного процесса во времени позволяет сократить длительность производственного цикла изготовления продукции или оказания услуги. Оценка уровня параллельности в производственном процессе может быть рассчитана по формуле

$$k_{\text{пар}} = \frac{T_{\text{пар}}}{T_{\text{пр}}} \Rightarrow 1, \quad (5.1)$$

где $k_{\text{пар}}$ — коэффициент параллельности; $T_{\text{пар}}$ — трудоемкость операций или частичных процессов, выполняемых одновременно; $T_{\text{пр}}$ — длительность производственного цикла.

Принцип непрерывности заключается в том, что предмет обработки передается на следующую операцию обработки сразу же по завершении предыдущей операции, таким образом минимизируется время перерывов в работе оборудования и персонала. Сокращение перерывов в работе приводит к уменьшению длительности производственного цикла, позволяет повысить производительность труда. Оценку показателя непрерывности $k_{\text{непр}}$ можно сделать по формуле

$$k_{\text{непр}} = \frac{T_{\text{тех}}}{T_{\text{пр}}} \Rightarrow 1, \quad (5.2)$$

где $T_{\text{тех}}$ — длительность технологического цикла; $T_{\text{пр}}$ — длительность производственного цикла.

Принцип пропорциональности сводится к необходимости согласования отдельных рабочих мест, или частичных процессов, или основного, вспомогательного и обслуживающего процессов по производительности. Позволяет улучшить использование технологического оборудования, наладить ритмичное производство, способствует росту уровня непрерывности и параллельности. Показатель оценки пропорциональности $k_{\text{пр},j,j+1}$ можно рассчитать по формуле

$$k_{\text{пр},j,j+1} = \frac{t_{\text{шт},j} S_{j+1}}{S_j \cdot t_{\text{шт},j(j+1)}} \Rightarrow 1, \quad (5.3)$$

где $t_{шт\ i,j}$ и $t_{шт\ i,j+1}$ — штучные времена обработки i -го изделия на j -й и $j + 1$ операции (или частичном процессе) соответственно; S_j и S_{j+1} — количество рабочих мест, выполняющих j -ю и $j+1$ операции обработки соответственно.

Принцип ритмичности сводится к повторяемости исполнения операций технологического процесса, частичных процессов и производственного процесса через определенный период времени, т. е. ритмично. Позволяет повысить стабильность работы рабочих мест, производственных подразделений, предприятия в целом, повысить надежность предприятия как партнера. Показатель ритмичности $k_{ритм}$ может быть определен как

$$k_{ритм} = 1 - \frac{\sum_i (N_{пл_i} - N_{ф_i})}{\sum_i N_{пл_i}}, \quad (5.4)$$

где $N_{пл_i}$ и $N_{ф_i}$ — плановый и фактический выпуск продукции за определенный период времени.

Принцип прямоточности — сводится к перемещению предметов обработки с одной операции на другую по кратчайшему пути в соответствии с технологическим процессом. Возвраты на предыдущее рабочее место (или процесс) должны сводиться к минимуму. Позволяет сократить непроизводительные временные издержки, транспортные расходы, упрощается планирование производственного процесса. Показатель оценки прямоточности можно определить по формуле

$$k_{пр} = 1 - \frac{T_{пр}}{T_{пр}} \Rightarrow 1, \quad (5.5)$$

где $T_{пр}$ — длительность транспортных операций в производственном цикле.

Могут быть приведены и другие принципы ОП.

5.2. Методы организации производственного процесса

Методы организации производственного процесса — это совокупность организационно-технических приемов, способов сочетания факторов производства в пространстве и во времени.

Организация производственного процесса во времени характеризуется степенью его прерывности. Прерывность производственного процесса зависит от вида технологического процесса и характеристик продукции, типа организации производства, формы его организа-

ции. Вся продукция, выпускаемая производственными предприятиями, может быть разнесена в две большие группы: дискретная и неделимая [22, с. 93].

К дискретному виду продукции относят конструктивно сложные изделия, состоящие из элементарных составляющих, каждая из которых изготавливается по своему технологическому процессу. Например, автомобиль, металлорежущий станок, обувь, пальто или мебель.

Неделимая продукция на отдельные составляющие элементы не делится. Типовым примером неделимой в процессе производства продукции является продукция, находящаяся в жидком состоянии (расплавленный металл, нефтепродукты в процессе перегонки, жидкие химические вещества, подвергаемые химической реакции, вода в процессе ее очистки и обработки и т. п.). К неделимым относят некоторые полужидкие, вязкие продукты, находящиеся в процессе обработки (тесто в хлебопекарном производстве, лаки и краски). Последние после их разделения на отдельные порции, имеющие однородные характеристики, переходят в разряд дискретной продукции (тесто на хлебозаводе делят на порции, из каждой порции выпекается буханка хлеба).

С учетом прерывистости производственного процесса можно выделить три основных метода организации его во времени и пространстве: единичный, партионный и поточный.

Единичный метод организации производства — это метод организации изготовления широкой номенклатуры товарной продукции в единичном или небольшом числе экземпляров.

Использование этого метода предполагает универсальную машинную подсистему производственной системы предприятия, функциональную форму специализации производства и его единичный тип.

Производство дискретной продукции может быть организовано во времени и пространстве с использованием единичного метода при использовании прерывного (иногда полунепрерывного) технологического процесса. В полунепрерывных ТП одна часть производственного процесса выполняется непрерывно (приготовление теста на хлебозаводе), а другая часть — прерывисто (выпечка хлеба в формах).

Организация производственного процесса в пространстве сводится к размещению рабочих мест и оборудования в пространстве (планировке), формированию производственных участков, цехов, служб, имеющих пространственные границы.

При организации прерывистого технологического процесса с использованием единичного метода оборудование размещается, как правило, группами, однородными по конструктивно-технологическим призна-

кам. Например, группа токарных станков, группа хлебопекарных печей, группа станков для обработки крупногабаритных изделий и т. п.

Партионный метод — это метод организации изготовления ограниченной номенклатуры изделий относительно небольшими партиями, когда процесс их производства повторяется с определенной периодичностью. Машинная подсистема ПС предприятия при этом методе организации носит универсальный или специализированный характер, форма специализации может быть любая (зависит от характеристик продукции, технологии, мощности). Тип производства, как правило, серийный.

Партионный метод, так же как и единичный, используется при организации прерывного технологического процесса производства дискретной продукции. Иногда его используют в полунепрерывном процессе производства. Разница лишь в том, что в производство запускаются партии продуктов с определенной ритмичностью в течение планового периода. Однако такая разница обусловлена возможностью использования в ряде случаев поточных методов организации технологических процессов (например, организация групповых поточных линий).

Поточный метод — это метод организации производства, основанный на ритмичной повторяемости согласованных во времени и в пространстве операций технологического процесса обработки продуктов одного наименования или их небольшой номенклатуры, большого объема их выпуска в течение длительного периода времени. Машинная подсистема ПС предприятия носит специализированный или специальный характер, форма специализации целевая, тип организации производства массовый или крупносерийный.

Производство неделимой продукции реализуется только с использованием поточных методов организации непрерывных технологических процессов.

Размещение оборудования (рабочих мест) в пространстве ведется в соответствии и по ходу технологического процесса обработки продукции.

На выбор метода организации технологического процесса производства продукции оказывают влияние следующие основные факторы:

1. Размер и масса продукта. Чем крупнее продукт и больше его масса, тем сложнее организовать поточное производство.
2. Трудоемкость изготовления продукта. Чем выше трудоемкость продукта, тем более вероятно применение поточных методов организации. Так, на энергомашиностроительном предприятии могут изго-

тавливаются 3–4 турбины в год, но при их сборке используются так называемые стационарные поточные линии, на которых в пространстве перемещаются не изделия, а бригада рабочих, выполнив одну операцию обработки, переходит к другому изделию и т. д.

3. Объем производства продукции в плановом периоде (год, квартал, месяц, сутки). Чем больше объем, тем выше вероятность применения поточных методов организации технологического процесса.
4. Периодичность выпуска изделий. Чем выше регулярность, ритмичность выпуска изделий, тем больше вероятность использования поточного или партионного метода организации.
5. Номенклатура выпускаемых изделий. Чем шире номенклатура изделий, тем, как правило, ниже объемы их производства и тем менее вероятно использование поточного метода организации технологического процесса. Скорее всего, будет применен партионный или единичный метод.

5.3. Формы организации производственного процесса

Организация производственного процесса может осуществляться с использованием различных форм. К основным формам организации производства относят: концентрацию производства, его специализацию, кооперирование и комбинирование.

Концентрация производства — это форма организации производства, при которой осуществляется сосредоточение производственных мощностей в одном географическом месте, на одном предприятии или в одном подразделении. Оценку степени концентрации производства можно вести по рыночной доле предприятия (региона, подразделения); по его доле в общем объеме продаж предприятия (региона, подразделения); по стоимости основных фондов, сосредоточенных в регионе, на предприятии или в подразделении по отношению к их отраслевой стоимости; по относительной численности занятых в производстве работников в сравнении с числом занятых в отрасли.

Специализация производства — это форма организации производства, при которой регион, предприятие, подразделение предприятия концентрируется на одном или небольшом количестве видов деятельности, связанных с его ключевыми компетенциями. Под ключевыми компетенциями понимаются те виды деятельности, которые могут быть осуществлены предприятием с наивысшим уровнем качества и при минимальных затратах, т. е. эффективно. В России в промышлен-

ном производстве выделяют два вида специализации: целевую и функциональную.

Целевая специализация предполагает концентрацию предприятия (региона, подразделения) на производстве одного продукта, небольшого числа изделий или их частей. В рамках предприятия (региона, подразделения) формируется производственная база, состоящая из разнообразного оборудования, необходимого и достаточного для выполнения всех операций технологического процесса изготовления продукции. Кооперирование с другими субъектами сведено к минимуму.

Функциональная специализация (в России ее принято обозначать как технологическую специализацию) связана с сосредоточением предприятия (региона, подразделения) на исполнении однородных технологических процессов или использовании однотипного оборудования. При такой форме специализации в регионе, на предприятии или в подразделении реализуется одна технология, которая осуществляет лишь частичную обработку разнообразных продуктов. В качестве примера можно привести функциональные производственные участки машиностроительного предприятия, созданные по принципу общности основного оборудования (например, участок токарных станков) и занятые частичной обработкой разнообразных деталей машин. Выходит из такого подразделения (цеха, участка), как правило, полупродукт, требующий дальнейшей обработки в других подразделениях предприятия.

В чистом виде выделить предприятие с целевой или функциональной специализацией вряд ли возможно. Как правило, специализация носит смешанный характер, когда структурное подразделение имеет целевую специализацию, а его производственные участки — функциональную.

Целевая форма специализации характерна для массового или крупносерийного типа организации производства.

Функциональная форма наиболее приемлема для единичного и мелкосерийного типов организации производственного процесса.

Как следует из характеристики форм специализации, целевая форма ориентирована на производство конечного продукта (или нескольких однородных продуктов), в силу чего изменения в продуктовом портфеле должны обеспечивать сохранение существующей его однородности, т. е. такие изменения весьма ограничены. При этом различают предметную и поддетальную целевую специализацию. Поддетальная ее разновидность носит более глубокий характер, что еще более снижает гибкость производственной системы по отношению к динамике продуктового портфеля.

Функциональная специализация ПС ориентирована на процесс и по этой причине обладает большей адаптивностью к изменениям продуктового портфеля. Ее возможности по обработке большого числа продуктов существенно шире, чем при целевой специализации ПС.

В последние годы прослеживается отчетливая тенденция производителей уходить от массового производства, расширения номенклатуры выпускаемых продуктов с одновременным снижением объема производства каждого из них. Имеет место снижение протяженности ЖЦ продуктов, а следовательно, актуальна потребность в снижении протяженности производственного цикла. В силу нарастания ограниченности всех видов ресурсов все более значимой становится проблема их экономии в производстве, т. е. проблема роста эффективности ПС. В России эта проблема усугубляется относительно низкой платежеспособностью населения. Отсутствие обоснованной информации о тенденциях развития рынков, о направлении «вектора» такого развития на ближайшую перспективу приводит к стремлению руководства производственных предприятий обезопасить себя от неожиданных изменений рыночных предпочтений. Отчасти эта безопасность обеспечивается наращиванием гибкости ПС. Учитывая, что в целом ПС, построенные по целевому принципу, более эффективны, а функциональные — более адаптивны к изменениям внешней среды, имеет место стремление найти рациональное сочетание обеих форм специализации в производственных системах.

Информационная модель оценки основных форм специализации ПС по ряду характеристик представлена в табл. 5.1.

Как видно из информационной модели, сделать однозначные выводы о преимуществах той или иной специализации оказывается сложно. Целевая специализация обеспечивает высокую производительность ПС, функциональная — ее гибкость по отношению к динамике внешней среды.

Таким образом, параметр специализации носит для ПС, видимо, определяющий характер. Его рациональная величина должна быть определена, а сам параметр — измерен. Показателем оценки уровня специализации является доля специализированной продукции предприятия в общем объеме его товарной продукции.

Кооперирование — это форма организации производства, при использовании которой предприятие налаживает производственные связи с другими предприятиями, передавая им исполнение непрофильных функций, тем самым концентрируя имеющиеся ресурсы на развитии своих ключевых компетенций. Так, в начале XX столетия автомобиль,

Таблица 5.1. **Информационная модель оценки основных форм специализации**

№ п/п	Характеристика формы специализации	Форма специализации	
		целевая	функциональная
1	Относительная гибкость ПС	Низкая	Высокая
2	Возможность диверсификации	Отсутствует (низкая)	Имеется (высокая)
3	Относительная квалификация персонала	Низкая	Высокая
4	Характеристика оборудования	Специальное, специализированное	Универсальное
5	Возможность использования поточных методов организации ПС	Имеется (высокая)	Отсутствует (низкая)
6	Относительная длительность производственного цикла ($T_{пр}$)	Небольшая	Большая
7	Относительная степень использования оборудования (K_1)	Низкая	Высокая
8	Характер организационной структуры ПС	Иерархическая	Горизонтальная
9	Характерный тип организации производства	Массовый, крупносерийный	Единичный, мелкосерийный
10	Относительные расходы по переделу (себестоимость продукции)	Ниже	Выше
11	Относительная производительность производственного процесса	Высокая	Низкая
12	Синергия ПС	Высокая	Низкая

изготовленный на заводах Форда, на 100% состоял из элементов, произведенных внутри фирмы. Сегодня эта цифра не превышает 23%, остальные 77% комплектующих поставляются сотнями партнеров по кооперации. В России самый высокий уровень самостоятельной комплектации товарной продукции в автомобилестроении — на КамАЗе в 2003 г. он составлял около 73%.

Можно выделить внутрифирменный вид кооперации, когда отдельные подразделения специализируются на той или иной функции и в рамках внутрифирменного рынка предлагают свои услуги другим подразделениям предприятия.

Оценочными показателями уровня кооперации могут быть:

- отношение добавленной на предприятии стоимости товарной продукции к ее суммарной стоимости;
- удельный вес материалов и комплектующих, полученных предприятием от партнеров, по отношению к их общему количеству в товарной продукции;

- удельный вес в себестоимости продукции затрат, связанных с приобретением материалов и комплектующих у партнеров по кооперации.

Комбинирование — это форма организации производственного процесса, связанная с полным использованием как первичных, так и вторичных выходов процесса с целью комплексного, эффективного потребления исходных ресурсов. В рамках этой формы организации производства на каждом этапе преобразования входных ресурсов делается все необходимое для их полной утилизации, использования. Так, в бывшем СССР, на Качканарском горно-обогатительном комбинате (ГОК) при производстве меди после ее извлечения из руды в отвалы уходил концентрат, богатый многими сопутствующими металлами, в частности золотом. Используемый на ГОКе технологический процесс не предполагал комплексного, комбинированного использования рудного материала.

При реализации мартеновского процесса выплавки стали образуется большое количество тепла, выбрасываемого в атмосферу. С целью повышения эффективности процесса использования энергоресурсов на печи стали устанавливать котлы-утилизаторы, использующие вторичный выход процесса (тепло) для обогрева производственных и жилых помещений.

В машиностроительном производстве важной проблемой является комплексное комбинированное (более полное) использование исходных материалов, повышение коэффициента использования ($K_{им}$), определяемого как

$$K_{им} = Q_{изд} / Q_{исх}, \quad (5.6)$$

где $Q_{изд}$ — масса материала в одной штуке готового изделия; $Q_{исх}$ — масса исходного материала, использованного для производства 1 шт. изделия.

В рамках решения этой проблемы комбинируют производство нескольких разнообразных изделий при использовании одного и того же исходного материального ресурса. Так, при производстве корпусов батареек для наручных часов в процессе холодной штамповки образовывался отход металлической полосы, достигавший 40% (рис. 5.1).

Комбинация производства этих корпусов с часовыми стрелками (рис. 5.2) позволила поднять $K_{им}$, снизить величину отходов, повысить эффективность производственного процесса.

Результатом эффективного использования данной формы организации производственного процесса является безотходное производ-

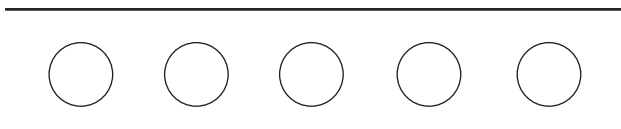


Рис. 5.1. Вырубка из полосы заготовок батарей для часов

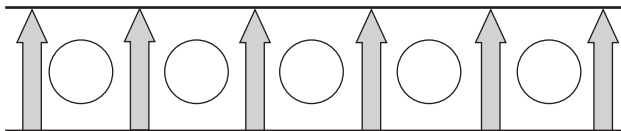


Рис. 5.2. Комбинирование в изготовлении двух продуктов

ство. В Японии уже сейчас успешно функционируют сельскохозяйственные фермы, отходы производства которых ничтожны. Все второстепенные выходы многообразных процессов являются входами (используются) других производственных процессов.

Показателями оценки уровня комбинирования могут служить:

- глубина использования исходных ресурсов;
- количество отходов и вредных выбросов в окружающую среду.

5.4. Производственный процесс на предприятии

Под производственным процессом понимают совокупность последовательных действий при реализации технологии, в результате которых материальные, энергетические, трудовые, информационные и другие виды исходных ресурсов преобразуются в готовый продукт, способный удовлетворить актуальные потребности общества.

Технологический процесс — это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предметов труда.

Относительно самостоятельная часть технологического процесса, обладающая спецификой и отличающаяся от других его частей, называется частичным технологическим процессом. Технологический процесс состоит из ряда последовательно исполняемых частичных процессов.

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, называется технологической операцией.

Технологический процесс имеет четко обозначенные входы и выходы и сопровождается материальными потоками. *Входы процесса* — это ресурсы всех видов, необходимые и достаточные для его осуществле-

ния и получения ожидаемого выхода. *Выходы технологического процесса* — это ожидаемый результат его реализации, товарные продукты (работы и услуги). Различают первичные и вторичные входы. *Первичные входы* поступают на начало процесса и представляют собой необходимые входные ресурсы. *Вторичные входы* образуются в течение технологического процесса с целью реализации его промежуточных операций. По аналогии различают первичные и вторичные выходы. *Первичные выходы* технологического процесса — это прямой ожидаемый результат, т. е. товарный продукт (работа или услуга). *Вторичный выход* — это побочный продукт технологического процесса, получающийся попутно с основным продуктом и не являющийся главной целью процесса. Схематично модель процесса может быть представлена следующим образом (рис. 5.3).

В технологическом процессе принимают участие различные агенты: исполнители процесса, его поставщики и клиенты. Одна из главных целей исполнителей технологического процесса — производство товарной продукции, способной удовлетворить актуальные потребности целевых групп потребителей (клиентов).

Поставщики технологического процесса обеспечивают его вход необходимыми ресурсами. Для них исполнители являются клиентами, а ресурсы поставки — товарной продукцией.

Различают следующие типы клиентов процесса: первичные, вторичные, косвенные, внутренние и внешние (рис. 5.3) [16, с. 95].

Первичные клиенты — это целевые группы потребителей, получающих первичные выходы технологического процесса (товарные продукты, работы, услуги).

Вторичные клиенты — это целевые группы потребителей, получающие вторичные выходы технологического процесса.

Косвенные клиенты — это группы потребителей, получающие первичные выходы, но в виде продукта переработки предшествующего в технологической цепи получателя, т. е. стоящие следующими в цепи его использования.

Внутренние клиенты — это пользователи выходов процесса, являющиеся членами данной организации.

Внешние клиенты — это пользователи выходов процесса, являющиеся представителями другой организации.

Потребителями называют конечных пользователей выходов технологического процесса.

Различают следующие виды технологических процессов: основные, вспомогательные и обслуживающие.

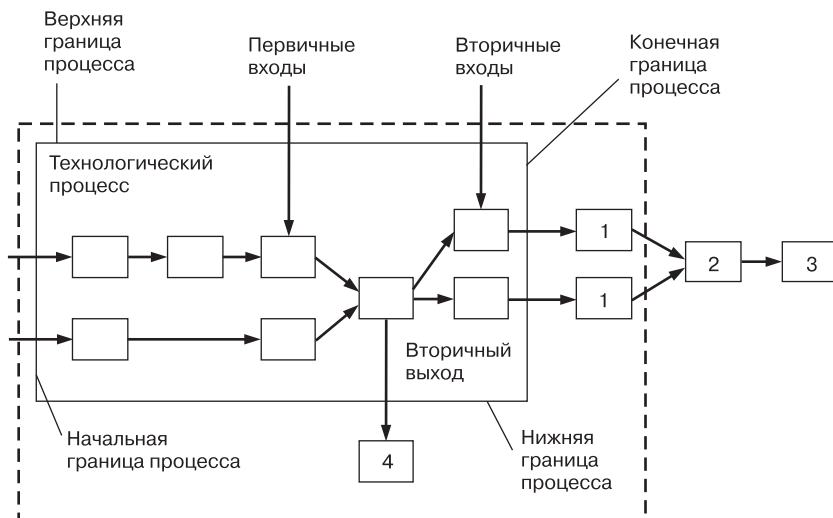


Рис. 5.3. Развернутая схема производственного процесса: 1 — первичный внутренний клиент; 2 — внешний косвенный клиент; 3 — внешний конечный потребитель; 4 — вторичный клиент

Основные технологические процессы — это процессы, связанные с формированием первичных выходов, т. е. с выпуском товарной продукции (работ и услуг) поставки.

Вспомогательные технологические процессы — это процессы, обеспечивающие нормальное функционирование основных производственных процессов. На машиностроительном предприятии это, например, технологические процессы, связанные с изготовлением необходимых инструментов и приспособлений для реализации первичного процесса.

Обслуживающие технологические процессы — это процессы, обеспечивающие нормальное функционирование основных и вспомогательных технологических процессов. На производственном предприятии это, например, технологические процессы, связанные с транспортным и складским обслуживанием, информационным обеспечением основного и вспомогательных процессов. Соответственно производственные подразделения, реализующие основные, вспомогательные или обслуживающие технологические процессы, называются основными, вспомогательными и обслуживающими.

По отношению к входам и выходам процессы делят на внешние и внутренние. К *внешним технологическим процессам* относятся процес-

сы, имеющие входы из внешней среды фирмы и (или) выходы в ее внешнюю среду.

К *внутренним технологическим процессам*, таким образом, можно отнести все процессы, осуществляемые целиком в рамках данной фирмы.

При исследовании технологических процессов важно определить их границы. Иногда сделать это бывает непросто. Начальная граница процесса определяется его первичными входами, конечная граница — первичными выходами. Верхняя граница технологического процесса определяется вторичными входами в него, а вторичные выходы процесса определяют его нижнюю границу (рис. 5.3).

5.4.1. Структура производственного процесса

Все виды производственных процессов (основные, вспомогательные и обслуживающие) могут быть разбиты на стадии. Стадия производственного процесса — это относительно обособленная его часть, связанная с использованием частичного технологического процесса.

Выделяют заготовительную, обрабатывающую и сборочную стадии заводского производственного процесса.

Заготовительная стадия связана с процессом изготовления заготовки будущего изделия или его части.

Обрабатывающая стадия связана с процессом превращения заготовки в готовый продукт или его элементарную составляющую.

Сборочная стадия связана с процессом формирования готового продукта из элементарных составляющих.

При реализации той или иной стадии используются специфические технологические процессы, отличающиеся как по содержанию, так и по характеру машинной подсистемы для их исполнения. Такой технологический процесс, как мы сказали ранее, называется частичным технологическим процессом.

По отношению к труду производственные процессы могут быть естественными, трудовыми и автоматическими.

Естественные процессы необходимы по технологии обработки продукции, но участие человека в них сведено к минимуму. Например, металл, прошедший термическую обработку в печи, должен охлаждаться с определенной скоростью. Это естественный процесс, участие человека в нем ограничено.

Трудовой процесс предполагает прямое участие человека в его осуществлении, когда человек через средства труда оказывает влияние на предмет труда, видоизменяя его или меняя его свойства. Если трудовой процесс связан с интеллектуальной деятельностью человека, то

предметом его труда является информация, а средством труда — его мозг, вычислительная и организационная техника.

Автоматические процессы предполагают использование средств труда с заранее заданной человеком последовательностью операций обработки, исполняемыми с ограниченным участием человека (лишь контрольные функции).

По характеру объекта производства можно выделить простые и сложные производственные процессы.

Простые производственные процессы состоят из последовательно выполняемых операций обработки на каждом предмете труда при преобразовании его в готовый продукт.

Сложные производственные процессы формируются из комплекса простых производственных процессов, согласованных во времени при изготовлении готового продукта из составляющих элементов.

5.4.2. Производственный цикл и его длительность

Производственный цикл — повторяющийся этап производственного процесса предприятия, связанный с изготовлением единицы продукции, исполнением единичной работы, оказанием единичной услуги.

Производственный цикл характеризуется продолжительностью во времени. *Длительность производственного цикла* ($T_{\text{пр}}$) — календарный период от момента запуска в производство исходных ресурсов до выхода из него готового товарного продукта (работы, услуги). Основными временными составляющими производственного цикла являются: время, затрачиваемое на исполнение технологического процесса ($T_{\text{тех}}$) преобразования исходных ресурсов в готовый продукт; время, затрачиваемое на межоперационные перерывы ($T_{\text{мо}}$), связанные с потерями времени по организационным причинам, выполнением транспортных, контрольных и складских операций, различием в производительности смежных рабочих мест и т. п.; время, затрачиваемое на осуществление элементов технологического процесса, протекающих в естественных условиях без прямого участия человека ($T_{\text{е}}$).

Таким образом

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{тех}} + T_{\text{мо}} + T_{\text{е}}. \quad (5.7)$$

Длительность производственного цикла является одним из показателей оценки эффективности производственного процесса. Сокращение $T_{\text{пр}}$ обеспечивает: возможность выпуска большего объема продукции в плановом периоде и получение эффекта масштаба; возможность занятия большей доли на рынке и обеспечения более устойчивой ры-

ночной позиции по отношению к конкурентам; ускорение оборачиваемости оборотных средств предприятия и получения в плановом периоде большего объема валовой прибыли; возрастание вероятности полного возмещения за ЖЦ продукта инвестированных в его создание и производство средств и получение прибыли; снижение уровня средств, связанных в незавершенном производстве и улучшение показателя рентабельности производства.

При производстве одного продукта длительность производственного цикла может быть рассчитана по формуле

$$T_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{шт}ij} + T_{\text{мо}} + T_{\text{е}}, \quad (5.8)$$

где i — наименование (шифр) изделия; j — наименование (номер) операции обработки в технологическом процессе; $t_{\text{шт}ij}$ — штучное время обработки i -го изделия на j -й операции; k_0 — число j -х операций обработки в технологическом процессе.

При обработке партии однородных изделий, состоящей из n штук, длительность производственного цикла определится как

$$T_{\text{пр}} = \frac{n_i \sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{шт}ij} \cdot k_{\text{из}}}{S_j} + T_{\text{мо}} + T_{\text{е}}, \quad (5.9)$$

где S_j — число рабочих мест, занятых исполнением j -й операции обработки i -го изделия; $k_{\text{из}}$ — коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительные операции, сопутствующие выполнению основных операций обработки (подналадка станка, выставление режимов обработки, получение и ознакомление с технической документацией, установка и снятие изделия со станка и т. п.).

В формуле (5.9), как правило, $t_{\text{шт}ij}$ имеет размерность, выраженную в минутах. Для расчета $T_{\text{пр}}$ эта размерность неудобна, следует произвести пересчет в часы и рабочие дни. Сделать это можно введением в формулу (5.9) коэффициента пересчета A :

$$A = 1 / (60 \cdot c \cdot d \cdot k), \quad (5.10)$$

где c — число рабочих смен в сутках; d — длительность одной рабочей смены, ч; 60 — делением преобразуем минуты в часы; k — коэффициент преобразования рабочих дней в календарные ($k \approx 0,7$ — учитывает возможное попадание в $T_{\text{пр}}$ праздничных и выходных дней и носит ориентировочный характер).

Тогда запись окажется такой

$$T_{\text{цр}} = A \cdot \left(\frac{n_i \sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{шт}ij} \cdot k_{\text{пз}}}{S_j} + T_{\text{мо}} + T_{\text{е}} \right) = \frac{1}{60 \cdot c \cdot d \cdot k} \left(\frac{n_i \sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{шт}ij} \cdot k_{\text{пз}}}{S_j} + T_{\text{мо}} + T_{\text{е}} \right). \quad (5.11)$$

Длительность цикла изготовления продукции может быть определена графически построением ленточного или сетевого графика выполнения производственного процесса.

5.4.3. Виды простых движений предметов труда в процессе обработки

При обработке в производственном процессе предметов труда могут быть использованы различные виды их движения в пространстве и во времени. Различают последовательный, параллельный и параллельно-последовательный виды простых движений.

Последовательный вид движения определяется тем, что партия предметов обработки не дробится на более мелкие партии (передаточные) или отдельные штуки, а обрабатывается полностью на каждой операции без перерывов, после чего вся партия передается для обработки на следующую операцию.

Последовательный вид движения целесообразно применять при небольших партиях обработки и непродолжительных операциях в мелкосерийном или единичном производстве при функциональной форме организации производства.

В качестве примера на рис. 5.4 приведен график последовательного вида движения трех предметов обработки на трех операциях.

Длительность технологического цикла при последовательном виде движения предметов труда в процессе обработки может быть определена по формуле

$$T_{\text{тех}i}^{\text{полн}} = n_i \cdot \sum_{j=1}^{k_0} \frac{t_{\text{шт}ij}}{S_j}, \quad (5.12)$$

где i — наименование (шифр) изделия обработки; j — номер операции обработки; $t_{\text{шт}ij}$ — штучное время обработки i -го изделия на j -й операции; n_i — объем производства i -го изделия, шт.; S_j — число рабочих мест, используемых на j -й операции; k_0 — число операций обработки в технологическом процессе.

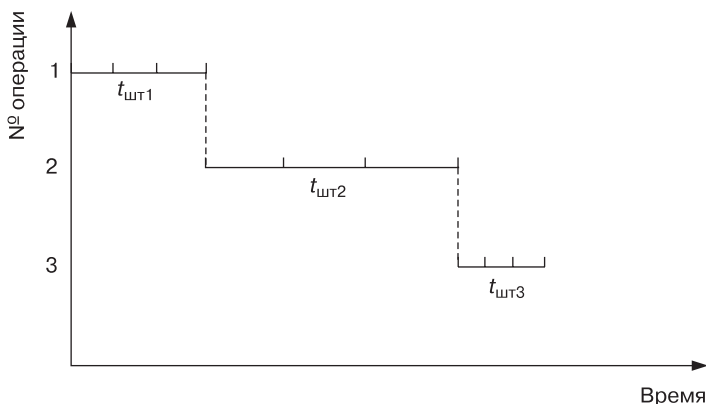


Рис. 5.4. График последовательного вида движения

Параллельный вид движения определяется тем, что с предыдущей операции на следующую операцию обработки предметы труда идут передаточными партиями или поштучно. При этом обработка каждой передаточной партии или штуки изделия ведется на всех операциях без перерыва, т. е. после завершения обработки на предыдущей операции предмет сразу же (без межоперационного пролеживания) передается на следующую операцию, где немедленно начинается его обработка.

Этот вид движения обеспечивает самый короткий технологический цикл производственного процесса, но при этом возможны перерывы в работе оборудования на всех операциях обработки, кроме самой длинной. Это обстоятельство снижает эффективность производственного процесса. Простои, как правило, невелики, что затрудняет дозатгрузку оборудования другими изделиями. Кроме того, имеет место рост транспортных издержек за счет увеличения числа транспортных партий, что также снижает эффективность процесса.

Целесообразно использовать параллельный вид движения предметов труда в случаях, когда рабочие места расположены по ходу технологического процесса, при целевой форме организации производственного процесса (предметная специализация) в серийном или массовом производстве. Опыт показывает, что этот метод эффективен в единичном и мелкосерийном производстве в условиях гибких автоматизированных производств (ГАП).

Пример графика параллельного движения предметов труда в процессе обработки представлен на рис. 5.5.

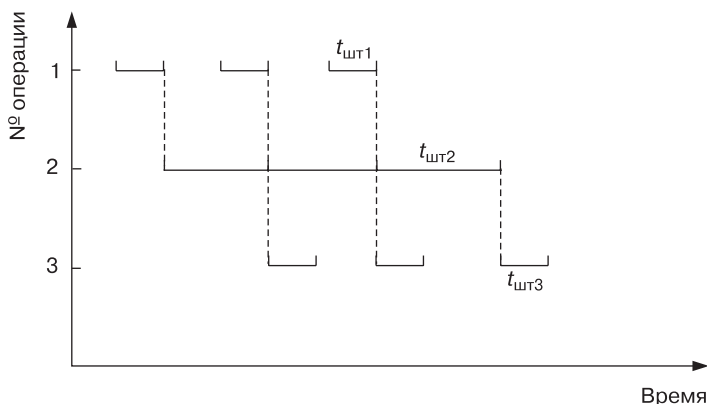


Рис. 5.5. График параллельного вида движения

Формула расчета длины технологического цикла оказалась такой:

$$T_{\text{тех}}^{\text{пар}} = p_i \sum_{j=1}^{k_0} \frac{t_{\text{шт}ij}}{S_j} + (n_i - p_i) \frac{t_{\text{шт}i}^{\text{дл}}}{S^{\text{дл}}}, \quad (5.13)$$

где p_i — размер передаточной партии, шт.; $t_{\text{шт}i}^{\text{дл}}$ — штучное время обработки i -го изделия на самой длинной операции; $S^{\text{дл}}$ — число рабочих мест, занятых на самой длинной операции технологического процесса.

Параллельно-последовательный вид движения определяется тем, что вся обрабатываемая партия предметов передается с операции на операцию целиком или передаточными партиями. Обработка партии на каждой операции ведется без перерывов, что улучшает условия эксплуатации оборудования по сравнению с параллельным видом движения. Длительность технологического цикла несколько выше, чем при параллельном виде, или равна ему.

Целесообразно использовать данный вид движения предметов труда в процессе обработки больших партий с большой продолжительностью операций обработки на прерывных поточных линиях при целевой форме организации в серийном и массовом производстве.

Пример графика для этого вида движения приведен на рис. 5.6.

Длительность технологического цикла при этом виде движения может быть рассчитана по формуле

$$T_{\text{тех}}^{\text{пар-посл}} = T_{\text{тех}}^{\text{посл}} - \sum_{z=1}^{k_0-1} \tau_z = n_i \sum_{j=1}^{k_0} \frac{t_{\text{шт}ij}}{S_j} - (n_i - p_i) \sum_{z=1}^{k_0-1} \frac{t_{\text{шт}i}^{\text{кор}}}{S^{\text{кор}}}, \quad (5.14)$$

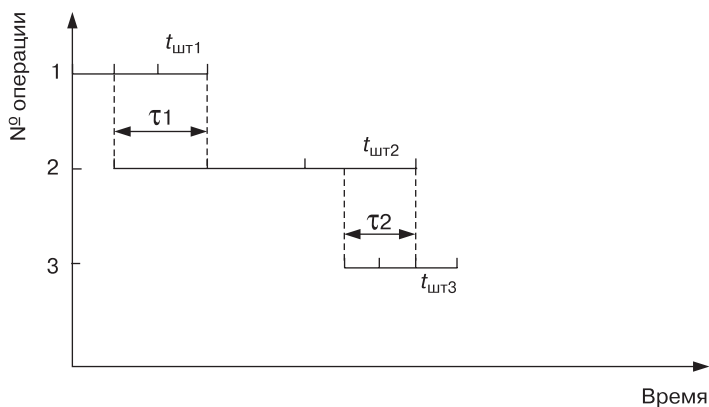


Рис. 5.6. График параллельно-последовательного вида движения

$$\tau_z = (n - p) \frac{t_{шт}^{кор}}{S^{кор}}, \quad (5.15)$$

где $t_{шт}^{кор}$ — штучное время обработки i -го изделия на короткой операции из двух смежных операций технологического процесса; $S^{кор}$ — число рабочих мест, занятых на короткой операции технологического процесса; z — число рассматриваемых смежных пар операций обработки ($z = 1 \div (k_0 - 1)$); τ_z — перекрытия двух смежных операций обработки.

5.4.4. Сложные виды движения предметов труда в процессе производства

Скоординированные во времени простые движения в процессе производства комплектующих элементов сложного изделия образуют сложный процесс движения в производстве.

При организации сложного процесса производства (например, сборочный процесс в машиностроении) могут применяться методы построения ленточных графиков или методы сетевого планирования и управления производственным процессом. Могут использоваться и табличные формы представления графиков движения предметов в процессе обработки.

Ленточные графики были предложены Г. Гантом и представляют собой временные отрезки, соответствующие той или иной работе, выполняемые в очередности, заданной технологией изготовления изде-

лия. Такой график строится в поле координат «время–наименование работы».

Сетевой график представляет собой систему событийных узлов, изображенных в виде кружочков, которые соединены направленными отрезками (векторами), характеризующих работы. События связаны с началом или окончанием той или иной работы (см. рис. 5.7).

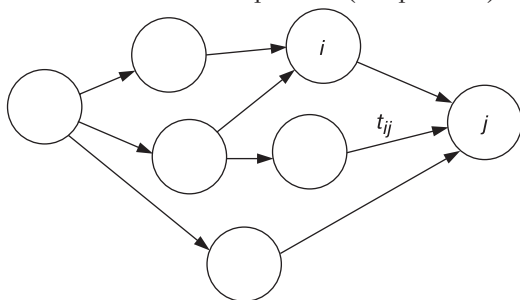


Рис. 5.7. Сетевой график сложной работы

Табличные графики представляют собой список исполняемых работ, который размещается в боковике таблицы, в ячейках которой (следовательно, и обозначения в шапке таблицы) размещается информация о продолжительности работы, времени начала и окончания, необходимых ресурсов и их количестве, исполнителях и т. д.

5.4.5. Факторы сокращения длительности производственного цикла

Современная внешняя среда организации отличается высокой динамикой, которая определяет темп организационного развития. Четко проявляется тенденция сокращения жизненных циклов продукции, что приводит к росту динамики изменений в продуктовом портфеле предприятий. Уменьшение длительности ЖЦ продуктов ужесточает требования сокращения длины производственного цикла. Сейчас длительность производственного цикла становится фактором конкурентоспособности предприятия, его выживания на рынке.

Анализ структуры $T_{\text{пр}}$ показывает, что можно выделить несколько направлений деятельности предприятия, способствующих сокращению производственного цикла, а именно:

- сокращение длительности технологического цикла $T_{\text{тех}}$;
- сокращение межоперационных перерывов в работе технологического оборудования $T_{\text{мо}}$;

- сокращение временных затрат на естественные процессы в производстве продукции T_c .

Сокращение длительности $T_{\text{тех}}$ может реализовываться различными путями.

1. Использованием поточных методов организации технологического процесса изготовления продукции. Однако реализация этого пути предполагает существенные ограничения, он наиболее приспособлен для массового типа организации производства, больших объемов производства и небольшой номенклатуры изделий.

2. Углублением специализации производственных подразделений. В этом случае можно говорить о целевой специализации, когда подразделение (или предприятие) ориентировано на выпуск конкретного конечного продукта и, накапливая производственный опыт, оснащая процесс специальным оборудованием и приспособлениями, повышает производительность процесса, реализует эффект масштаба, быстрее перемещается по своей кривой опыта и в итоге приобретает конкурентное преимущество.

Предприятие или подразделение может углублять свою функциональную специализацию, т. е. концентрировать внимание на технологии, на способе реализации технологии. И в этом случае оно в состоянии получить ноу-хау, повысить квалификацию персонала, реализующего технологический процесс, что приведет к росту производительности, повышению качества продукции и сокращению производственного цикла $T_{\text{пр}}$.

3. Комплексной автоматизацией и механизацией операций технологического процесса, координацией их исполнения с привлечением компьютерных технологий.

Использование такого подхода позволяет повысить производительность труда на операциях, где человек в силу своих физико-психологических характеристик этого сделать не может, совместить исполнение некоторых операций во времени (в том числе контрольных и транспортных), снизить количество и длительность транспортных операций, уменьшить подготовительно-заключительное время в производственном процессе. Все это приведет к уменьшению $T_{\text{тех}}$.

4. Повышением уровня технологичности изделия.

Под *производственной технологичностью* изделия понимают степень соответствия его конструкции, объемов производства производственно-технологическим условиям, имеющимся на предприятии или в его подразделениях. Технологичной можно считать только ту продукцию, которая удовлетворяет имеющейся технологии, машинной

подсистеме предприятия, квалификации его персонала, т. е. организация производства которой потребует минимальных затрат всех видов производственных ресурсов (если только предприятие не меняет свою миссию).

Эксплуатационная технологичность изделия проявляется в удобстве его эксплуатации конечным потребителем, сервисного обслуживания у потребителя. Эксплуатационная технологичность зависит от ремонтпригодности конструкции изделия, т. е. ее приспособленности к обнаружению и быстрому устранению возникших неисправностей и отказов в исполнении функций.

Рост технологичности изделия во многом зависит от уровня унификации и стандартизации его конструкции. Использование в изделиях унифицированных и стандартных элементов конструкции сокращает $T_{\text{тех}}$ тем больше, чем больше их доля в общем объеме элементов.

Таким образом, чем выше уровень технологичности изделия, тем меньше величина $T_{\text{тех}}$ и выше экономические характеристики производственного процесса в целом.

5. Разработкой и применением новых высоко эффективных технологий. В современных условиях наиболее активной частью производственного процесса становится технология. Изменения в технологии изготовления продукта способны резко сократить $T_{\text{тех}}$. Так, изменение технологии производства микрочипов оперативной памяти для ПЭВМ привело к резкому сокращению длительности $T_{\text{тех}}$ и снижению цены на них в десятки раз.

Возникновение новой технологии, основанной на открытии, изобретении, способно совершить революцию в производстве продукции, удовлетворяющей потребности населения или целевых групп, и сформировать новые потребности. При этом производительность процессов, как показывает мировое индустриальное развитие, всегда скачкообразно возрастает, т. е. снижается $T_{\text{тех}}$.

Сокращение межоперационных перерывов в работе технологического оборудования $T_{\text{мо}}$ — наиболее важная составляющая производственного цикла на российских предприятиях, так как часто формирует его основную часть. В машиностроении эта величина может достигать 40–60% от длительности производственного цикла. Она состоит из перерывов в работе, связанных с режимом предприятия (перерыв на обед, перерыв на пересменку, регламентированные перерывы на отдых и т. п.), пролеживанием полупродуктов на промежуточных складах в ожидании обработки или в процессе комплектации изделия. В этот элемент $T_{\text{пр}}$ входят временные потери организационного характера. Со-

крашение этой составляющей $T_{\text{пр}}$ может достигаться следующим образом.

1. Рациональным размещением оборудования в пространстве. При этом надо иметь в виду процессный характер планировки (размещения оборудования на площадях участка или цеха). В силу изменчивости продуктового портфеля уровень рациональности имеющейся планировки будет снижаться. В целях ее актуализации следует периодически производить перестановку оборудования, т. е. перепланировку подразделения в соответствии с текущим или планируемым состоянием продуктового портфеля подразделения или предприятия. Такая перепланировка должна снизить величину потерь времени на транспортные операции, связанные с передачей полупродуктов с одной операции обработки на другую, их возвратами на предыдущие рабочие места из-за несоблюдения принципа прямоточности и т. д.

2. Совмещением транспортных, контрольных и обрабатывающих операций во времени. Например, на металлургическом заводе используют радиационные дефектоскопы, встроенные в технологическую цепь, что привело к сокращению межоперационных потерь времени и $T_{\text{пр}}$ в целом.

Положительный эффект достигается от использования статистических методов контроля качества продукции и регулирования технологических процессов, когда сплошной контроль заменяется на выборочный. Время, затрачиваемое на контрольные операции, сокращается, что приводит к сокращению $T_{\text{мо}}$ и $T_{\text{пр}}$.

3. Сокращением нерегламентированных перерывов, связанных с аварийными простоями оборудования, невыходом на работу технологического персонала по разным причинам, прочими организационно-техническими потерями времени, что позволит снизить величину $T_{\text{мо}}$ и $T_{\text{пр}}$.

Сокращение временных затрат на естественные процессы в производстве продукции $T_{\text{е}}$ наименее управляемая составляющая производственного процесса. Так, например, если полученные металлические отливки должны пройти процесс старения (упрочнения металла за счет самопроизвольного изменения его структуры), то влияние человека на него весьма ограничено. Уменьшение длительности этого процесса возможно лишь с использованием новой, прогрессивной технологии (например, искусственное старение металла). Однако в таком случае следует проводить экономическое обоснование использования нового ТП, так как затраты на его осуществление могут превосходить выгоды, полученные от сокращения длительности производственного цикла.

Глава 6. ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

6.1. Основные понятия и определения

Производственная система (ПС) предприятия — это большая развивающаяся система, результатом деятельности которой является продукт, способный удовлетворять определенную потребность или систему потребностей общества или целевых групп населения.

Производственная система является социально-экономической системой (СЭС), так как важнейшим ее элементом является человек, а основная цель ее функционирования связана с извлечением экономических выгод (дохода и прибыли).

Социально-экономическая система обладает специфическими качествами. К ним относят [12]:

- изменчивость отдельных параметров и стохастичность ее поведения;
- уникальность и непредсказуемость поведения в конкретных условиях и вместе с тем наличие у нее предельных возможностей, определяемых располагаемыми ресурсами (их составом, количеством и качеством);
- способность противостоять разрушающим воздействиям, формируемым как во внешней среде, так и внутри системы;
- способность адаптироваться к изменениям внешней среды функционирования;
- способность перестраивать свои структуры с целью повышения эффективности деятельности и формировать варианты адекватного поведения на рынке;
- способность и стремление к формированию системы целей, повышающей определенность в ее хозяйственной деятельности.

Основными элементами ПС предприятия (ее подсистемами) являются:

- функциональная подсистема;
- подсистема управления;
- технологическая подсистема;
- машинная подсистема.

Базой, определяющей структуру каждой подсистемы, является продуктовый портфель производственного предприятия (или система целей его деятельности).

Взаимосвязь элементов ПС предприятия показана на рис. 6.1.

Продуктовый портфель производится путем реализации системы функций, которая воплощается в жизнь в результате использования технологий. Производственная технология реализуется машинной подсистемой предприятия.

Технология — это способ производства, включающий в себя ряд методов и приемов использования машин, оборудования и других технических средств (техники) для обработки сырья, материалов и полуфабрикатов при получении готовой продукции.

Термином «технология» обозначают также и научное описание способов производства работ.

Слово «технология» произошло от двух греческих слов: «техне» — «искусство, мастерство» и «логос» — «понятие, учение», следовательно, *технологией* называется и наука о наиболее эффективных и экономичных способах и процессах производства промышленных продуктов из природного и искусственного сырья. В наши дни технология

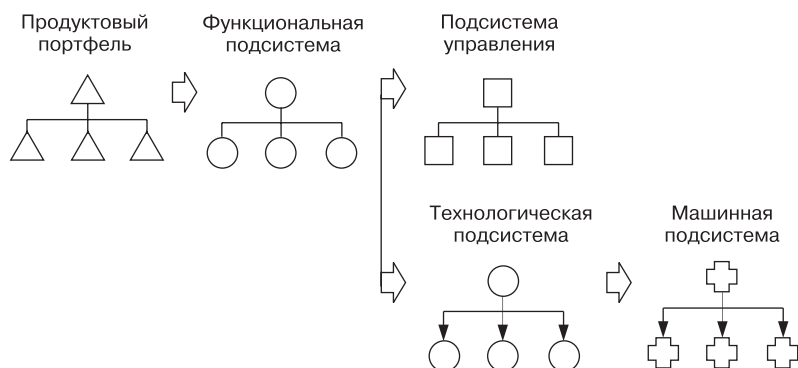


Рис. 6.1. Взаимосвязь основных элементов ПС предприятия

как наука о способах производства стала очень широкой и многообразной отраслью технических наук — она изучает и разрабатывает производственные способы получения и обработки всевозможных материалов, изготовления и сборки различных машин, сооружений, оборудования и т. д. [2].

Технология становится все более важной областью исследований экономической науки, так как рациональное использование всех видов ресурсов при производстве товарной продукции является неотъемлемым требованием, предъявляемым технологиям, и важнейшим критерием при выборе лучшей из нескольких альтернатив. Технология реализуется в технологическом процессе.

Как отмечалось в п. 5.4, **технологическим процессом** называют основную часть производственного процесса, непосредственно связанную с последовательным изменением состояния предмета обработки.

Технологический процесс имеет пооперационную разбивку.

Технологической операцией называется отдельная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и состоящая из соответствующих действий рабочих и оборудования над одним или несколькими совместно обрабатываемыми или собираемыми предметами труда. Рабочим местом принято называть участок производственной площади, оборудованный в соответствии с выполняемой на нем работой.

Определение оптимального способа и последовательности выполнения частичных технологических процессов и операций их исполнения является основной задачей проектирования.

Операции производственного процесса выполняются с помощью оборудования, т. е. техники. **Техника** — это искусственные целенаправленные материальные технические системы, применяемые человеком в производственной и непроизводственной деятельности для снижения трудоемкости, повышения производительности процессов производства материальных благ. **Техника** — это совокупность машин, оборудования, устройств, приборов, инструментов и других изделий производственного назначения. Техника в условиях производства непосредственно связана с технологией производства. Техника, используемая для реализации технологии, образует машинную подсистему производственной системы предприятия.

На предприятии может использоваться некоторое конечное число технологий, следовательно, и несколько различных машинных подсистем, их реализующих. Между этими технологиями и машинными подсистемами устанавливаются определенные взаимосвязи, которые мо-

гут характеризоваться **синергией**. Чем выше синергия, тем более высоким качеством обладает производственная система. В переводе с греческого языка синергия (*synergetikos*) означает совместный, согласованно действующий. Синергетический эффект — это эффект системности, когда формируемый системой эффект оказывается больше суммы эффектов, образуемых ее элементами, действующими отдельно.

Производственные системы могут образовывать эффект **эмерджентности**, когда система приобретает новые свойства, которые отсутствовали у ее элементов.

Применяемые на данном этапе развития общества технологии, машины и оборудование являются, в свою очередь, продуктом научно-технического прогресса.

Научно-технический прогресс — сложное и многообразное явление, затрагивающее различные сферы человеческой деятельности, и прежде всего процесс производства.

Научно-технический прогресс (НТП) в сфере производства означает непрерывное совершенствование технологий, орудий и предметов труда, источников энергии, а также организации и управления производством. Все указанные объекты являются элементами одной производственной системы, а следовательно, изменение одного из них вызывает необходимость совершенствования других. Таким образом, при изучении и разработке мероприятий, связанных с развитием производственных систем должен реализовываться системный подход.

Системный подход — правила и процедуры рассмотрения явлений, объектов природы, науки и техники как элементов, принадлежащих системе более высокого порядка, обладающих комплексом разнообразных взаимосвязей и взаимозависимостей.

Научно-технический прогресс — процесс постоянный, характеризующийся двумя способами развития: эволюционным и революционным. При эволюционном развитии технико-технологические средства производства совершенствуются равномерно. Однако со временем происходит постепенное накопление противоречий между технической базой производства («старой» технологией и техникой) и всё возрастающими потребностями общества в производстве материальных благ. В тех случаях, когда указанные противоречия достигают некоторого критического значения, ситуация разрешается ускоренным, скачкообразным, революционным способом. Этот этап научно-технического прогресса называют научно-технической революцией. Именно на понятии и сущности научно-технической революции Й. Шумпетер построил цикловую модель индустриального развития (см. п. 2.1).

6.2. Классификация технологий

Применяемые в сфере общественного производства технологии могут быть классифицированы по ряду признаков. Нами выделены десять основных признаков, по которым образованы классификационные группы технологий (рис. 6.2).

Дадим их краткую характеристику в соответствии с приведенной группировкой.

По сфере применения

- Производственные технологии — целенаправленный способ производства, характеризующий взаимоотношения между ресурсами различных видов в пространстве и во времени.
- Управленческие технологии — способ, методы и процедуры, технические средства, позволяющие разрабатывать альтернативы управленческих решений и осуществлять рациональный выбор из существующих альтернатив.
- Информационные технологии — способ сбора, обработки и передачи информации на основе современных компьютерных систем.
- Социальные технологии — совокупность приемов и процедур воздействия на отдельного человека и коллективы людей в интересах достижения определенных целей.
- Экологические технологии — целенаправленный способ производства, имеющий в качестве одной из основных целей существенное снижение массы, объема, концентрации материальных, энергетических, других загрязнений окружающей среды.
- Интегральные технологии — это технологии, реализующие два или более вида других технологий.

По степени радикальности

- Пионерные технологии — технологии, основанные на открытии.
- На основе изобретения, ноу-хау — технологии, построенные на изобретении или уникальном способе организации производственного процесса.
- Оригинальные технологии — технологии, являющиеся новыми для данного предприятия.
- Улучшающие технологии — технологии, позволяющие существенно улучшить качественные, стоимостные и другие параметры существующей технологии за счет более эффективного использования всех видов ресурсов, перехода на более дешевые виды ресурсов, более эффективную организацию производственных процессов в пространстве и во времени.

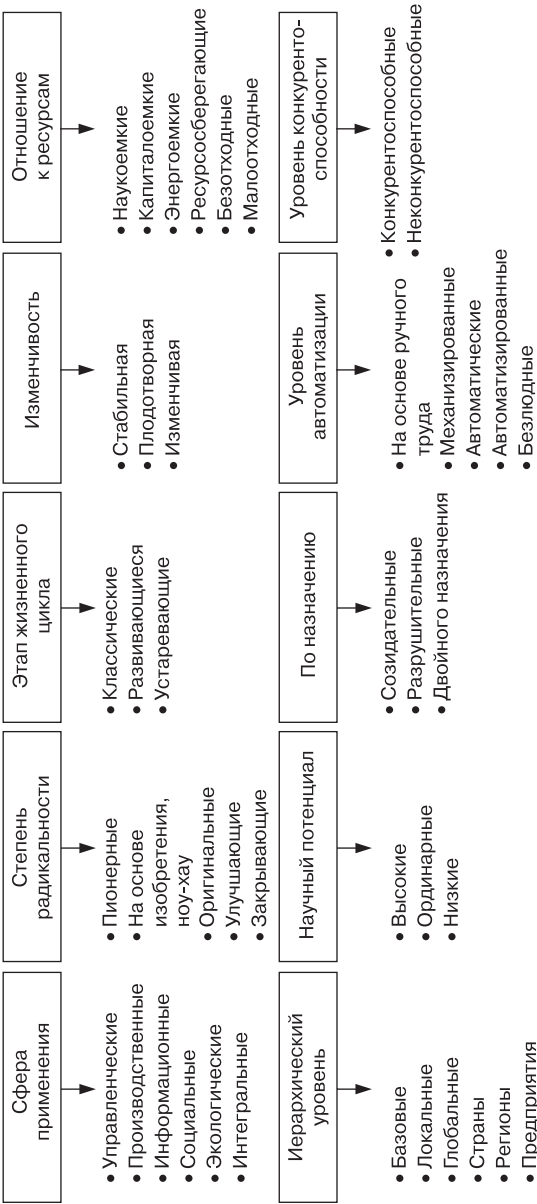


Рис. 6.2. Классификация технологий

- Закрывающие технологии — технологии, позволяющие удовлетворять те же потребности общества на более высоком уровне с меньшим количеством используемых ресурсов, чем базовые технологии.

По этапу жизненного цикла

- Классические технологии — технологии удовлетворения определенной системы потребностей общества, принятые в качестве основных на данном временном этапе научно-технического прогресса.
- Развивающиеся технологии (ключевые) — технологии, находящиеся в стадии роста.
- Устаевающие технологии — технологии, находящиеся в фазе стагнации, упадка.

По степени изменчивости

- Стабильные технологии — технологии, остающиеся в основном неизменными в течение всего жизненного цикла спроса [25].
- Плодотворные технологии — основные (базовые) технологии, сохраняющиеся длительный период, но позволяющие разрабатывать и производить сменяющие друг друга поколения продукции с улучшенными параметрами и более широким диапазоном применения [25].
- Изменчивые технологии — сменяющие друг друга технологические процессы, удовлетворяющие одну и ту же потребность общества на все более высоком уровне.

По отношению к ресурсам

- Наукоемкие технологии — технологии, построенные на базе большого объема научных знаний.
- Капиталоемкие технологии — технологии, требующие для своей реализации больших капитальных вложений.
- Энергоемкие технологии — технологии, потребляющие при эксплуатации большой объем разного рода энергетических ресурсов.
- Ресурсосберегающие технологии — экономичные технологии, позволяющая получить установленный результат при эффективном использовании всех видов ресурсов.
- Безотходная технология — комбинированное использование исходного сырья, полупродуктов при получении многочисленных результатов.

- Малоотходные технологии — комбинированное использование исходного сырья, полупродуктов при высоком уровне коэффициента их использования.

По уровню автоматизации

- Технологии на основе ручного труда — технологии, предполагающие использование в основном трудовых ресурсов при переработке исходного сырья и материалов в конечный продукт.
- Механизированные технологии — технологии, предполагающие широкое использование машин и механизмов в процессе переработки исходного сырья и материалов в конечный продукт.
- Автоматические технологии — технологические процессы, реализуемые машинной системой без прямого участия человека.
- Автоматизированные технологии — технологические процессы, реализуемые с применением современных компьютерных средств обработки данных и управляющих систем.
- Безлюдные технологии — технологические процессы, построенные на базе современных компьютерных систем управления и робототехники.

По иерархическому уровню

- Базовые технологии — технологии в данной отрасли народного хозяйства, принятые в качестве основных.
- Локальные технологии — технологии, имеющие ограниченное применение в отраслях народного хозяйства.
- Глобальные технологии — технологии, применяемые в большинстве стран мира в качестве основных.

По научному потенциалу

- Высокие технологии — технологии, построенные на результатах новейших научных разработок в различных областях естествознания.
- Ординарные (рядовые) технологии — технологии, используемые в различных отраслях народного хозяйства, находящиеся на стадиях зрелости или стагнации.
- Низкие технологии — морально устаревшие технологические процессы.

По назначению

- Созидательные — технологии создания материальных, духовных и иных ценностей.
- Разрушительные (деструктивные) — технологии уничтожения (разрушения) материальных, информационных, моральных и т. д. искусственных объектов и объектов природы.

- Технологии двойного назначения — технологии, предполагающие возможность использования как в военной (оборонной) промышленности, так и в гражданских отраслях народного хозяйства.

По уровню конкурентоспособности

- Конкурентоспособные технологии — технологии, обеспечивающие соотношение «качество продукта—производственные издержки», сопоставимое или лучшее по отношению к аналогичным продуктам конкурентов.
- Неконкурентоспособные технологии — технологии, не способные сформировать сопоставимое с конкурирующими продуктами соотношение «качество продукта—производственные издержки».

6.3. Технико-экономическое проектирование технологической подсистемы ПС предприятия

При технико-экономическом проектировании технологической подсистемы ПС предприятия необходимо иметь систему критериев оценки каждого конкретного технологического процесса, а также методику оценки всей технологической подсистемы ПС предприятия. Наличие оценочных критериев и методики позволят осуществить обоснованный выбор из существующих альтернатив. Основными критериями оценки технологических процессов, по нашему мнению, являются:

- издержки, связанные с воспроизводством технологии, ее содержанием и эксплуатацией;
- качество технологического процесса, являющееся комплексной характеристикой;
- синергетический эффект, образуемый данным технологическим процессом в производственной системе, и уровень синергии в технологической подсистеме в целом.

6.3.1. Оценка технологического процесса по издержкам

Применяемая предприятием для производства товарной продукции технология состоит из некоторого числа частичных технологических процессов. На крупных предприятиях машиностроения таких частичных процессов может быть несколько сотен. Упрощенно можно представить частичный производственный процесс как стадию обработки, и тогда весь производственный процесс может быть изображен в виде схемы (рис. 6.3). Эффективность всего производственного процесса товарной продукции зависит от эффективности частичных техноло-

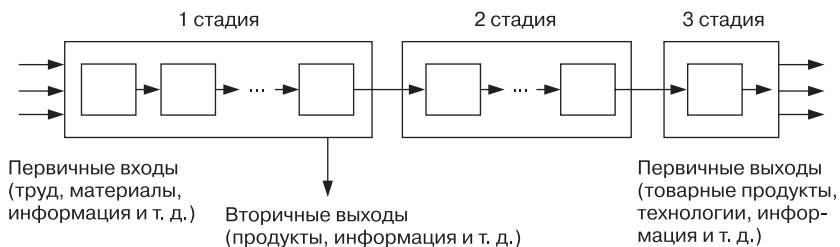


Рис. 6.3. Производственный процесс преобразования входных ресурсов в товары

гических процессов, их согласованности между собой и образуемого синергетического эффекта.

Изготовление продуктов, входящих в продуктовый портфель предприятия, может вестись с использованием различных частичных технологий, основанных на разных способах обработки полупродуктов. Для машиностроительной отрасли это и литейные технологии, и технологии, основанные на обработке металлов давлением, технологии резания, технологии электрофизической обработки металлов и т. д.

Таким образом, возникает задача формирования структуры технологического процесса, его синтеза. Решение этой задачи носит итерационный характер, т. е. осуществляется в несколько последовательных этапов, с постепенным уточнением содержания технологического процесса (ТП).

Первый этап такого проектирования связан с формированием принципиальной схемы технологического процесса, когда формируется последовательный перечень предполагаемых к использованию технологий изготовления элементов изделия, а именно: литейная технология, обработка металлов давлением, электрофизическая обработка и т. д. Таким образом, выходом из разработки является принципиальная схема технологического процесса, которая содержит укрупненные операции обработки по основным переделам.

Второй этап проектирования связан с уточнением технологического процесса путем наполнения каждой укрупненной операции совместным сочетанием частичных технологических процессов. При этом в рассмотрении участвуют все возможные совместные сочетания. Такие сочетания могут быть сформированы на основе каталога типовых вариантов частичных ТП по основным переделам при изготовлении продукции отрасли (подотрасли). Каталог частичных ТП должен быть сформирован специалистами-технологами фирмы. Множество частичных ТП определено и конечно. Наличие каталога позволяет

устанавливать так называемый обобщенный маршрут обработки объекта. Он будет включать в себя перечень основных операций обработки, характерных для данного класса, подкласса, группы, подгруппы и т. д. объектов производства. Такой перечень является упорядоченным и представляет собой набор типовых элементов для формирования как типовых технологических процессов, так и индивидуальных маршрутов. Таким образом, создается своеобразный «конструктор» типовых технологических элементов, из которых может быть сформирован технологический процесс производства заданной продукции.

Выявление совместных частичных технологических процессов удобно осуществлять, формируя парные матрицы. Если предположить, что для машиностроения частичные ТП совпадают со стадией производства, а таких стадий три: заготовительная, обрабатывающая и сборочная, то необходимо сформировать с помощью каталога матрицы

$$\langle \text{ТП}_i^{\text{заг}} - \text{ТП}_i^{\text{обр}} \rangle \text{ и } \langle \text{ТП}_i^{\text{обр}} - \text{ТП}_i^{\text{сб}} \rangle,$$

где $\text{ТП}_i^{\text{заг}}$, $\text{ТП}_i^{\text{обр}}$, $\text{ТП}_i^{\text{сб}}$ — частичные технологические процессы заготовительной, обрабатывающей и сборочной стадий производства i -го изделия соответственно.

В такой матрице каждая ячейка обозначает конкретную связку частичных ТП различных стадий производства. Если такая парная связка может существовать, т. е. частичные техпроцессы совместны, то в этой ячейке ставится «1» или «х», если связка не совместна, то проставляется «0» или «—», примеры таких матриц представлены в табл. 6.1 и 6.2.

По заполненным матрицам легко построить принципиальную схему технологического процесса для каждого продукта портфеля предприятия. Такая схема наиболее наглядно и полно реализуется в виде целевого дерева технологий (рис. 6.4).

Каждая «сквозная» технология изготовления продукта может быть оценена по издержкам, связанным с ее эксплуатацией.

Таблица 6.1. Парная матрица совместности « $\text{ТП}_i^{\text{заг}} - \text{ТП}_i^{\text{обр}}$ »

	$\text{ТП}_1^{\text{обр}}$	$\text{ТП}_2^{\text{обр}}$	$\text{ТП}_3^{\text{обр}}$	$\text{ТП}_4^{\text{обр}}$	...
$\text{ТП}_1^{\text{заг}}$	х	х		х	
$\text{ТП}_2^{\text{заг}}$		х	х		
$\text{ТП}_3^{\text{заг}}$	х			х	
$\text{ТП}_4^{\text{заг}}$	х		х		
...					

Таблица 6.2. Парная матрица совместности « $ТП_i^{обр} - ТП_i^{сб}$ »

	$ТП_1^{сб}$	$ТП_2^{сб}$	$ТП_3^{сб}$	$ТП_4^{сб}$	...
$ТП_1^{обр}$	x	x	x		
$ТП_2^{обр}$		x	x		
$ТП_3^{обр}$	x			x	
$ТП_4^{обр}$	x		x		
...					

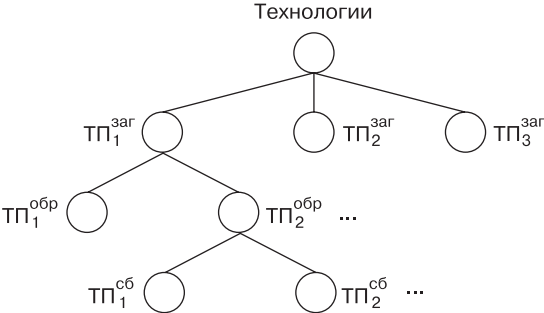


Рис. 6.4. Целевое дерево технологий

Заготовительная стадия может реализовываться, при относительно сходных результатах, следующими основными частичными технологическими процессами: литье заготовок, обработка металлов давлением (ковка, штамповка). В свою очередь, литье может вестись в песчаноглинистые формы (ПГФ), по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, в металлические формы (кокили), в металлические формы под давлением и др. Обработка металлов давлением может осуществляться в горячем и холодном состоянии. Горячая обработка может вестись методами свободнойковки, в подкладных штампах, штамповкой и др. Холодная обработка металлов давлением может быть листовой и объемной, но основное распространение она получила при листовой штамповке и на сборочных операциях, так как при объемной штамповке имеются ограничения по массе и габаритным размерам обрабатываемого изделия.

Обрабатывающая стадия может реализовываться при получении сравнительно однородных результатов на выходе из процесса следующими основными частичными технологическими процессами: обработкой резанием; электро-физическими методами обработки (напри-

мер, электроэрозионный метод); электро-химическими методами обработки (например, полирование); химическими методами обработки (например, обработка травлением); ультразвуковыми методами обработки и т. д.

Сборочная стадия может быть реализована с использованием различных организационных форм частичных технологических процессов, таких как групповая или поточная конвейерная сборка, по оснащенности технологического процесса может быть ручная сборка или с применением средств механизации и автоматизации и т. д.

Смысл предлагаемого анализа сводится к следующей ситуации: литье в ПГФ позволяет получить относительно дешевую литую заготовку по сравнению с точной заготовкой, полученной, например, объемной горячей штамповкой. Однако затраты на следующей обрабатывающей стадии производства на литой заготовке окажутся выше, так как величина припусков на обработку у нее выше, чем у штампованной заготовки. Больше и отход металла при обработке, затраты на обработку будут превосходить соответствующие затраты, связанные со штампованной заготовкой (есть и другие существенные отличия, например характер структуры металла заготовки, полученной обработкой давлением, лучше, чем у литой заготовки). Таким образом, необходимо решить проблему выбора рационального в данных условиях технологического процесса.

Анализ альтернативных технологий следует вести исходя из издержек, связанных с их реализацией, это:

- издержки на исходное сырье и материалы в расчете на единицу полезного эффекта (часто принимают на единицу продукции);
- издержки на содержание и эксплуатацию технологии, куда входят зарплата рабочих, издержки на технологические энергетические ресурсы, амортизационные отчисления по оборудованию и занятым площадям, затраты на обслуживание технологии инструментами и оснасткой, ремонтного обслуживания технологического оборудования процесса, издержки подготовительно-заключительного характера (настройки и наладки оборудования и т. п.).

Таким образом, по каждому частичному ТП могут быть рассчитаны приведенные затраты по формуле

$$Z_{\text{пр}} = C^{\text{пл}} + k_{\text{г}}^{\text{п}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где $Z_{\text{пр}}$ — приведенные затраты по варианту технологии; $C^{\text{пл}}$ — себестоимость реализации технологического процесса в плановом периоде (например, год), т. е. издержки, связанные с содержанием и эксплуата-

цией процесса; k_3^n — нормативный коэффициент эффективности (может быть принят равным $0,15 \div 0,2$); K — капитальные вложения в данный вариант технологии.

Первоначальные капитальные вложения K по варианту технологии образуются из балансовой стоимости используемого в технологическом процессе оборудования, затрат, связанных с его монтажом и пусконаладочными работами (иногда учитываются и другие работы, например строительные работы, если при монтаже потребовалось поднять крышу здания или устроить подъездные пути).

Удобным инструментом для синтеза альтернатив технологического процесса и последующего выбора лучшего варианта является построение целевого дерева технологий. Упрощенный пример такого целевого дерева приведен на рис. 6.5. Построение дерева ведется по ходу производственного процесса, разбитого на частичные технологические процессы. В условном примере, излагаемом ниже, разбивка осуществлена на три основные стадии: заготовительную, обрабатывающую и сборочную. Каждая из стадий может быть реализована с использованием различных технологий. Так, в условном примере на заготовительной стадии производственного процесса заготовка может быть получена литьем в песчано-глинистые формы (ПГФ), литьем в кокиль или горячей объемной штамповкой.

Аналогичное рассмотрение проводится и по остальным стадиям производства. В примере обрабатывающая стадия может реализовываться механической обработкой резанием, химической обработкой (например, травлением), а сборочная стадия может реализовываться как технологией ручной сборки, так и с привлечением механизации и автоматизации. По каждому технологическому процессу рассчитываются приведенные затраты, величина которых проставляется в верхних частях узлов древовидного графа (кружочках). Над дугами графа проставляются величины накопленных приведенных затрат, которые вычисляются как сумма затрат по всем предыдущим переделам при движении от корня дерева к его вершине. В нижней части узлов проставляются их номера. Накопленная величина приведенных затрат после последнего передела позволяет присвоить ранг технологии, соответствующей той или иной цепи дуг на целевом дереве.

Ранги заносятся в прямоугольные поля, образующие нижний слой целевого дерева, его вершину. Чем больше номер ранга, тем выше приведенные интегральные (накопленные) издержки по технологии и тем менее она привлекательна. Лучшей является технология, имеющая ранг, равный единице.

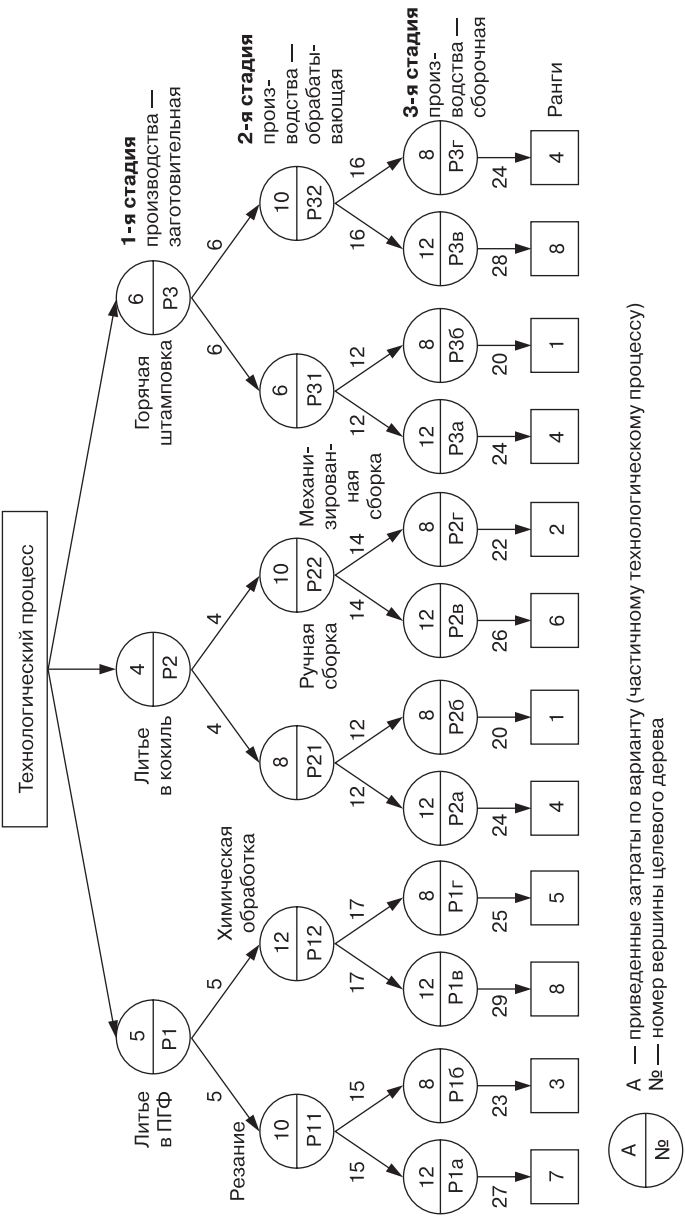


Рис. 6.5. Целевое дерево технологий

Общая схема реализации изложенного подхода к формированию и оценке систем совместных ТП представлена на рис. 6.6.

Другим удобным инструментом выбора варианта технологического процесса из альтернатив является «правило рычага», суть которого сводится к определению так называемой точки равновесия рычага, в которой сравниваемые варианты оказываются равноценными, следовательно, появляется возможность определить условия, когда один или другой вариант более предпочтителен (рис. 6.7). Для проведения такого анализа все издержки, связанные с реализацией вариантов, разносятся в группы постоянных и переменных издержек. Соотношение этих издержек

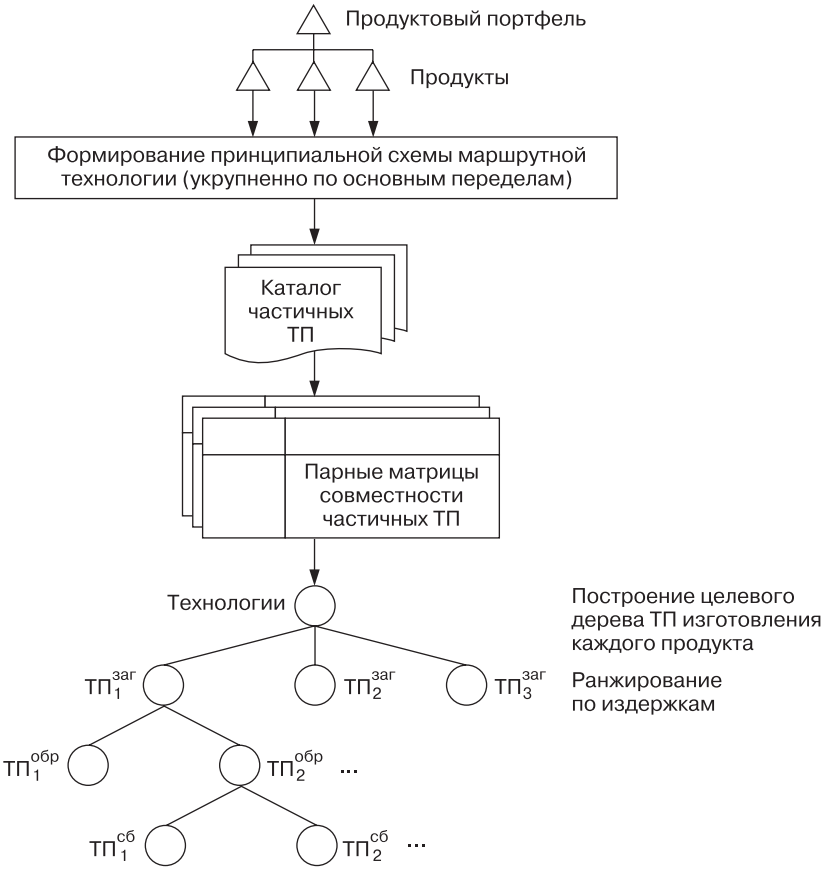


Рис. 6.6. Алгоритм построения принципиальной схемы ТП

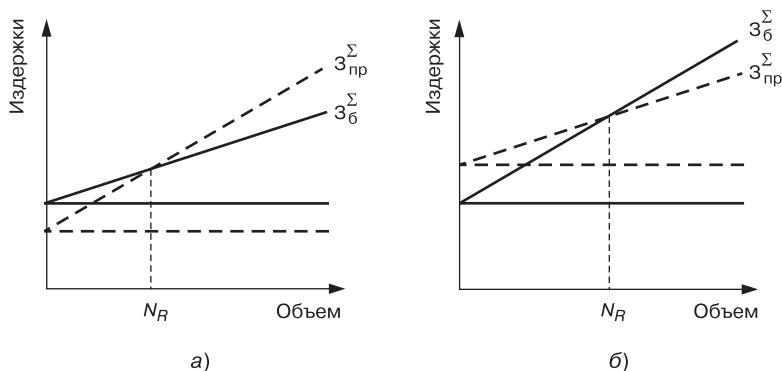


Рис. 6.7. Схема определения точки равновесия рычага

в их общем объеме формируют структуру издержек по рассматриваемым вариантам частичных технологических процессов. Возможны три варианта изменения структуры издержек:

- если по отношению к базовому варианту и постоянные, и переменные издержки в проектом варианте выше. Тогда проектный вариант уступает базовому, и от него следует отказаться;
- если по отношению к базовому варианту и постоянные, и переменные издержки в проектом варианте ниже. Тогда проектный вариант однозначно лучше базового и последний отвергается;
- если постоянные издержки выше, а переменные ниже или постоянные издержки ниже, а переменные выше, тогда следует воспользоваться правилом рычага для определения лучшего по издержкам варианта в данных конкретных условиях. Для дальнейшего рассмотрения примем следующие обозначения: $Z_{\text{баз}}^{\text{пост}}$, $Z_{\text{пр}}^{\text{пост}}$ — постоянная часть издержек по базовому и проектному вариантам соответственно; Z_6^{Σ} , $Z_{\text{пр}}^{\Sigma}$ — суммарные издержки по базовому и проектному варианту соответственно; N_R — точка равновесия рычага, объем производства, при котором варианты технологии равноценны по издержкам.

Таким образом, точка равновесия рычага есть объем производства, при котором суммарные производственные издержки по сравниваемым вариантам оказываются одинаковыми.

Тогда для точки N_R может быть построено балансовое уравнение, оно будет выглядеть так

$$Z_6^{\Sigma} = Z_{\text{пр}}^{\Sigma}$$

или

$$Z_6^{\text{пост}} + Z_6^{\text{пер}} \cdot N_R = Z_{\text{пр}}^{\text{пост}} + Z_{\text{пр}}^{\text{пер}} \cdot N_R, \quad (6.2)$$

после преобразования точка равновесия рычага окажется равной

$$N_R = \frac{Z_6^{\text{пост}} - Z_{\text{пр}}^{\text{пост}}}{Z_{\text{пр}}^{\text{пер}} - Z_6^{\text{пер}}}. \quad (6.3)$$

При этом в числителе или (и) знаменателе могут быть получены отрицательные числа, но N_R всегда положителен.

Таким образом (см. рис. 6.7), при объемах производства и реализации N , меньших N_R , в случае б) следует отдать предпочтение базовому варианту, а в случае а) — проектному. При объемах производства и реализации N больших N_R более предпочтителен в случае б) проектный вариант технологического проекта, а в случае а) — базовый вариант. Однако вариант технологического проекта, в котором доля постоянных издержек относительно выше, обладает более низкой ликвидностью, что является отрицательным моментом такой структуры издержек.

При числе вариантов ТП более двух: после сравнивания по издержкам первых двух ТП с очередным следует сравнивать лучший из них и т. д. В результате удастся отранжировать по издержкам все альтернативные ТП.

6.3.2. Оценка качества технологического процесса

Существует ряд характеристик технологического процесса, реализуемого той или иной машинной подсистемой, определяющих его качество. Часто такие характеристики носят превалирующий характер по отношению к другим его параметрам и могут иметь критический, разрешительный характер. В последние годы таким, например, является показатель экологичности технологии. Вопрос формирования перечня основных показателей качества воспроизводства в машинной подсистеме предприятия, технологического процесса и количественной их оценки является весьма важным. Иногда такие показатели определены и их количественные оценки удастся получить относительно легко, например экологичность технологии оценивается в том числе, объемом выбросов в атмосферу вредных веществ и их соотношением с предельно допустимыми нормами. Чаще же таких нормативов нет, а перечень основных параметров носит отрывочный, разрозненный характер и зависит от рода решаемой задачи. Все это говорит о сложности, непроработанности вопроса, в частности и из-за того, что пере-

чень таких параметров часто зависит от внешних по отношению к технологии факторов и определяется заинтересованной фирмой, администрацией региона или страны.

К основным оценочным параметрам качества реализации на данной машинной подсистеме технологического процесса нами предлагается отнести следующие:

1. *Экологическая чистота реализуемого технологического процесса.* Характеризует вредное воздействие на окружающую среду данного технологического процесса при его эксплуатации. Оценку экологической чистоты технологического процесса можно провести, используя формулу

$$K_{э,і} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_{э,і,j}} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \frac{\sum_{z=1}^m \frac{k_{z,іоп}}{k_{z,і}}}{m}}, \quad (6.4)$$

где $k_{э,і}$ — оценка экологической чистоты i -го технологического процесса; j — вид среды, которой технологический процесс наносит ущерб загрязнениями (атмосфера, гидросфера, литосфера); z — вид вещества, загрязняющего окружающую среду в ходе использования технологического процесса ($z \in 1 \div m$); $k_{z,і}$ — фактическое содержание z -го вещества, интенсивность или напряженность физического излучения или поля (ионизирующих, радиационных, тепловых излучений, шумов, вибраций, электромагнитных полей) в окружающей среде в ходе функционирования технологического процесса; $k_{z,іоп}$ — предельное допустимое содержание z -го вещества, предельная интенсивность или напряженность физического излучения или поля (ионизирующих, радиационных, тепловых излучений, шумов, вибраций, электромагнитных полей) в окружающей среде.

По полученным частным оценкам технологических процессов затем определяются их относительные оценки по формуле

$$K_{э,і}^{оп} = \frac{K_{э,і}}{K_{э,і\text{баз}}}. \quad (6.5)$$

В качестве базовой принимается лучшая по экологической чистоте из рассматриваемых технологий.

2. *Качество продукта на выходе из технологического процесса* характеризуется точностью размеров и геометрической формы продукции, получаемой на выходе из технологического процесса, чистотой обработки поверхностей и уровнем их волнистости, соответствием механических свойств изделия заданным величинам, единообразием раз-

личных свойств и исполняемых функций изделий на выходе, их устойчивостью в процессе эксплуатации технологии.

Количественные показатели строятся как отношение качеств и степеней точности, величин допусков на размеры изделий, полученных по проектной и базовой технологиям, как отношение величины шероховатости и волнистости поверхностей, обеспечиваемой проектной и базовой технологией

$$K_{m,i}^{\text{отн}} = \frac{T_{mi}}{T_{\text{баз},m}}, \quad (6.6)$$

где T_{mi} — оценка качества i -го технологического процесса по m -му параметру качества продукта (точность, шероховатость и т. д.); $T_{\text{баз},m}$ — оценка качества базового технологического процесса по m -му параметру качества продукта (точность, шероховатость и т. д.).

Оценки различных точностных показателей носят разнонаправленный характер, что должно учитываться при их использовании в интегральной оценке качества.

3. Коэффициент использования исходного сырья и материалов

$$K_{\text{им},i} = \frac{M_{\text{изд},i}}{M_{\text{исх},i}}, \quad (6.7)$$

где $M_{\text{изд},i}$ — удельное количество исходных сырья и материалов, расходуемых при производстве одного изделия по i -му технологическому процессу; $M_{\text{исх},i}$ — масса исходных сырья и материалов в готовом изделии.

Этот показатель характеризует эффективность использования исходных материалов, глубину их переработки при реализации i -го технологического процесса. Чем выше показатель, тем выше уровень качества процесса.

$$K_{\text{им}}^{\text{отн}} = \frac{K_{\text{им},i}}{K_{\text{им, баз}}},$$

где $K_{\text{им}}^{\text{отн}}$ — относительный показатель использования материалов

4. Производственная мощность машинной подсистемы ПС предприятия, осуществляющая технологический процесс, — максимальный объем выхода из технологического процесса за определенный период времени при эффективном использовании основных фондов процесса (оборудования, зданий и сооружений и т. д.). В качестве оценочного показателя можно использовать величину отношения эффективной мощности i -го технологического процесса к эффективной мощности базового процесса, рассчитываемую по формуле

$$K_{\text{м}}^{\text{опн}} = \frac{M_{\text{э},i}}{M_{\text{э,баз}}}, \quad (6.8)$$

при этом эффективная мощность рассчитывается как [14]:

$$M_{\text{э},i} = \frac{M_{\text{ож},i}}{M_{\text{пр},i}}, \quad (6.9)$$

где $M_{\text{э}}$ — эффективная мощность, представляет собой максимальную мощность, которую фирма может достичь при данном наборе продуктов, принятой системе организации и планирования производства, используемых стандартов качества; $M_{\text{ож},i}$ — ожидаемая мощность i -го технологического процесса; $M_{\text{пр},i}$ — проектируемая мощность i -го технологического процесса.

Чем выше показатель, тем выше качество процесса.

5. Количество относительно самостоятельных стадий технологического процесса (в пределе — количество используемых в ТП машин и оборудования).

Этот показатель носит неоднозначный характер. С одной стороны, чем больше стадий в технологическом процессе обработки, тем, как правило, длиннее цикл, тем относительно ниже производительность процесса. С другой стороны, чем больше стадий в процессе выполняется, тем выше готовность товарного продукта на выходе. Будем считать, что при одинаковой готовности продукта на выходе из процесса показатель носит понижающий характер, т. е. чем он больше, тем ниже качество процесса. Оценку показателя можно рассчитать по формуле

$$K_{\text{стад}}^{\text{опн}} = \frac{C_i}{C_{\text{баз}}}, \quad (6.10)$$

где C_i и $C_{\text{баз}}$ — число стадий в i -м и базовом технологическом процессе соответственно.

6. *Фондоотдача основного капитала*, сосредоточенного в технологическом процессе. Может быть рассчитана по соотношению

$$K_{\text{фонд}}^{\text{опн}} = \frac{H_i}{H_{\text{баз}}}, \quad (6.11)$$

при этом

$$H_{i(\text{баз})} = \frac{Q_{i(\text{баз})}}{\Phi_{i(\text{баз})}}, \quad (6.12)$$

где H — уровень фондоотдачи основного производственного капитала, сосредоточенного в технологическом процессе (i -м и базовом соответ-

ственно); $\bar{\Phi}_{i(\text{баз})}$ — средняя за период стоимость основных производственных фондов, сосредоточенных в i -м (или базовом) технологическом процессе; $Q_{i(\text{баз})}$ — результат производства (объем производства продукции, руб.) при использовании i -го (или базового) технологического процесса соответственно.

Чем выше показатель, тем выше качество процесса.

7. Показатель использования производственных площадей при организации машинной подсистемы в пространстве. Может быть определен по формуле

$$K_{\text{пл}}^{\text{отп}} = \frac{K_{\text{пл},i}}{K_{\text{пл},\text{баз}}}, \quad (6.13)$$

при этом

$$K_{\text{пл},i(\text{баз})} = \frac{S_{\text{зо},i(\text{баз})}}{S_{\text{пр},i(\text{баз})}}, \quad (6.14)$$

где $K_{\text{пл}}^{\text{отп}}$ — относительный показатель использования производственной площади; $K_{\text{пл},i(\text{баз})}$ — показатель использования производственной площади i -м (или базовым) технологическим процессом; $S_{\text{зо},i(\text{баз})}$ — производственная площадь, занятая оборудованием i -го (или базового) технологического процесса; $S_{\text{пр},i(\text{баз})}$ — общая площадь, занятая i -м (или базовым) технологическим процессом.

Чем больше показатель, тем выше качество ТП.

8. Показатель относительной концентрации операций на одном рабочем месте (машине). Характеризует отношение среднего числа операций i -го технологического процесса, выполняемых на одном рабочем месте, машине, единице оборудования к аналогичному показателю базового процесса.

$$K_{\text{конц}}^{\text{отп}} = \frac{K_{\text{конц},i}}{K_{\text{конц},\text{баз}}}, \quad (6.15)$$

при этом

$$K_{\text{конц},i(\text{баз})} = \frac{K_{\text{о},i(\text{баз})}}{S_{i(\text{баз})}}, \quad (6.16)$$

где $K_{\text{о},i(\text{баз})}$ — число операций обработки в i -м (или базовом) технологическом процессе соответственно; $S_{i(\text{баз})}$ — количество рабочих мест, машин, единиц оборудования i -го (или базового) технологического процесса, работающих относительно самостоятельно по выполнению заданного числа операций обработки.

Чем выше концентрация операций, тем ниже потери процесса по организационным причинам, транспортные издержки и т. д. и тем выше качество ТП.

9. *Показатель эксплуатационной долговечности машинной подсистемы* определяется периодом ее эксплуатации, на протяжении которого процесс обеспечивает экономически обоснованные издержки на свое содержание и эксплуатацию. Таким образом, долговечность машинной подсистемы, с одной стороны, лимитируется сроком морального и физического устаревания как используемого оборудования, так и способа обработки предметов труда, а с другой — размерами издержек на восстановление и поддержание эффективной работоспособности процесса.

Показатель долговечности технологического процесса может быть оценен как отношение обоснованного срока эксплуатации машин и оборудования $T_{i,o}$ к обоснованному сроку эксплуатации базовых образцов технологического оборудования $T_{баз,o}$, например, наиболее распространенного в данное время, находящегося на последних стадиях своего ЖЦ, т. е.

$$K_{д}^{оп} = \frac{T_{i,o}}{T_{баз,o}}. \quad (6.17)$$

Чем больше показатель, тем выше качество ТП.

Обоснованный срок эксплуатации машин и оборудования T_o может быть определен с использованием следующего подхода. Все издержки по эксплуатации и содержанию системы машин, на которой реализуется технологический процесс, могут быть разнесены в три группы.

1. Издержки, связанные с приобретением этой системы машин и технологической документации, т. е.

$$З_1 = A = C_{маш} - C_{ост} + C_{док}, \quad (6.18)$$

где $C_{маш}$ — балансовая стоимость машинной системы технологического процесса; $C_{ост}$ — остаточная стоимость машинной системы; $C_{док}$ — стоимость приобретения или разработки технологической документации по процессу.

2. Текущие эксплуатационные издержки B в плановом периоде (например, год) на содержание и эксплуатацию технологической машинной системы, которые остаются относительно неизменными в течение всего периода T ее эксплуатации, т. е.

$$З_2 = B. \quad (6.19)$$

3. Прогрессирующие издержки в T -м году, связанные с нарастанием физического износа машинной системы, ростом расходов на ее ре-

монт и содержание. Последние могут быть описаны показательной функцией

$$Z_3 = b^T - 1, \quad (6.20)$$

где T — год эксплуатации технологического процесса (машинной системы); b — основание показательной функции, характеризующее скорость нарастания эксплуатационных издержек, связанных с износом машин и оборудования. Параметр b определяется эмпирическим путем и зависит от условий эксплуатации машинной системы, темпов морального устаревания технологии и т. п.

Тогда общие издержки за весь период эксплуатации технологического процесса окажутся равными

$$Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 + Z_3 = A + B \cdot T + b^T - 1. \quad (6.21)$$

Отказ от эксплуатации старой машинной системы, а значит и от старого технологического процесса будет обоснован тогда, когда издержки на ее поддержание в рабочем состоянии окажутся соизмеримыми с объемом инвестиций в приобретение новой технологии и новой машинной системы, ей соответствующей. С учетом нормативного (желаемого) срока K возврата инвестированных в новый технологический процесс средств окажется справедливой запись

$$B + b^T - 1 = I/K. \quad (6.22)$$

Обоснованные срок эксплуатации технологического процесса определится после простых преобразований

$$b^T = I/K + 1 - B; \lg b^T = \lg (I/K + 1 - B); \lg b^T = \lg (Z); T = \lg Z / \lg b. \quad (6.23)$$

Графическое решение этого уравнения при условных значениях постоянных составляющих равных $I = 10$ тыс. ден. ед., $B = 3$ тыс. ден. ед., $K = 2$ года и интенсивности нарастания затрат, связанных с износом $b = 2$ представлено на рис. 6.8.

10. *Показатель надежности машинной подсистемы.* Надежность машинной подсистемы — это комплексная характеристика, основными параметрами которой, видимо, следует считать стабильность результатов на выходе из процесса, а также безотказность работы машинной подсистемы, на которой процесс реализуется, в течение определенного (межремонтного) периода.

Относительный показатель надежности машинной системы технологического процесса может быть определен как отношение времени наработки на отказ i -го технологического процесса к этой характеристике базового технологического оборудования, т. е.

$$K_{\text{надеж}}^{\text{опн}} = \frac{T_{\text{опказ},i}^{\text{ср}}}{T_{\text{опказ},б}^{\text{ср}}}, \quad (6.24)$$

где $T_{\text{опказ},i(б)}^{\text{ср}}$ — среднее время безотказной работы i -го и базового технологических процессов соответственно (как правило, межремонтный период).

Чем больше показатель, тем выше качество ТП.

Для формирования **сводной оценки качества** технологического процесса по всему множеству количественных показателей качества может быть использована аддитивно-мультипликативная модель вида

$$Y_i = \sum_{q=1}^Q k_q \cdot K_{q,i}^{\text{опн}}, \quad (6.25)$$

где $K_{q,i}^{\text{опн}}$ — количественное значение относительного показателя качества i -го технологического процесса по q -му фактору; k_q — весовой коэффициент значимости q -го фактора ($\sum_{q=1}^Q k_q = 1$); Y_i — сводная оценка качества технологического процесса.

Существенную трудность при этом представляет определение весовых коэффициентов. Возможным способом определения этих коэффициентов является экспертный метод парных сравнений. Процедуру формирования системы весовых коэффициентов факторов качества технологических процессов следует проводить с особой тщательностью, так как при использовании предложенной модели низкий уровень одних показателей может компенсироваться высоким уровнем других.

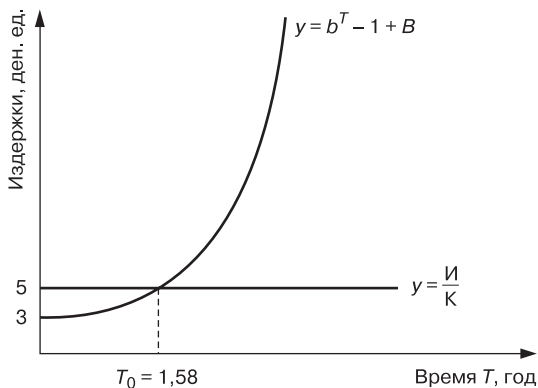


Рис. 6.8. Схема графического определения обоснованного срока эксплуатации технологического процесса

Например, низкая надежность машинной подсистемы, реализующей технологический процесс, может компенсироваться его высокой производительностью. Для получения объективной оценки качества подсистемы надо иметь адекватную ситуации систему весовых коэффициентов, применяемых для сравнения факторов качества. Определение величины весовых коэффициентов является прерогативой руководства фирмы, региона, а в некоторых случаях и государства. Так, при выборе технологического процесса получения целлюлозы для Байкальского ЦБК экологические характеристики, безусловно, должны были превалировать.

Таким образом, на первом этапе анализа сравниваемых машинных подсистем для реализации технологий должны быть отсечены те из них, которые не выполняют ограничения по предельно допустимым, критическим уровням качества, т. е.

$$K_{qi}^{опг} = \begin{cases} -\infty, & \text{если } K_{qi} < K_{qi}^{\text{доп},\uparrow} \text{ или } K_{qi} > K_{qi}^{\text{доп},\downarrow} \\ K_{qi}, & \text{если } K_{qi} > K_{qi}^{\text{доп},\uparrow} \text{ или } K_{qi} < K_{qi}^{\text{доп},\downarrow} \end{cases}, \quad (6.26)$$

где $K_{qi}^{\text{доп},\uparrow}$ — предельно допустимое минимальное значение повышательного показателя качества технологического процесса; $K_{qi}^{\text{доп},\downarrow}$ — предельно допустимое максимальное значение понижательного показателя качества технологического процесса.

При этом повышательными называются параметры, увеличение которых улучшает качество технологии, а понижательными — параметры, увеличение которых снижает качество технологического процесса.

Условный пример выбора технологического процесса по предложенной методике в соответствии с параметрами его качества представлен ниже.

Пример

Пусть имеются три однотипных технологических процесса, которые характеризуются некоторым набором параметров, имеющих количественную оценку. По ходу решения будем давать краткую характеристику параметров качества технологических процессов (ТП).

1. Все ТП имеют загрязняющие сбросы в атмосферу и в сточные воды. Величины выбросов в атмосферу представлены в табл. 6.3.

Величины выбросов в гидросферу представлены в табл. 6.4.

Рассчитаем показатель экологической чистоты каждого из технологических процессов по формуле (6.4).

Выбросы со сточными водами составят

$$K_{э, i=1, j=1} = \frac{13}{10} = 1,3; K_{э, i=2, j=1} = \frac{13}{12} = 1,083; K_{э, i=3, j=1} = \frac{13}{8} = 1,625. \quad (6.27)$$

Таблица 6.3. Характеристики ТП по выбросам в атмосферу

Номер технологического процесса	Содержание загрязняющего вещества в атмосфере, мг/м ³		
	Пыль нетоксичная	Оксид углерода	Аммиак
ТП1	0,1	0,8	0,15
ТП2	0,05	0,9	0,1
ТП3	0,12	1,1	0,18
Предельно допустимая среднесуточная норма, мг/м ³	0,15	1,0	0,2

Таблица 6.4. Характеристики ТП по выбросам в гидросферу

Номер технологического процесса	ТП1	ТП2	ТП3	Предельно допустимая норма, %
Содержание загрязняющего вещества в гидросфере, %	10	12	8	13

Выбросы в атмосферу составят

$$K_{э,i=1,j=2} = \frac{\frac{0,15}{0,1} + \frac{1,0}{0,8} + \frac{0,2}{0,15}}{3} = 1,36; \quad (6.28)$$

$$K_{э,i=2,j=2} = 2,03; K_{э,i=3,j=2} = 3,26,$$

однако в ТП3 имеется превышение в выбросах допустимого уровня содержания окиси углерода на 10%, что привело к присвоению показателю $K_{э,i=3,j=2}$ величины, равной $-\infty$.

Затем рассчитаем общий показатель загрязнения по всем средам (атмосфера и гидросфера), т. е.

$$K_{э,i=1} = \sqrt{1,3 \cdot 1,36} = 1,32; K_{э,i=2} = \sqrt{1,083 \cdot 2,03} = 1,483; K_{э,i=3} = -\infty. \quad (6.29)$$

Рассчитаем относительные оценки экологической чистоты технологических процессов. В качестве базового возьмем лучший из них по этому показателю, т. е. ТП2, имеющий $K_{э,i=2} = 1,483$.

$$K_{э,i=1}^{\text{отн}} = \frac{1,32}{1,483} = 0,89; K_{э,i=2}^{\text{отн}} = 1,0; K_{э,i=3}^{\text{отн}} = -\infty. \quad (6.30)$$

2. Качество продуктов на выходе из технологического процесса характеризуется по разным процессам следующими параметрами точности размеров: ТП1 дает 14 квалитет точности; ТП2 — 10 квалитет

точности; ТПЗ — 17 квалитет. Примем в качестве базы сравнения лучший из процессов, т. е. ТПЗ. Тогда оценки окажутся равными

$$K_{m,i=1} = \frac{14}{17} = 0,82; \quad K_{m,i=2} = \frac{10}{17} = 0,59; \quad K_{m,i=3} = \frac{17}{17} = 1,0. \quad (6.31)$$

3. Рассчитаем коэффициент использования исходных сырья и материалов по каждому технологическому процессу, если величины отходов характеризуются следующими цифрами: ТП1 — уходит в отход в среднем 10% материалов; ТП2 — 13%, ТПЗ — 8%. В качестве базового процесса берем лучший по этому показателю, т. е. ТПЗ. Тогда

$$K_{\text{им},i=1} = \frac{0,9}{0,92} = 0,98; \quad K_{\text{им},i=2} = \frac{0,87}{0,92} = 0,945; \quad K_{\text{им},i=3} = \frac{0,92}{0,92} = 1,0. \quad (6.32)$$

4. Рассчитаем показатель эксплуатационной долговечности при заданных характеристиках, представленных в табл. 6.5. Затраты рассчитываются в тыс. ден. ед., период — в годах.

Таблица 6.5. **Исходные данные для расчета показателя эксплуатационной долговечности**

Наименование (шифр) технологического процесса	Характеристика затрат	
	3_2	3_3
ТП1	2	$b = 1,5; \text{ И} = 10; K = 2$
ТП2	4	$b = 2; \text{ И} = 9; K = 2$
ТПЗ	3	$b = 2; \text{ И} = 7; K = 2$

На основании представленных в табл. 6.5 данных рассчитаем обоснованные сроки эксплуатации технологических процессов, т. е.

$$T_{o,i=1} = \frac{\lg(\frac{\text{И}}{K} - B + 1)}{\lg b} = \frac{\lg(\frac{10}{2} - 2 + 1)}{\lg 1,5} = 3,41; \quad (6.33)$$

$$T_{o,i=2} = \frac{\lg(\frac{9}{2} - 4 + 1)}{\lg 2} = 0,587; \quad T_{o,i=3} = \frac{\lg(\frac{7}{2} - 3 + 1)}{\lg 2,2} = 0,51$$

Лучший из них по этому показателю ТП1, так как у него срок эксплуатации наибольший, его и примем в качестве базового. Тогда

$$K_{\text{л},i=1} = 1; \quad K_{\text{л},i=2} = \frac{0,587}{3,41} = 0,172; \quad K_{\text{л},i=3} = \frac{0,51}{3,41} = 0,15. \quad (6.34)$$

Таким образом, получены некоторые показатели качества сравниваемых технологических процессов (см. табл. 6.6). Весовые коэффициенты значимости отдельных показателей k_q получены, например, методом парных сравнений.

Таблица 6.6. **Сводная таблица результатов расчетов**

	$K_{э,д}^{\text{опн}}$	$K_{м,д}^{\text{опн}}$	$K_{\text{им}}^{\text{опн}}$	$K_{д,д}^{\text{опн}}$
ТП1	0,89	0,82	0,98	1,0
ТП2	1,0	0,59	0,946	0,172
ТП3	$-\infty$	1,0	1,0	0,15
k_q	0,4	0,15	0,2	0,25

Тогда интегральный показатель качества рассматриваемых технологических процессов окажется равным

$$Y_{i=1} = \sum_{q=1}^Q k_q \cdot K_{q,i}^{\text{опн}} = 0,4 \cdot 0,89 + 0,15 \cdot 0,82 + 0,2 \cdot 0,98 + 0,25 \cdot 1 = 0,925; \quad (6.35)$$

$$Y_{i=2} = 0,4 \cdot 1,0 + 0,15 \cdot 0,59 + 0,2 \cdot 0,946 + 0,25 \cdot 0,172 = 0,7213; \quad (6.36)$$

$$Y_{i=3} = 0,4 \cdot (-\infty) + 0,15 \cdot 1,0 + 0,2 \cdot 1,0 + 0,25 \cdot 0,15 = -\infty. \quad (6.37)$$

Таким образом, лучшим по качеству из сравниваемых технологических процессов является ТП1. ТП3 применяться в производственной практике не должен, так как при его эксплуатации нарушается один из предельно допустимых параметров вредного воздействия на окружающую среду.

6.3.3. Методика оценки синергетического эффекта технологической подсистемы ПС предприятия

Формирование производственной системы должно идти с неперменным и всесторонним соблюдением принципа синергии. Все элементы системы должны быть совместны (в противном случае такой элемент не является частью системы) и обладать максимальным синергетическим эффектом. Под синергетическим эффектом будем понимать общий эффект системности по некоторому перечню факторов синергии, который образуется в данном элементе системы как генераторе синергии, так и ее приемнике от других элементов системы.

При всестороннем выполнении требований синергии общие производственные издержки системы удастся минимизировать, а суммарная отдача на капитальные вложения в развитие системы окажется выше,

чем сумма эффектов от аналогичных инвестиций в развитие каждого элемента в отдельности.

Концептуальная проработка моделирования синергии производственной системы была проведена М. Кругловым [15]. В указанной работе к основным источникам синергии при проектировании производственной системы относятся следующие (адаптация автора):

- 1) наличие унифицированных элементов (деталей, сборочных узлов и т. д.) в конструкции различных продуктов, выпускаемых фирмой;
- 2) возможность совмещения тех или иных звеньев технологической цепи, возможно целиком отдельных частичных технологических процессов;
- 3) возможность совмещения этапов ЖЦ продуктов во времени и технологии их реализации (НИР, проектирование, испытания, сбыт и т. д.);
- 4) возможность объединения части функций и задач управления по разным продуктам фирмы в одном организационном управленческом звене, а также использование единой нормативной информационной базы;
- 5) использование единой инфраструктуры производства (транспортное, ремонтное обслуживание и т. п.) и сбыта продукции (система дилеров, магазины и т. п.);
- 6) гармонизация внутрифирменной стандартизации.

Схематическая иллюстрация источников возникновения синергии при взаимодействии различных технологических процессов представлена на рис. 6.9.

На схеме отражено своеобразное «перекрытие» возможностей эксплуатации одних и тех же технологических процессов при изготовлении унифицированных элементов различных изделий, возможность использования одних и тех же машинных систем при реализации различных технологических процессов, одного и того же по ряду характеристик персонала и т. д. Уровень разнообразия в производственной системе, а значит и ее возможностей, имеет ограничения как снизу, так и сверху. Снижение этого уровня ниже минимально необходимого снижает количество производственных возможностей, которые фирма могла бы реализовать, т. е. сужается поле ее выбора, уменьшается ее стратегический потенциал. Превышение уровня разнообразия элементов системы сверх максимально обоснованного приводит к недоиспользованию производственных мощностей. Фирма несет дополни-

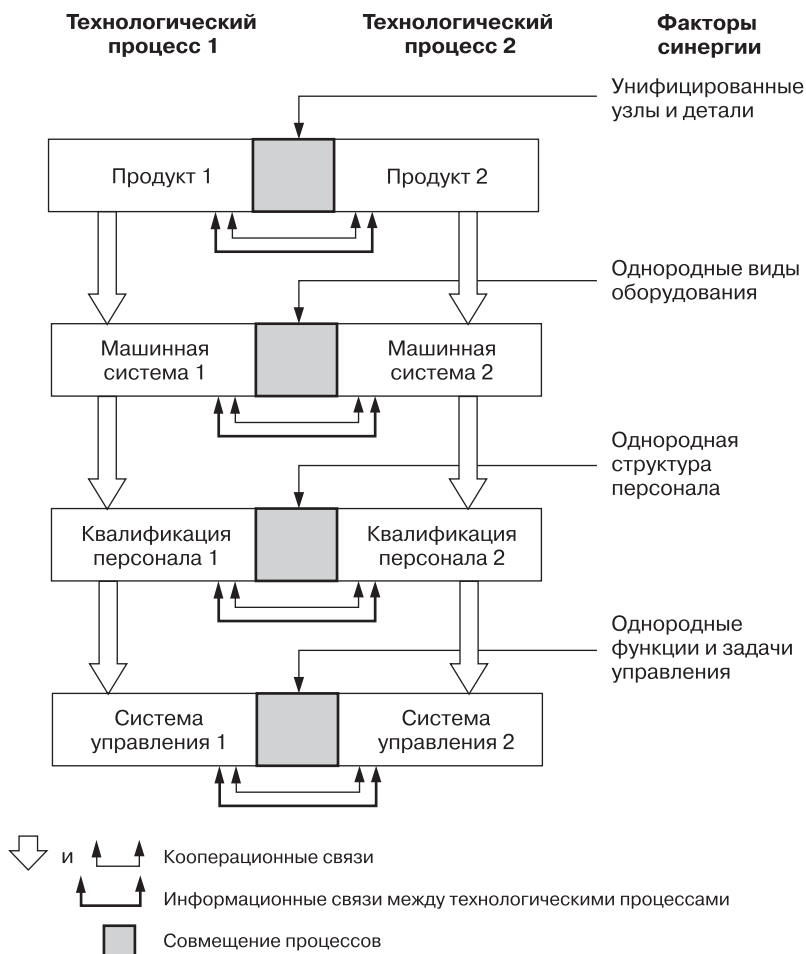


Рис. 6.9. Схема источников синергизма при взаимодействии технологических процессов

тельные расходы на поддержание не реализуемых в производственной практике возможностей.

Формирование системы, обладающей высоким синергетическим эффектом, позволяет либо полностью решить задачу рационализации производственной структуры фирмы, либо существенно снизить остроту проблемы минимально необходимого разнообразия в элементарном составе производственной системы фирмы.

Уровень синергии в производственной системе зависит от многих факторов. Исследование этих факторов и формирование как можно более полного их перечня — одна из важных задач, решаемых при проектировании производственной системы.

Проведенный нами анализ источников образования синергетического эффекта позволяет сформировать систему факторов синергии, которые могут быть оценены количественно. Для количественной оценки эффекта синергии, возникающего между различными технологическими процессами в производственной системе, ниже предлагаются следующие частные показатели ее оценки:

1. Относительная доля совпадающих видов оборудования в общем перечне рассматриваемых технологических процессов

$$C_{i,j}^{\text{оборуд.}} = \frac{k_{i,j}^{\text{оборуд.}}}{n_{i,j}^{\text{оборуд.}}}, \quad (6.38)$$

где $n_{i,j}^{\text{оборуд.}}$ — количество видов основного оборудования в общем списке оборудования, используемого в i -м и j -м технологических процессах; $k_{i,j}^{\text{оборуд.}}$ — список совпадающих видов основного оборудования, используемого в i -м и j -м технологических процессах; $C_{i,j}^{\text{оборуд.}}$ — частный показатель синергии между i -м и j -м технологическими процессами по видам используемого ими основного оборудования.

Значения показателя $C_{i,j}^{\text{оборуд.}}$ лежат в интервале от 0 до 1. Максимальное значение, равное 1, показатель принимает тогда, когда $k_{i,j}^{\text{оборуд.}}$ полностью совпадает с $n_{i,j}^{\text{оборуд.}}$. Минимальное значение, равное 0, получаем при полном несовпадении предложенных списков.

2. Относительная доля совпадающих видов энергетических ресурсов в общем их перечне, используемых в анализируемых i -м и j -м технологических процессах,

$$C_{i,j}^{\text{энерг.}} = \frac{k_{i,j}^{\text{энерг.}}}{n_{i,j}^{\text{энерг.}}}, \quad (6.39)$$

где $n_{i,j}^{\text{энерг.}}$ — количество видов энергетических ресурсов в их общем списке, используемых в i -м и j -м технологических процессах; $k_{i,j}^{\text{энерг.}}$ — количество совпадающих видов энергетических ресурсов, используемых в i -м и j -м технологических процессах; $C_{i,j}^{\text{энерг.}}$ — частный показатель синергии между i -м и j -м технологическими процессами по видам используемых ими энергетических ресурсов.

3. Относительная доля совпадающих видов квалификации основных рабочих в анализируемых i -м и j -м технологических процессах

$$C_{i,j}^{\text{экзалиф.}} = \sum_a \frac{P_{ai}^{\text{ср.}} \cdot T_{ai}}{P_{aj}^{\text{ср.}} \cdot T_{aj}}, \quad (6.40)$$

где a — наименование (шифр) специальности, используемой как в технологическом процессе-генераторе i , так и в технологическом процессе-приемнике j ; $P_{ai}^{\text{ср.}}$ — средний разряд основных рабочих a -й специальности, используемой в i -м или j -м технологических процессах соответственно; $T_{ai(j)}$ — трудоемкость выполняемых в плановом периоде работ по специальности a в технологическом процессе i и технологическом процессе j соответственно.

4. Доля унифицированных элементов (деталей, узлов и т. д.) в конструкции изделий, получаемых по технологическому процессу i и технологическому процессу j .

$$C_{i,j}^{\text{униф.}} = \frac{k_{i,j}^{\text{униф.}}}{n_{i,j}^{\text{униф.}}}, \quad (6.41)$$

где $n_{i,j}^{\text{униф.}}$ — общее число элементов в конструкции основных изделий, изготавливаемых по i -му и j -му технологическим процессам; $k_{i,j}^{\text{униф.}}$ — количество одинаковых унифицированных элементов в конструкции основных изделий, изготавливаемых по i -му и j -му технологическим процессам.

5. Показатель близости решаемых задач и исполняемых функций управления при изготовлении продукции по технологическому процессу i и по технологическому процессу j .

$$C_{i,j}^{\text{функц.}} = \frac{\sum_{q=1}^Q a_{i,j,q}}{Q}, \quad (6.42)$$

где q — наименование (шифр) управленческой функции, решаемой задачи, $q \in 1-Q$; $a_{i,j} = 0$, если функция или задача исполняется только в одном из сравниваемых технологических процессах, $a_{i,j} = 1$ — в случае решения данной задачи или исполнения данной функции в обоих технологических процессах.

Предложенный список показателей может быть расширен.

Рассчитав частные показатели синергии, можно определить суммарный синергетический эффект, образуемый каждым ТП в данной технологической подсистеме ПС предприятия. Обобщенная объемная модель синергии некоторого числа технологических процессов представлена на рис. 6.10.

Модель строится в системе координат XYZ, когда по оси X откладывается множество факторов образования синергетического эффекта,

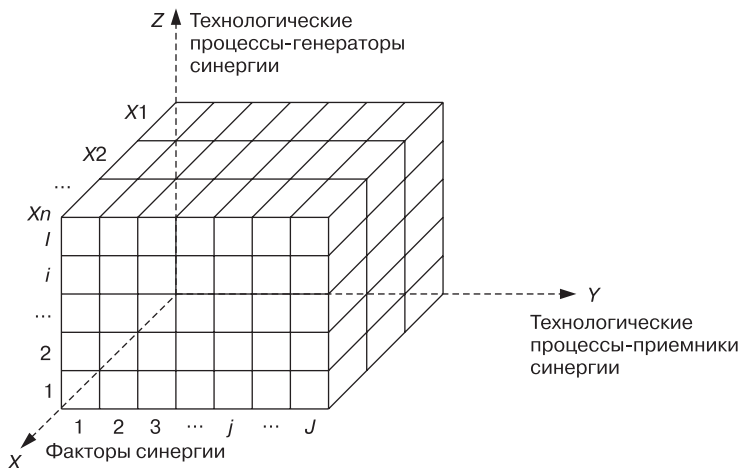


Рис. 6.10. Объемная матричная модель синергии системы технологических процессов

$X \in 1 \div n$; по оси Y — множество технологических процессов, приемников синергии от других технологических процессов производственной системы, $Y \in 1 \div j \div J$; по оси Z — множество технологических процессов, являющихся генераторами синергии, $Z \in 1 \div i \div I$. Также введем обозначение r — множество продуктов в продуктовом портфеле предприятия, $r \in 1 \div R$.

Определение относительной оценки синергетического эффекта проводится по каждому фактору синергии. Для этого строится плоская матричная модель, пример которой представлен в табл. 6.7. В ячейки матрицы вносятся элементы, значения которых равны оценкам частных показателей, рассчитанных по соответствующей показателю формуле для парной связки i -го технологического процесса генератора синергии и j -го процесса приемника синергетического эффекта.

Средняя оценка генерируемого i -м технологическим процессом синергетического эффекта в технологические процессы производства каждого r -го продукта может быть рассчитана по формуле

$$C_{ix} = \frac{\sum_{j=1}^{K_r} C_{ij,x}}{K_r}, \quad (6.43)$$

где C_{ix} — средняя величина показателя синергии по фактору X , генерируемой i -м ТП в технологические процессы производства r -го про-

дукта; $C_{ij,x}$ — оценка синергетического эффекта по фактору X , генерируемого i -м ТП в j -м ТП производства r -го продукта; K_r — число альтернативных ТП производства r -го продукта; j_r — порядковый номер альтернативного ТП производства r -го продукта ($j_r \in 1 \div K_r$).

Количественные значения этого показателя заносятся в соответствующие ячейки табл. 6.7 (в примере это ячейки колонок 6, 10 и 13).

Оценка средней величины синергетического эффекта, генерируемого во все ТП технологической подсистемы ПС предприятия, рассчитывается как сумма средних оценок генерируемого эффекта по всем r -м продуктам портфеля фирмы

$$C_{ix} = \sum_{r=1}^R C_{ixr} \quad (6.44)$$

Этот показатель заносится в соответствующую строку таблицы частных оценок в колонку 14 и позволяет сделать предварительные выводы об относительной величине синергетического эффекта, образуемого i -м технологическим процессом по фактору синергии X во всех остальных ТП. Чем выше показатель, тем больше генерируемый синергетический эффект.

Фактически при построении плоских матриц определения частных оценок синергии, генерируемой по фактору X каждым ТП во всех других ТП технологической подсистемы, рассматривалось целевое дерево технологических процессов производства продуктов, входящих в портфель фирмы. В условном примере, предложенном далее, оно оказалось следующим (рис. 6.11).

Однако результатом проектирования реальной технологической подсистемы является выбор для производства каждого продукта только одной из возможных альтернатив. При этом сочетание выбранных про-

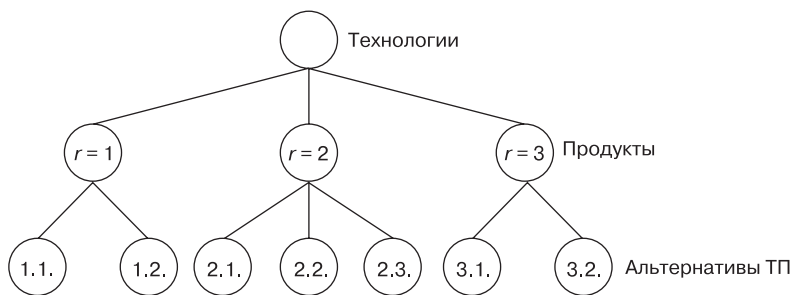


Рис. 6.11. Дерево альтернативных технологических процессов производства продуктового портфеля фирмы

дуктовых ТП должно быть наилучшим с точки зрения образуемого системой синергетического эффекта. Следовательно, нужно рассмотреть все возможные сочетания продуктовых ТП, способные образовать технологическую подсистему ПС предприятия. Число таких сочетаний может быть определено по формуле

$$C = R \cdot \prod_{r=1}^R K_r, \quad (6.45)$$

где K_r — количество анализируемых альтернатив технологических процессов производства r -го продукта; R — количество анализируемых продуктов, входящих в портфель предприятия.

Затем необходимо определить обобщенную оценку формируемого в каждом возможном сочетании продуктовых ТП синергетического эффекта по некоторой системе факторов (в условном примере их два: X_1 и X_2). Для этого следует учесть то обстоятельство, что вклад каждого фактора синергии в общий синергетический эффект, образуемый в технологической подсистеме, различен. Такой учет может быть реализован с привлечением экспертного метода парных сравнений, в результате чего определяются весовые коэффициенты значимости факторов синергии.

При определении обобщенной оценки необходимо выполнить несколько последовательных шагов:

- Из полного перечня анализируемых вариантов технологической подсистемы выбирается очередной, фиксируется конкретное сочетание продуктовых ТП. Например, в сочетание входят ТП1.1 — генератор, ТП2.1 и ТП3.1 — приемники синергии, т. е. рассматривается сочетание технологических процессов 1.1–2.1–3.1.
- Вычисляется суммарный эффект, образуемый по каждому фактору синергии в анализируемом сочетании продуктовых ТП (варианте технологической подсистемы). Вычисление ведется суммированием оценок, полученных по каждой парной связке ТП ($i-j$) в плоских матрицах частных оценок по каждому фактору X . Так, частная оценка парной связки ТП1.1–ТП2.1 равна в примере 2,2, а парной связки ТП1.1–ТП3.1 — 4. Тогда суммарная оценка $C_{\text{сум}}$ окажется равной $2,2 + 4,0 = 6,2$. Количественные значения этой оценки заносятся в соответствующую колонку табл. 6.9 (в примере это колонки 2 и 4 по каждому из принятых к рассмотрению фактору синергии). Расчетная формула определения суммарной оценки приведена ниже:

$$C_{\text{сум}} = \sum_{r=1}^R C_{ij_r}. \quad (6.46)$$

В формуле (6.46) C_{ij_r} берется из соответствующих плоских матриц определения частных показателей синергетического эффекта.

- Рассчитывается оценка синергетического эффекта варианта технологической подсистемы по каждому фактору синергии с учетом коэффициента его значимости. Для этого каждая суммарная оценка умножается на свой коэффициент значимости. Полученные значения заносятся в соответствующие колонки таблиц частных оценок (в примере, колонки 3 и 5 табл. 6.9). Формула для расчета показателя окажется такой

$$C_{x,\text{сум}} = k_x \cdot C_{\text{сум}} = k_x \sum_{r=1}^R C_{ij_r}, \quad (6.47)$$

где k_x — коэффициент значимости фактора синергии X ; $C_{x,\text{сум}}$ — суммарная оценка синергетического эффекта варианта технологической подсистемы по фактору X с учетом коэффициента его значимости.

- Рассчитывается обобщенная оценка синергии в каждом варианте технологической подсистемы (для каждого сочетания продуктовых ТП) как сумма оценок по всем факторам синергии, т. е.

$$C_{\text{обобщ}} = \sum_{x=1}^n C_{x,\text{сум}}. \quad (6.48)$$

Результат расчета заносится в колонку обобщенных оценок табл. 6.9 (в примере — колонка 6).

- Затем рассчитывается оценка интегрального синергетического эффекта, образуемого в рассматриваемом варианте технологической подсистемы. Для расчета интегрального эффекта каждый из ТП, входящих в подсистему, должен один раз выступить в роли генератора синергетического эффекта, т. е. в расчетах участвуют все возможные варианты перестановок принятых к рассмотрению продуктовых ТП. Например, если в рассмотрении участвуют ТП1.1, ТП2.1 и ТП3.1, тогда следует анализировать следующие сочетания продуктовых ТП: ТП1.1–ТП2.1–ТП3.1, ТП2.1–ТП1.1–ТП3.1, ТП3.1–ТП1.1–ТП2.1. Интегральный эффект определяется как сумма обобщенных эффектов возможных перестановок. Для нашего примера эти эффекты оказались равны

$C_{\text{обобщ.1.1,2.1,3.1}} = 6,12$ (строка 1 табл. 6.9),

$C_{\text{обобщ.2.1.1,1.3.1}} = 7,6$ (строка 13 табл. 6.9),

$C_{\text{обобщ.3.1.1,1.2.1}} = 8,0$ (строка 25 табл. 6.9).

И тогда интегральный эффект составит

$$C_{\text{интегр}} = \sum C_{\text{обобщ,var}} \quad (6.49)$$

где var — возможные вариации сочетаний ТП.

(В примере $C_{\text{интегр}} = \sum C_{\text{обобщ,var}} = 6,12 + 7,6 + 8,0 = 21,72$.)

Суммирование идет по всем возможным перестановкам элементов рассматриваемого варианта технологической подсистемы. Полученные оценки заносятся в колонку интегральных оценок табл. 6.9 (в примере колонка 7).

Интегральные оценки следует рассчитывать только для первой части таблицы, содержащей строки, в которых генератором синергетического эффекта выступают продуктовые ТП первого в рассмотрении продукта. Остальные части таблицы будут содержать дублированные показатели, приводить их в таблице не имеет смысла. (В табл. 6.9 это строки 1–12.)

- По полученным интегральным оценкам затем производится ранжирование анализируемых вариантов технологической подсистемы по величине образуемого в ней синергетического эффекта. Ранги проставляются в последней колонке табл. 6.9 (в примере — колонка 8).

Методику количественной оценки синергетического эффекта от применения того или иного сочетания продуктовых технологических процессов, общая схема которой представлена на рис. 6.12, лучше рассматривать на конкретном расчетном примере, представленном ниже.

Рассмотрим условный пример определения уровня образуемого синергетического эффекта в производственной системе.

Пример

Допустим, что изготовлению подлежат три продукта. При этом первый продукт может быть изготовлен с использованием двух различных технологических процессов 1.1 и 1.2. Второй продукт — с применением трех технологических процессов 2.1–2.3. Третий продукт предполагает возможность использования также двух технологических процессов 3.1 и 3.2. Каждый из технологических процессов обладает свойствами как источника, генератора синергии, так и ее прием-

ника. Таким образом, сравнению подлежат семь технологических процессов. Факторами синергии в примере являются относительная доля совпадающих видов оборудования $X1(C_{ij}^{\text{оборуд.}})$ и относительная доля совпадающих видов энергии $X2(C_{ij}^{\text{энерг.}})$ по сравниваемым технологическим процессам.

Исследование влияния на возникающий эффект синергизма каждого фактора синергии проводится построением матричной модели.

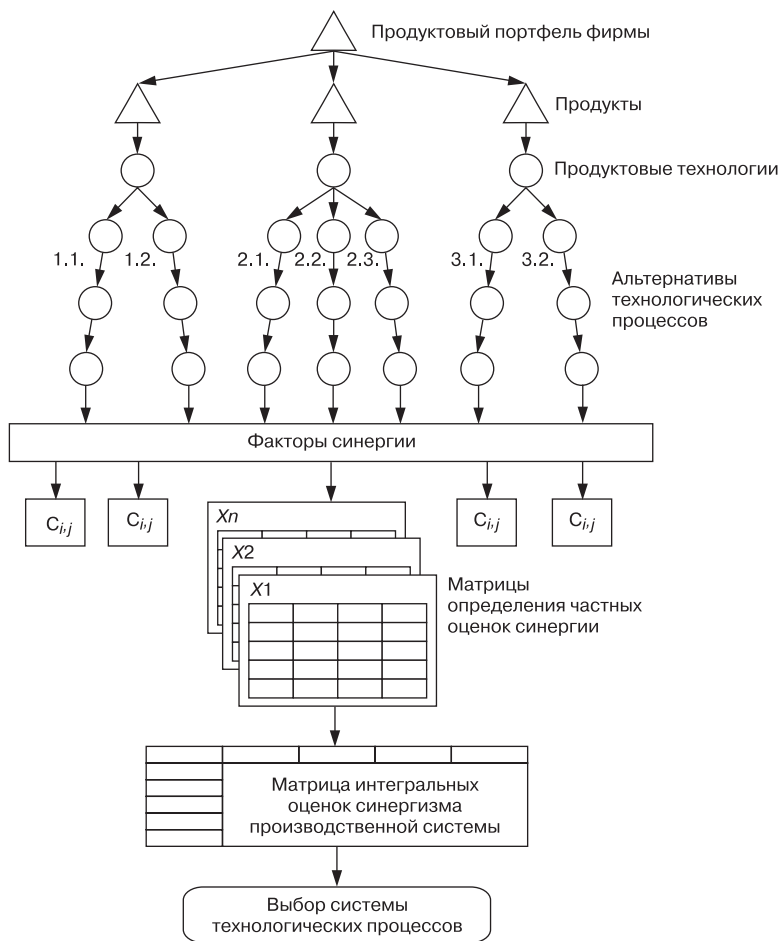


Рис. 6.12. Схема оценки синергии производственной системы

Построим матрицу синергии по фактору X_1 (табл. 6.7). В ячейки матрицы заносятся количественные оценки по исследуемому фактору X_1 . В строках матрицы размещаются технологические процессы — генераторы синергии, дающие синергетический эффект в других ТП. В столбцах матрицы размещены ТП — приемники синергии. Таким образом, каждый ТП по отношению ко всем остальным ТП выступает как генератор и как приемник. Для каждого конкретного ТП его синергетическая привлекательность оценивается как сумма двух групп эффектов: эффекты от генерации синергии во все остальные ТП и эффекты от приема синергии от всех остальных ТП.

В качестве примера расчета определим показатель $C_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}}$ для технологического процессов 1.1 и 2.1, т. е.

$$C_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}} = \frac{k_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}}}{n_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}}} \quad (6.50)$$

Допустим, при рассмотрении ТП1.1 и 2.1 выяснилось, что часть видов оборудования в обоих ТП одинакова, так, в ТП1.1 используется токарное, фрезерное, шлифовальное оборудование, имеются строгальные, сверлильные и зуборезные станки. В ТП2.1 в перечне видов оборудования присутствуют кривошипно-шатунный горячештамповочный пресс, обрешной станок, зачистное оборудование, токарные, а также сверлильные станки. Тогда $n_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}} = 9$ видов оборудования. Перекрытие списков составит $k_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}} = 2$, т. е. имеющееся в общем списке токарное и сверлильное оборудование используется в обоих технологических процессах.

$$C_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}} = \frac{k_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}}}{n_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}}} = \frac{2}{9} = 0,22. \quad (6.51)$$

Для удобства дальнейшего оперирования показателями будем умножать их на 10, т. е. $C_{1.1.2.1}^{\text{оборуд.}}$ окажется равным 2,2 баллам. Таким образом, из заполненной табл. 6.7 следует, что генерируемый ТП1.1 синергетический эффект в ТП2.1 характеризуется относительной оценкой, равной 2,2. Аналогично определяются эффекты, генерируемые в ТП2.2 и ТП2.3, они оказались равными только одному баллу. В технологических процессах 3.1 и 3.2 они генерируют синергию, оцениваемую на 4 и 3 балла соответственно (первая строка табл. 6.7). Диагональные блоки матрицы оказываются пустыми (нулевыми), так как не имеет смысла рассматривать синергию технологического процесса с самим собой.

Учитывая то, что из всего перечня технологических процессов по каждому продукту (пучок технологий) будет выбран только один, рассчитывается средняя оценка синергии по пучку техпроцессов, связанных с одним конкретным продуктом. Так, для техпроцессов продукта 2 (2.1–2.3) средняя величина показателя синергии, полученной от ТП 1.1, составит $(2,2 + 1 + 1)/3 = 1,4$, а для ТП продукта 3 (3.1 и 3.2) она составит $(4 + 3)/2 = 3,5$.

Общая оценка средней величины генерации синергетического эффекта технологическим процессом ТП1.1 во все остальные ТП вычисляется как сумма средних оценок по каждому пучку техпроцессов и составит 4,9 балла (см. табл. 6.7, строка 1). Аналогичные оценки могут быть получены в отношении данного технологического процесса как приемника синергии суммированием по колонке 4 табл. 6.7. Полученные средние оценки синергизма того или иного технологического процесса позволяют сделать предварительные выводы о его перспективности в дальнейшем проектировании производственной системы. Чем выше оценка, тем перспективнее технологический процесс.

Как видим, матрица заполняется элементами симметрично относительно диагонали. Нижняя часть заполненной матрицы является зеркальным отображением ее верхней части.

Аналогичные матрицы формируются по каждому фактору синергии. В примере это матрица по фактору X2 (виды энергии), представленная в табл. 6.8.

Учитывая различную силу (значимость) разных факторов синергии, необходимо дать им количественную оценку в виде весовых коэффициентов и далее учитывать их в расчетах. Такие оценки могут быть сформированы с привлечением экспертного метода парных сравнений. Предположим для определенности, что в условиях примера весовые коэффициенты оказались равны 0,6 для $C_{i,j}^{\text{оборуд}}$ и 0,4 для $C_{i,j}^{\text{энерг}}$.

Для окончательного ранжирования ТП по критерию синергии формируется сводная матрица синергии (табл. 6.9). В первой колонке матрицы выписываются все возможные сочетания ТП в производственной системе. Число таких сочетаний равно произведению числа перестановок имеющихся технологических процессов на число продуктов, а именно для примера

$$C = R \cdot \prod_{r=1}^R K_r = 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 = 36$$

сочетаний технологических процессов и соответственно 36 строк в сводной матрице синергии (табл. 6.9). При этом $K_{r=1} = 2$ — количество

Таблица 6.7. Формирование частных оценок синергии по фактору $X_1(C_{i,j}^{обруд.})$

№ строки	Наименование продукта, r	ТП генератор синергии, i	Продукт 1 ($r = 1$)			Продукт 2 ($r = 2$)						Продукт 3 ($r = 3$)			Средняя оценка генерируемого синергетического эффекта		
			Технологические процессы (ТП) приемники синергии, j						средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП			средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП					
			№ ТП пучка		средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП		№ ТП пучка									средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
1	Продукт 1 ($r = 1$)	1.1	0			2,2	1	1	1,4	4	3	3,5	4,9				
2		1.2				3	5	2	3,3	5	4	4,5	7,8				
3	Продукт 2 ($r = 2$)	2.1	2,2	3	2,5	0						6	5	5,5	8,0		
4		2.2	1	5	3							4	3	3,5	6,5		
5		2.3	1	2	1,5							5	3	4	5,5		
6	Продукт 3 ($r = 3$)	3.1	4	5	4,5	6	4	5	5	0			9,5				
7		3.2	3	4	3,5	5	3	3	3,7				7,2				

технологических процессов по 1-му продукту; $K_{r=2} = 3$ — количество технологических процессов по 2-му продукту; $K_{r=3} = 2$ — количество технологических процессов по 3-му продукту; $P_i = 3$ — количество продуктов в продуктовом портфеле предприятия, принятое к рассмотрению.

Колонки 2 и 3 (4 и 5) матрицы (табл. 6.7) соответствуют фактору синергии $X1$ ($X2$). Колонка 2 (4) заполняется элементами $C_{\text{сум}}$, каждый из которых представляет собой сумму балльных оценок синергии из соответствующей частной матрицы синергии (табл. 6.7 или табл. 6.8 примера). Так, для строки ТП1.1–2.1–3.1 элемент формируется как сумма оценок из табл. 6.7

$$C_{\text{сум}} = \sum_{r=1}^R C_{ij_r} = 2,2 + 4,0 = 6,2.$$

Таким образом, сочетание продуктовых технологий 1.1, 2.1 и 3.1 при генерации синергетического эффекта технологическим процессом 1.1 дает общий синергетический эффект, равный 6,2. С учетом коэффициента значимости фактора синергии (для $X1$ он равен 0,6) получаем оценку $b_{ij} = 6,2 \cdot 0,6 = 3,72$, которая проставляется в колонке 3 (или 5 — по второму фактору) сводной матрицы. Суммируя эти оценки по всем факторам синергии, получаем оценку обобщенного синергетического эффекта (в примере для рассматриваемого сочетания продуктовых технологических процессов она равна $3,72 + 2,4 = 6,12$), которая выписывается в колонке 6 матрицы (табл. 6.9).

В колонке 7 табл. 6.9 проставляется оценка интегрального синергетического эффекта сочетания продуктовых технологических процессов. Такая оценка учитывает как оценки генерации синергетических эффектов, так и оценки приема синергии от других ТП. Как было показано в расчетном примере, сочетание технологий 1.1–2.1–3.1 формирует синергетический эффект, при его генерации технологическим процессом 1.1 и приемом процессами 2.2 и 3.1 равный 6,12 баллам (строка 1 табл. 6.9). При генерации эффекта технологическим процессом 2.1 и его приеме ТП1.1 и ТП3.1 эффект оказывается равным 7,6 баллам (строка 13 табл. 6.9). При генерации эффекта технологическим процессом 3.1 и его приеме техпроцессами 1.1 и 2.1 эффект равен 8,0 баллам (строка 25 табл. 6.9). Таким образом, интегральная оценка синергетического эффекта по этому сочетанию продуктовых технологических процессов равна $6,12 + 7,6 + 8,0 = 21,72$ балла.

Аналогичный расчет проводится для каждого сочетания продуктовых технологических процессов. При этом заполняется только первая

Таблица 6.8. Формирование частных оценок синергии по фактору X2 ($C_{i,j}^{эктг.}$)

№ строки	Наименование продукта, r	ТП генератор синергии, i	Продукт 1 ($r = 1$)				Продукт 2 ($r = 2$)						Продукт 3 ($r = 3$)				Средняя оценка генерируемого синергетического эффекта		
			Технологические процессы (ТП) приемники синергии, j				Технологические процессы (ТП) приемники синергии, j						Технологические процессы (ТП) приемники синергии, j						
			№ ТП пучка		средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП		№ ТП пучка		средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП		№ ТП пучка		средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП		№ ТП пучка			средняя оценка синергетического эффекта по пучку ТП	
			1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	6.1		6.2	
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10		11	12	13	14				
1	Продукт 1 ($r = 1$)	1.1	0				4	6	7	5,7		2	1	1,5	7,2				
1.2						5	4	4	4,3		3	2	2,5	6,8					
3	Продукт 2 ($r = 2$)	2.1	4	5	4,5		0				3	4	3,5		8,0				
4		6	4	5						4	5	4,5		9,5					
5		7	4	5,5						5	3	4		9,5					
6	Продукт 3 ($r = 3$)	3.1	2	3	2,5		3	4	5	4		0				8,5			
7		3.2	1	2	1,5		4	5	3	4						5,5			

часть таблицы (строки 1–12 табл. 6.9), так как остальные ее части будут дублировать первую.

Полученные интегральные оценки позволяют ранжировать все возможные сочетания ТП по величине образуемого в них синергетического эффекта (колонка 8 табл. 6.9). В нашем примере лучшим сочетанием оказалось сочетание технологических процессов 1.2–2.1– 3.1, имеющее интегральную оценку синергии, равную 25,6 баллам.

Таблица 6.9. **Формирование обобщенных и интегральных оценок синергии сочетаний продуктовых ТП**

№ строки	Сочетание ТП	Суммарная оценка по факторам синергии				Обобщенная оценка синергии технологической подсистемы	Интегральная оценка синергии технологической подсистемы	Ранг технологической подсистемы
		X1 (оборудование)		X2 (виды энергии)				
		0,6		0,4				
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	ТП 1.12–.13–.1	6,2	3,72	6	2,4	6,12	21,72	7
2	ТП 1.12–.13–.2	5	3,0	5	2,0	5,0	21,0	8
3	ТП 1.12–.23–.1	5	3,0	8	3,2	6,2	20,4	9
4	ТП 1.12–.23–.2	4	2,4	7	2,8	5,2	18,0	11
5	ТП 1.12–.33–.1	5	3,0	9	3,6	6,6	23,2	4-5-6
6	ТП 1.12–.33–.2	4	2,4	8	3,2	5,6	17,2	12
7	ТП 1.22–.13–.1	8	4,8	8	3,2	8,0	25,6	1
8	ТП 1.22–.13–.2	7	4,2	7	2,8	7,0	23,2	4-5-6
9	ТП 1.22–.23–.1	10	6,0	7	2,8	8,8	24,6	2
10	ТП 1.22–.23–.2	9	5,4	6	2,4	7,8	23,2	4-5-6
11	ТП 1.22–.33–.1	7	4,2	7	2,8	7,0	24,0	3
12	ТП 1.22–.33–.2	6	3,6	6	2,4	6,0	18,4	10
13	ТП 2.11–.13–.1	8	4,8	7	2,8	7,6		
14	ТП 2.11–.13–.2	7	4,2	8	3,2	7,4		
15	ТП 2.11–.23–.1	9	5,4	8	3,2	8,6		
16	ТП 2.11–.23–.2	8	4,8	9	3,6	8,4		
17	ТП 2.21–.13–.1	5	3,0	10	4,0	7,0		
18	ТП 2.21–.13–.2	4	2,4	11	4,4	6,8		
29	ТП 2.21–.23–.1	9	5,4	8	3,2	7,6		
20	ТП 2.21–.23–.2	8	4,8	9	3,6	8,4		
21	ТП 2.31–.13–.1	6	3,6	12	4,8	8,4		
22	ТП 2.31–.13–.2	4	2,4	10	4,0	6,4		
23	ТП 2.31–.23–.1	7	4,2	9	3,6	7,8		
24	ТП 2.31–.23–.2	5	3,0	8	3,2	6,2		

№ строки	Сочетание ТП	Суммарная оценка по факторам синергии				Обобщенная оценка синергии технологической подсистемы	Интегральная оценка синергии технологической подсистемы	Ранг технологической подсистемы
		X1 (оборудование)		X2 (виды энергии)				
		0,6		0,4				
	1	2	3	4	5			
25	ТП 3.11–.12–.1	10	6,0	5	2,0	8,0		
26	ТП 3.11–.12–.2	8	4,8	6	2,4	7,2		
27	ТП 3.11–.12–.3	9	5,4	7	2,8	8,2		
28	ТП 3.11–.22–.1	11	6,6	6	2,4	9,0		
29	ТП 3.11–.22–.2	9	5,4	7	2,8	8,2		
30	ТП 3.11–.22–.3	10	6,0	8	3,2	9,2		
31	ТП 3.21–.12–.1	11	6,6	5	2,0	8,6		
32	ТП 3.21–.12–.2	6	3,6	6	2,4	6,0		
33	ТП 3.21–.12–.3	6	3,6	4	1,6	5,2		
34	ТП 3.21–.22–.1	9	5,4	6	2,4	7,8		
35	ТП 3.21–.22–.2	7	4,2	7	2,8	7,0		
36	ТП 3.21–.22–.3	7	4,2	5	2,0	6,2		

6.3.4. Выбор рационального сочетания продуктовых технологических процессов

Таким образом, при технико-экономическом проектировании технологической подсистемы новой организации или при разработке стратегии развития действующей организации необходимо решить проблему выбора согласованных продуктовых технологических процессов, обладающих наилучшим сочетанием издержек на эксплуатацию и содержание, качества по основным, важнейшим характеристикам и формирующих наибольший синергетический эффект.

В разделах 6.3.1–6.3.3 рассматривались системы показателей, методики их расчета, а также методики формирования сводных оценок по трем основным группам факторов:

- по приведенным издержкам на эксплуатацию и содержание каждого i -го технологического процесса, применяемого для производства r -го продукта, — $Z_{пр,ir}$;
- по качеству каждого i -го технологического процесса, применяемого для производства r -го продукта, — Y_{ir} ;

- по величине интегрального синергетического эффекта, образуемого каждым сочетанием продуктовых технологических процессов по всем продуктам, входящим в портфель фирмы, — $C_{\text{интерпр}}$.

Полученные по трем основным группам факторов оценки должны быть объединены в сводную оценку, которая позволит осуществить формальный обоснованный выбор рационального сочетания продуктовых технологических процессов. Предлагается следующая схема такого выбора (рис. 6.13).

На первом этапе выбора все возможные варианты технологических подсистем (сочетания продуктовых технологических процессов) ранжируются по синергетическому эффекту, при этом возникает ранжированный по убыванию синергии список. Каждая продуктовая технология, входящая в совместное сочетание (вариант технологической подсистемы), имеет свои оценки по приведенным затратам $Z_{\text{пр},i}$ и качеству Y_i .

Сводная оценка C_{varTP} по этим критериям анализируемого сочетания продуктовых технологических процессов может быть сформирована как

$$C_{\text{varTP}} = \sum_i (k_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{пр},i} + k_{\text{кач}} \cdot Y_i). \quad (6.52)$$

Соотношение весовых коэффициентов значимости должно соответствовать ситуации, сложившейся в фирме в данный исторический

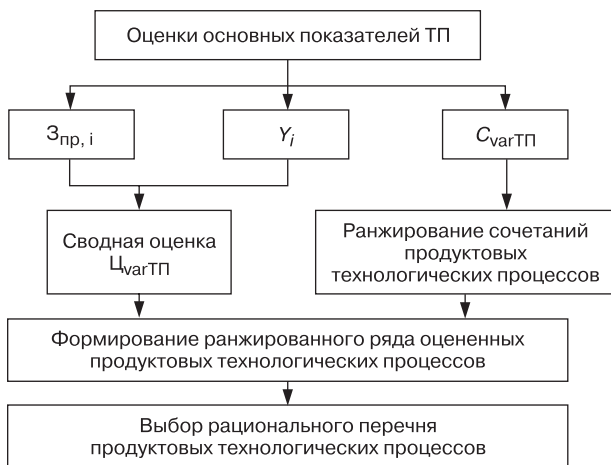


Рис. 6.13. Схема выбора рационального набора продуктовых технологических процессов

период и определяется руководством фирмы. Для фирмы, стесненной в финансовых ресурсах, более значимым, видимо, является показатель $Z_{пр,ir}$, и следовательно, его вес будет больше. Для фирмы, работающей с так называемыми «вредными» производственными процессами в развитых индустриальных странах, более важным может оказаться показатель Y_{ir} и тогда большим будет $k_{кач}$.

Следующий шаг предложенной схемы предполагает выбор из полного списка анализируемых сочетаний продуктовых технологических процессов, имеющих сводные оценки Π_{varTP} , наиболее приемлемого. При этом чем дальше от начала списка располагается такое сочетание продуктовых ТП, тем меньшим уровнем синергизма оно обладает.

Как видим, выбор не носит детерминированного характера, а демонстрирует ситуационный подход. Учитывая сложность решаемой таким выбором проблемы, эта схема, видимо, является обоснованной.

В результате выбора определяется единственное рациональное сочетание продуктовых технологических процессов, обладающее лучшим перечнем основных характеристик. Эти продуктовые технологии сформируют технологическую подсистему ПС предприятия и лягут в основу формирования его машинной подсистемы.

Глава 7. ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ МАШИННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Перечень продуктов, входящих в портфель предприятия, объемы производства этих продуктов, а также применяемые технологии определяют характер машинной системы, необходимой для реализации производственного процесса на предприятии.

Изменения, вносимые в продуктовый портфель включением нового продукта и (или) выводом из него старого, утратившего актуальность продукта, несут в себе потенциал изменения производственной системы (ПС) предприятия. Такие изменения могут быть относительно невелики, а могут потребовать кардинальной перестройки всей производственной системы. Возможность и необходимость перестройки зависят от следующих основных факторов:

- типа организации производственного процесса;
- формы специализации производственной системы;
- уровня кардинальности изменений продуктового портфеля;
- целостности производственной системы предприятия.

Перечисленные факторы носят системный характер и поэтому взаимосвязаны и взаимообусловлены.

7.1. Анализ влияния типа организации производственного процесса ПС на радикальность изменения продуктового портфеля

В различных литературных источниках предлагаются разные формулировки типа организации производства. При этом слово «организация» в формулировке часто опускается. Приведем некоторые из них. В работе [22] дается такое определение: «Тип производства — комплексная характеристика технических, организационных и экономи-

ческих особенностей машиностроительного производства, обусловленная его специализацией, объемом и постоянством номенклатуры изделий, а также формой движения изделий по рабочим местам».

В работе [11] предлагается следующая формулировка: «Тип производства — это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска продукции (ГОСТ 14.0048-3)».

В дайджесте [12] можно увидеть следующее определение: «Тип производства — совокупность организационно-технических и экономических особенностей производства, обусловленная номенклатурой изготавливаемых изделий, масштабами и степенью регулярности выпуска одноименной продукции».

Как представляется, последняя формулировка наиболее точно отражает суть этой категории организации производственного процесса.

Различают три основных типа организации производства: массовый, серийный и единичный. Знание типа организации производства дает существенный по значимости объем информации, позволяющий сделать достаточно обоснованные выводы о форме специализации подразделений фирмы (или предприятия в целом), о характере оборудования, формирующего машинную систему подразделения (предприятия), а также уровне квалификации основного персонала, обслуживающего эту машинную систему, о норме управляемости, присущей данному организационному построению.

Определение типа организации производства осуществляется с использованием двух основных показателей: коэффициента закрепления операций K_{30} и показателя массовости или относительной трудоемкости средней операции технологического процесса $\bar{\gamma}_\tau$. Расчет этих показателей может быть выполнен по известным зависимостям

$$K_{30} = K_0 / S; \quad (7.1)$$

$$\bar{\gamma}_\tau = \frac{\sum_j t_{\text{шт}ij}}{K_0 \cdot \tau_i} = \frac{\sum_j t_{\text{шт}ij} \cdot N_i}{K_0 \cdot F_d}, \quad (7.2)$$

где K_0 — число операций обработки, выполняемых в подразделении; S — число рабочих мест в подразделении; $t_{\text{шт}ij}$ — штучное время выполнения j -й операции обработки на i -м изделии; N_i — объем производства i -го изделия в плановом периоде; τ_i — такт выпуска i -го изделия из обработки; F_d — действительный фонд времени работы в плановом периоде.

Величины, входящие в формулы (N_p , $t_{шт}$, K_o , S , F_d), для действующей ПС задаются изначально и соответствуют спросу и разработанной маршрутной технологии изготовления продукта. Зависимость этих показателей от типа организации производства прослеживается в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Величины показателей $K_{зо}$ и $\bar{\gamma}_T$ в зависимости от типа производства

Тип организации производства		$K_{зо}$	$\bar{\gamma}_T$
Массовый		1	1
Серийный	Крупно	2–10	0,5–0,1
	Средне	11–22	0,1–0,05
	Мелко	23–40	0,05 и менее
Единичный		Более 40	-

При **массовом типе организации производства** имеет место выполнение условия

$$N_i \cdot t_{шт} \geq F_d,$$

что предопределяет стабильное функционирование рабочих мест при изготовлении продукции в течение длительного времени, работа носит однородный характер, переналадки не требуются или сведены к минимуму. Все это определяет, что оборудование ориентировано на выполнение одной или небольшого числа операций и за этот счет может быть конструктивно относительно простым. В свою очередь, простота конструкции приводит к возможности резкого увеличения производительности работы оборудования (цена такого роста — снижение возможностей выполнения разнообразных операций обработки, т. е. снижение универсальности оборудования), его относительному удешевлению. Таким образом, делается вывод о том, что при массовом типе производства следует использовать простое, специализированное на одной-двух операциях, высокопроизводительное дешевое оборудование. Использование такого узкоспециализированного оборудования влечет за собой однозначные выводы о методах организации производственного процесса. Оборудование, выполняющее небольшое число операций в течение длительного (по сравнению с плановым периодом) времени, может быть расставлено в соответствии с одним из основополагающих принципов организации производства — принципом прямоточности. А это, в свою очередь, определяет возможность использования поточных методов организации производственного процесса. Следующий важный вывод на основе всего сказанного выше сводится к определению формы специализации процесса. Учитывая, что объемы производ-

ства и (или) трудоемкость выполнения производственной программы по одному или небольшому числу предметов обработки невелики, технологическая линия работает стабильно, без переналадок относительно длительное время, специализация процесса однозначно целевая или предметная, а в пределе — подетальная. Уровень внутриучасткового и внутрифирменного кооперирования сведен к необходимому минимуму, что позволяет избежать существенных транспортных расходов, сокращает длительность производственного цикла. Персонал, обслуживающий узкоспециализированные рабочие места, в течение длительного времени выполняет лишь одну-две относительно простые операции, связанные с одной (несколькими) операциями, и поэтому может иметь относительно низкую квалификацию. Оплата его труда также относительно низка.

Представленная характеристика массового типа производства позволяет сделать вывод о том, что при желании руководства фирмы сохранить преимущества этого типа (экономия на масштабе, высокая производительность) оно должно очень тщательно подбирать продукты для обновления продуктового портфеля, так чтобы уровень целостности производственной системы не снижался, а ее трансформация не носила радикального характера.

При **единичном типе** организации производственного процесса имеет место выполнение следующего основного условия:

$$N_i \cdot t_{шт} << F_d,$$

что предопределяет нестабильное функционирование рабочих мест в плановом периоде, частую переналадку и перенастройку оборудования и за счет этого существенную долю вспомогательного $t_{всп}$ и подготовительно-заключительного $t_{из}$ времени в протяженности производственного цикла.

Это определяет и основные характеристики используемого оборудования. На каждом рабочем месте должно выполняться несколько десятков операций, т. е. усредненное рабочее место должно быть широкопрофильным, универсальным. Сложные, широкопрофильные станки и оборудование, как правило, относительно дороги и за счет расширения возможностей теряют в производительности. Таким образом, следует однозначный вывод о необходимости при единичном типе организации производства использования дорогого, универсального, относительно низкопроизводительного оборудования. Такая нестабильность рабочих мест, частая их переналадка, переход с одного технологического процесса на другой в связи с обработкой другого

изделия не позволяют использовать поточные методы организации производства. Исполнение принципа прямоточности становится затруднительным, возрастают возвраты предмета обработки на те же рабочие места, растут транспортные издержки, усложняется процесс планирования, растут задержки предметов по разным причинам перед рабочим местом в ожидании запуска в обработку. Таким образом, с целью снижения издержек на эксплуатацию и обслуживание таких рабочих мест их размещение должно осуществляться группами по признаку однородности оборудования. Методы организации при единичном типе уникальны и зависят от применяемого технологического процесса. Однозначно определяется и форма специализации подразделения (фирмы) — это функциональная форма или, как принято называть у нас в стране, технологическая форма специализации. Ее суть сводится к специализации подразделений (участков, цехов) на выполнении одной или небольшого числа функций, сосредоточение на одной технологии обработки (например, участок токарной обработки предметов концентрируется на технологии токарной обработки). Предусматривается высокий уровень межучастковой и внутрифирменной кооперации, что также влечет за собой рост издержек, связанных с перемещением полупродуктов. Уровень квалификации персонала относительно высок, так как рабочие обслуживают сложное оборудование и должны уметь как можно полнее использовать его широкие возможности. В соответствии с этим оплата труда работников также относительно высока.

Характеристика единичного типа позволяет сделать вывод о том, что такая ПС обладает высоким уровнем обособленности, ее элементы относительно самостоятельны и, следовательно, она характеризуется высокой гибкостью по отношению к изменениям продуктового портфеля. Возможности изменения продуктового портфеля в этом случае существенно шире.

Серийный тип организации производства занимает промежуточное место между единичным и массовым типами. Этот тип организации деловых процессов распадается на крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное производство. Условия, которые характеризуют серийный тип организации производства, сводятся к соотношению

$$\sum_i N_i \cdot t_{\text{шт}} \leq F_d.$$

При укрупненной характеристике этого типа организации можно отметить регулярную повторяемость в обработке относительно небольшой номенклатуры изделий. Обработка ведется, как правило, партиями.

Это определило, что основной метод организации производственного процесса серийного импа — именно партионный метод. Оборудование при этом может носить разнородный по специализации характер, от специализированного до универсального. Затраты на вспомогательные и подготовительно-заключительные операции выше, чем в массовом типе, но уступают единичному типу. Квалификация персонала должна быть выше, чем в массовом типе производства, но опять-таки уступает единичному типу. Серийный тип организации производственного процесса предполагает возможность (и даже необходимость) разработки и организации групповых поточных линий. Такая организация позволяет повысить производительность процесса при сохранении значительной части преимуществ единичных методов организации.

В силу широты данного типа организации производства и его деления на мелко-, средне- и крупносерийный подтип организации, можно отметить тяготение крупносерийного типа к массовому, а мелкосерийного — к единичному.

Как уже указывалось, при организации производственного процесса серийный тип носит промежуточный между единичным и массовым типами характер. В силу этого изменения в продуктивном портфеле при относительно небольшой перестройке ПС, возможны в большей степени в мелкосерийном и в существенно меньшей степени в крупносерийном производстве.

7.2. Анализ влияния формы специализации ПС на радикальность изменения продуктового портфеля

В промышленном производстве различают две формы специализации: целевую и функциональную.

Целевая форма специализации предполагает концентрацию подразделения или фирмы в целом на производстве одного или небольшого числа изделий (или их частей). В рамках подразделения (фирмы) формируется производственная база, состоящая из разнообразного оборудования, необходимого и достаточного для выполнения всех операций технологического процесса изготовления продукции. Кооперирование с другими подразделениями (фирмами) сведено к минимуму.

Функциональная форма специализации (в России ее принято обозначать как технологическую специализацию) связана с сосредоточением подразделения или фирмы в целом на исполнении однородных

технологических процессов или использовании однотипного оборудования. Подразделения создаются по принципу общности основного оборудования (например, участок токарных станков) и заняты частичной обработкой разнообразной продукции. На выходе из подразделения, как правило, имеется полупродукт, требующий дальнейшей обработки в другом подразделении.

В чистом виде выделить предприятие с целевой или функциональной специализацией вряд ли возможно. Как правило, специализация носит смешанный характер, когда цех имеет целевую специализацию, а его производственные участки — функциональную или выпускающие подразделения фирмы имеют целевую специализацию, а заготовительные и обрабатывающие — в основном функциональную.

Целевая специализация характерна для массового и крупносерийного типа организации производства. Функциональная — для единичного и мелкосерийного типов организации ПС.

Как следует из характеристики форм специализации, целевая форма ориентирована на производство конечного продукта (или нескольких однородных продуктов), в силу чего изменения в продуктовом портфеле должны обеспечивать сохранение существующей его однородности, т. е. такие изменения весьма ограничены. При этом различают предметную и поддетальную целевую специализации. Поддетальная ее разновидность носит более глубокий характер, что еще более снижает гибкость производственной системы по отношению к динамике продуктового портфеля.

Функциональная специализация ПС ориентирована на процесс и по этой причине обладает большей адаптивностью к изменениям продуктового портфеля. Ее возможности по обработке большого числа продуктов существенно шире, чем при целевой специализации ПС.

Последние годы прослеживается отчетливая тенденция производителей уйти от массового производства, расширения номенклатуры выпускаемых продуктов с одновременным снижением объема производства каждого из них. Имеет место снижение протяженности ЖЦ продуктов, а следовательно, актуальна потребность в снижении протяженности производственного цикла. В силу нарастания ограниченности всех видов ресурсов все более значимой становится проблема их экономии в производстве, т. е. проблема роста эффективности ПС. В России эта проблема усугубляется относительно низкой платежеспособностью населения. Отсутствие обоснованной информации о тенденциях развития рынков, направлении «вектора» такого развития на ближайшую перспективу приводит к стремлению руководства

производственных предприятий обезопасить себя от неожиданных изменений рыночных предпочтений. Отчасти эта безопасность обеспечивается наращиванием гибкости ПС. Учитывая, что в целом ПС, построенные по целевому принципу, более эффективны, а функциональные — более адаптивны к изменениям внешней среды, имеет место стремление найти рациональное сочетание обеих форм специализации в производственных системах.

Информационная модель оценки основных форм специализации ПС по ряду характеристик представлена в табл. 7.2.

Таблица 7.2. Информационная модель оценки основных форм специализации

№ п/п	Характеристика формы специализации	Форма специализации	
		целевая	функциональная
1	Относительная гибкость ПС	Низкая	Высокая
2	Возможность диверсификации	Отсутствует (низкая)	Имеется (высокая)
3	Относительная квалификация персонала	Низкая	Высокая
4	Характеристика оборудования	Специальное, специализированное	Универсальное
5	Возможность использования поточных методов организации ПС	Имеется (высокая)	Отсутствует (низкая)
6	Относительная длительность производственного цикла ($T_{пр}$)	Небольшая	Большая
7	Относительная степень использования оборудования (K_s)	Низкая	Высокая
8	Характер организационной структуры ПС	Иерархическая	Горизонтальная
9	Характерный тип организации производства	Массовый, крупносерийный	Единичный, мелкосерийный
10	Относительные расходы по переделу (себестоимость продукции)	Ниже	Выше
11	Относительная производительность производственного процесса	Высокая	Низкая
12	Синергия ПС	Высокая	Низкая

Как видно из информационной модели, сделать однозначные выводы о преимуществах той или иной специализации оказывается сложно. Целевая специализация обеспечивает высокую производительность ПС, функциональная — ее гибкость по отношению к динамике внешней среды.

Таким образом, параметр специализации носит для ПС определяющий характер, а его рациональная величина должна быть определена.

7.3. Анализ влияния целостности ПС на характер ее реструктуризации

Концепция целостности ПС рассматривалась многими видными учеными, занимающимися организацией производства. Так в работе [20] указывается, что «...целостность состава необходимых элементов, определенную концентрацию и специализацию оборудования, оснащения и рабочих кадров, а следовательно, унификацию технологических процессов изготовления, сосредоточенных в данной системе однородных частей или изделий», следует при построении ПС считать важнейшим структурообразующим принципом. Авторы этой работы обращают внимание на необходимость обеспечения целостности ПС с привлечением не только методов анализа, но и синтеза. В дальнейшем концепция целостности исследовалась в работе [15] и на современном этапе развития сводится к следующему. В силу действия закона роста потребностей идет постоянный процесс изменения, дополнения продуктового набора, удовлетворяющего эти потребности. Динамика продуктового набора, изготавливаемого предприятием, неизбежно влечет за собой необходимость развития технологии, разработки новых технологических процессов, модернизации действующих. Динамика в развитии технологии обуславливает изменения в производственной системе предприятия, отрасли, страны и в мире. Таким образом, ПС относятся к классу развивающихся систем. Темпы развития ПС, как отмечается в работе [15], состав и объем необходимых для этого ресурсов зависят от возможности осуществлять изменения по частям. Для характеристики такой возможности вводится понятие делимости (или обособленности) и ее противоположности, неделимости (или целостности), производственной системы.

Обособленной предполагается считать систему, в которой связи между элементами слабы (или отсутствуют вовсе) и изменения в любом из них не требуют внесения изменений в остальные элементы такой системы. Примером такой ПС может служить участок производственного цеха с технологической формой специализации.

Целостной признается система, между всеми элементами которой существуют сильные связи, а изменения, вносимые в один из ее элементов, немедленно вызывают необходимость внесения соответствующих изменений в другие элементы системы. Примером такой ПС является роторная линия, в меньшей степени — целевой производственный участок.

Таким образом, становится очевидной возможность относительно легкого, «дешевого» развития обособленной ПС, когда может быть

заменен, модернизирован только один из ее элементов, и, напротив, необходимость кардинальной перестройки целостной ПС, что, скорее всего, потребует серьезных инвестиций в ее трансформацию.

Целостные производственные системы обладают, как правило, высокой производительностью, коротким производственным циклом, низким уровнем потерь по организационным причинам, системы относительно дешевы. Однако такие ПС, как правило, негибки, жестко специализированы на выпуске узкой номенклатуры продукции (выполняемых работ), они относительно конструктивно сложны. Экономические потери, связанные с их обслуживанием и простоями, оказываются велики.

Обособленные системы — это системы, отличающиеся высокой гибкостью, они относительно легко перестраиваются на выпуск новой продукции, обладают высоким универсализмом, простаивание любого из их элементов часто не оказывает сильного влияния на деятельность остальных элементов. Однако производительность таких систем, как правило, низка, потери по организационным причинам высоки, производственный цикл в среднем длиннее, а их стоимость относительно выше.

Проблема рационального сочетания целостности и обособленности, таким образом, является для ПС важной. Для ее разрешения необходимо ответить на следующие вопросы:

- во-первых, как количественно оценить степени целостности и обособленности производственной системы;
- во-вторых, как определить рациональное сочетание свойств целостности производственной системы и универсализма оборудования, ее составляющего;
- в-третьих, как учесть изменения в соотношении свойств целостности и универсализма производственной системы в зависимости от радикальности вносимых в продуктовый портфель изменений при его реструктурировании.

7.3.1. Количественная оценка свойств целостности и обособленности ПС

В работе [15] приводится методика количественной оценки свойств целостности и обособленности систем. В кратком изложении она представляет собой нижеследующее.

Количественно целостность системы может быть определена числом связей между ее элементами. Если ПС состоит из n элементов, то

максимально возможное количество связей между ними $M_{\max}$ определится как произведение

$$M_{\max} = n(n-1). \quad (7.3)$$

Если же количество связей, фактически установленных между элементами системы M_{ϕ} , меньше максимально возможного, то степень целостности системы Π может быть определена как соотношение

$$\Pi = M_{\phi} / M_{\max}. \quad (7.4)$$

Целостная система предполагает наличие отношений каждого элемента со всеми остальными элементами, т. е. $M_{\max} = M_{\phi}$, и тогда показатель целостности оказывается равным 1, т. е. $\Pi = 1$.

Обособленная система состоит из самостоятельных элементов, не связанных между собой, т. е. $M_{\phi} = 0$. В этом случае показатель целостности также оказывается равен нулю, т. е. $\Pi = 0$.

Учитывая, что категория обособленности ПС является антиподом целостности, становится очевидной запись определения показателя обособленности Об как разности Об = 1 – Π

Примером ПС с высокой степенью целостности является, например, роторная линия. Выход из строя любого из ее элементов повлечет за собой остановку всей линии.

В значительной степени обособленной ПС является участок с функциональной специализацией, когда каждый станок работает в существенной мере автономно. Взаимосвязи между элементами этой системы относительно слабы и немногочисленны. Выход из строя любого из них не повлечет за собой остановку работы остальных.

Ясно, что в условиях реального производства ПС характеризуются определенным сочетанием свойств целостности и обособленности. В этом случае показатели Π и Об принимают некоторое промежуточное значение: $\Pi < 1$ и Об < 1 . В работе [20] приводится пример использования графического моделирования производственной структуры механообрабатывающего цеха (рис. 7.1), который позволяет наглядно отобразить связи между элементами ПС. При этом производственная структура изображается в виде графа, узлы которого есть подразделения (участки), а дуги — связи между ними. Направление дуг обозначает направление маршрута обработки. Изображенная на рис. 7.1 производственная структура цеха сложная и имеет два участка, каждым из которых руководит начальник. Участки имеют свою производственную структуру, состоящую из трех подучастков, во главе которых стоят сменные мастера или бригадиры. Между двумя участками имеется не

менее семи производственных потоков. Если не рассматривать связи цеха с внешними элементами производственной системы, то окажется, что между внутренними ее элементами (а таких всего 6, по числу производственных подучастков) действуют 15 материальных потоков деталей маршрутов обработки.

Таким образом, использование графического метода моделирования реальной ПС позволяет определить число производственных связей между ее элементами M_{ϕ} . Максимальное их количество в условиях примера определится по формуле (7.3)

$$M_{\max} = n(n - 1) = 6(6 - 1) = 30.$$

Тогда показатель целостности ПС в соответствии с формулой (7.4), окажется равен

$$\text{Ц} = M_{\phi} / M_{\max} = 15 / 30 = 0,5.$$

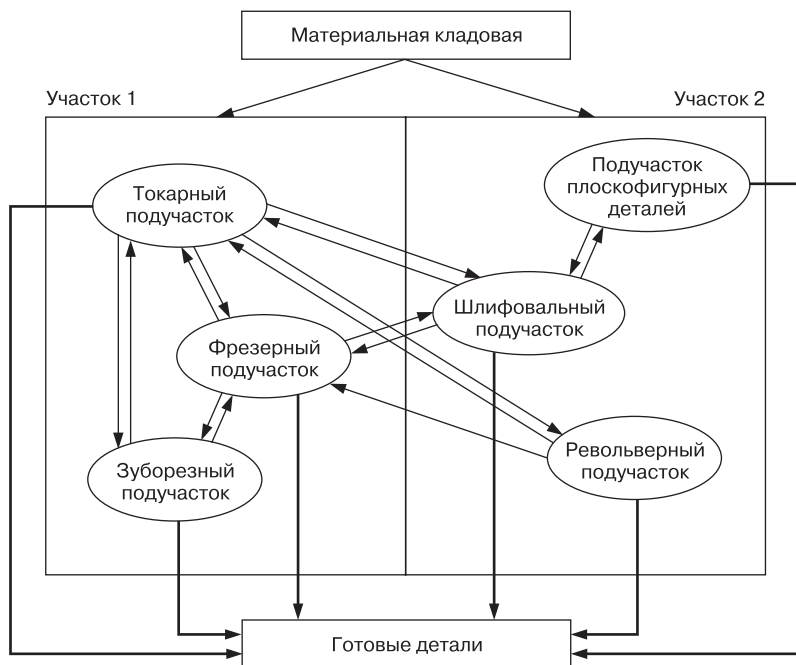


Рис. 7.1. Граф производственных потоков в структуре механообрабатывающего цеха

Однако такая оценка целостности допустима и приемлема для простых систем. Производственные системы относятся к классу сложных, в силу чего и оценки их свойств целостности и обособленности должны быть усложнены. Как представляется, среднестатистическое производственное предприятие имеет разнородный по массовости производства, продуктовый портфель — одни продукты выпускаются относительно регулярно и большими партиями, другая часть продуктового портфеля более динамична, подвержена частым изменениям, а объемы производства, как правило, невелики. Такая разница в продуктах, несомненно, приведет к различным организационным подходам при их производстве. В. Петров [20, с. 34] обращал внимание на то, что «...необходимо учитывать ряд плано-организационных требований, а также особенности планирования изготовления деталей, относящихся к разным типам производства». Исходя из этой особенности продуктового портфеля, производственная система предприятия также будет неоднородной, уровень показателя целостности отдельных ее сегментов окажется разным. Сказанное можно пояснить объемной моделью (рис. 7.2), по осям которой откладываются основные факторы, влияющие на характеристику целостности ПС. Точки в определенном осями координат пространстве являются локальными показателями целостности сегментов

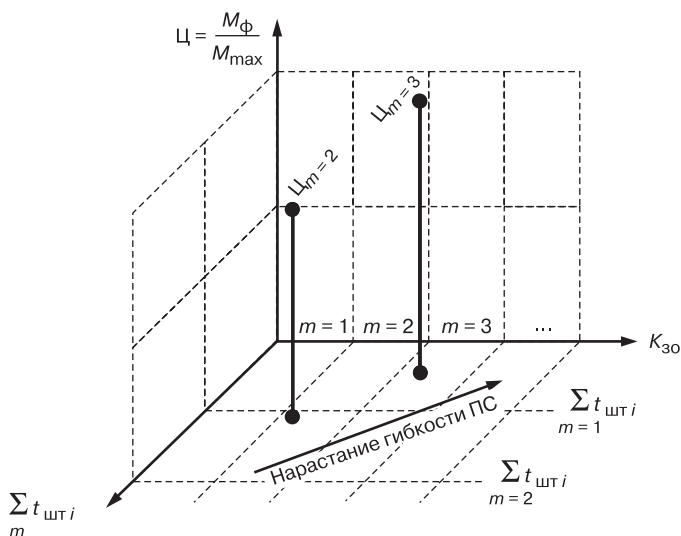


Рис. 7.2. Объемная модель формирования оценки целостности ПС

ПС, а сумма их взвешенных по трудоемкости исполнения групп продуктов даст общую оценку показателя целостности ПС.

Опишем предлагаемую методику получения количественной оценки свойств целостности и обособленности ПС подробнее.

Весь расчет распадается на некоторую очередность этапов.

1. Необходимо весь перечень продуктов, входящих в портфель предприятия, разнести по группам, однородным по показателю закрепления операций K_{30} . Для этого рассчитывается показатель K_{30} для каждого объекта производства. Определяется состав групп объектов производства, лежащих в заданных интервалах изменения K_{30} . Границы интервалов должны соответствовать принятому делению на типы организации производства, т. е. $1 < K_{30} \leq 2$ — для массового типа; $2 < K_{30} \leq 10$ — для крупносерийного типа; $10 < K_{30} \leq 22$ — для среднесерийного типа; $22 < K_{30} \leq 40$ — для мелкосерийного типа и $K_{30} > 40$ — для единичного производства. Таким образом, формируется перечень m -х групп продуктов, компактных по показателю K_{30} , т. е. относящихся к одному типу организации производства.

2. Рассчитывается трудоемкость изготовления каждого из i -х объектов $t_{\text{ити}}$, вошедших в m -ю группу, а затем определяется суммарная трудоемкость каждой группы объектов $\sum_{i \in m} t_{\text{ити}}$.

3. Рассчитывается весовой коэффициент R_m по трудоемкости изготовления каждой m -й группы в общем объеме трудоемкости портфеля

$$R_m = \frac{\sum_{i \in m} t_{\text{ити}}}{\sum_m \sum_{i \in m} t_{\text{ити}}}, \quad (7.5)$$

где m — номер группы объектов производства.

4. По каждой m -й группе объектов производства рассчитывается показатель целостности ПС по предложенной М. Кругловым формуле

$$\Pi_m = \frac{M_{\Phi}^m}{M_{\text{max}}^{\text{ПС}}}, \quad (7.6)$$

где M_{Φ}^m — фактическое число связей между элементами ПС, занятыми в производстве продуктов m -ой группы; $M_{\text{max}}^{\text{ПС}}$ — максимально возможное число связей между элементами производственной системы.

5. Определяется средневзвешенный показатель целостности производственной системы $\Pi^{\text{ПС}}$

$$\Pi^{\text{ПС}} = \sum_j R_m \cdot \Pi_m \quad (7.7)$$

Такая оценка носит, на наш взгляд, более точный по отношению к ПС характер.

Полученная таким образом количественная оценка показателя целостности (а соответственно и обособленности) ПС является характеристикой продуктового портфеля, который с ее помощью изготавливается. Именно состав продуктового портфеля и параметры входящих в него продуктов формируют рациональный уровень целостности, который должна иметь ПС. Предложенная методика учитывает особенности продуктового портфеля и, следовательно, позволяет определить рациональный уровень показателя целостности ПС для данного продуктового портфеля фирмы.

Имея количественную оценку рационального уровня показателя целостности $\Pi_{\text{рац}}^{\text{ПС}}$ и определив величину этого показателя $\Pi^{\text{ПС}}$ у реально функционирующей производственной системы, можно путем сравнения выяснить, насколько ПС соответствует сложившемуся продуктовому портфелю по уровню ее целостности. Наличие существенного расхождения между рациональным и фактическим уровнями вызывает необходимость реорганизации, реструктуризации ПС с целью достижения обоснованного уровня ее целостности.

7.3.2. Определение рационального соотношения свойств целостности ПС, универсализма ее машинной подсистемы и радикальности изменения продуктового портфеля

Продукты, выпускаемые промышленностью, как правило, сложны. Они состоят из узлов и отдельных элементов (в машиностроении — это детали). Процесс изготовления сложного продукта сводится к изготовлению отдельных его элементов и последующей их сборки в готовую продукцию. Таким образом, с процессной точки зрения продукты однородны, если однородны по важнейшим признакам их элементы. К таким важнейшим признакам относят: вид материала, габаритные размеры, способ получения и соответствующий ему технологический процесс, вид обрабатываемых поверхностей и их точность и т. д.

Если вновь включаемое в продуктовый портфель изделие по важнейшим признакам его элементов сильно отличается от имеющихся в нем продуктов, то это может повлечь необходимость серьезной трансформации ПС, и наоборот, при совпадении по важнейшим характеристикам, изменения в ПС могут оказаться минимальными. Если целостность ПС велика, то даже незначительные изменения, вносимые в один (небольшое число) элемент системы могут привести к необходимости изменений в других ее элементах или системы в целом.

Зависимость между радикальностью изменений, вносимых новым продуктом и уровнем целостности производственной системы может быть отражена в матрице, представленной на рис. 7.3, где по оси абсцисс откладывается уровень целостности производственной системы, а по оси ординат — степень изменения продуктового портфеля, вносимого новым продуктом.

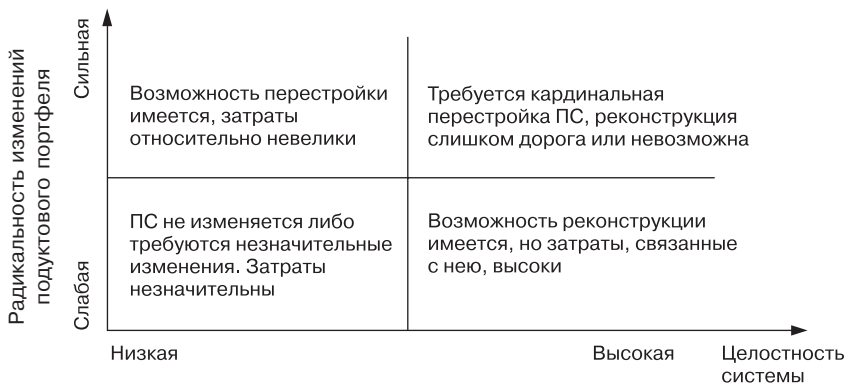


Рис. 7.3. Матрица взаимосвязи радикальности изменения продуктового портфеля и целостности производственной системы

Радикальность изменения продуктового портфеля может быть оценена количественно с помощью показателя

$$R = 1 - N_{\text{сов}}/N_{\text{общ}}, \quad (7.8)$$

где R — радикальность изменений продуктового портфеля предприятия, вносимых включением в него нового продукта; $N_{\text{сов}}$ — число операций технологического процесса обработки, имеющих как в новом ТП, так и в ранее используемом в ПС предприятия ТП (совпадающие операции); $N_{\text{общ}}$ — общее число операций обработки в ТП, используемом для производства нового продукта.

Смысл предложенного показателя может быть пояснен обобщенной схемой (рис. 7.4).

Предположим, что до включения в продуктовый портфель предприятия нового продукта использовался технологический процесс ТП1, состоящий из $N_{\text{стар}}$ числа операций обработки с номерами $j=1, 2, 3, 4$ и 5. Новый продукт, включенный в портфель предприятия, потребует использования технологического процесса ТП2, который состоит из $N_{\text{общ}}$ числа операций, часть из которых $N_{\text{сов}}$ совпадает с операциями старого ТП1 (на рис. 7.4 это операции с номерами $j=2, 4$ и 5). При

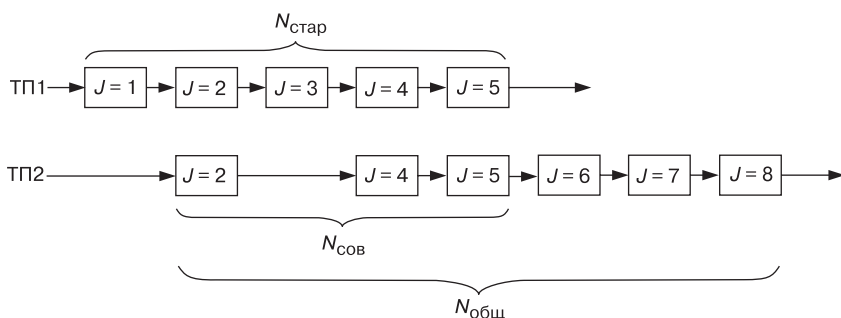


Рис. 7.4. Схема определения $N_{\text{сов}}$ и $N_{\text{общ}}$ (здесь $N_{\text{стар}}$ — число операций обработки в ранее используемом технологическом процессе)

расчете показателя радикальности изменений продуктового портфеля будем исходить из того, что минимальное число операций ТП равно 1, т. е. минимальное $N_{\text{общ}} = 1$.

Число совпадающих операций лежит в интервале $0 \leq N_{\text{сов}} \leq N_{\text{общ}}$. Тогда область определения величины радикальности изменений портфеля R лежит в интервале от 1 (при $N_{\text{сов}} = 0$ параметр $R = 1 - 0/N_{\text{общ}} = 1$) до нуля (при $N_{\text{сов}} = N_{\text{общ}}$ параметр $R = 1 - N_{\text{сов}}/N_{\text{общ}} = 1 - 1 = 0$).

При этом величина $R = 0$ соответствует полному совпадению операций нового ТП2 с соответствующими операциями существующего ТП1, т. е. все операции ТП2 имеют аналоги в реализуемом ранее технологическом процессе ТП1. Радикальность вносимых новым продуктом в ПС изменений ничтожна (равна нулю).

При $R = 1$ новый ТП2 не имеет ни одной совпадающей операции, т. е. радикальность вносимых изменений велика, существующая ПС предприятия может потребовать серьезной трансформации для реализации этого ТП.

Зависимость радикальности возможных изменений продуктового портфеля от уровня целостности ПС может быть отражена нижеследующей графической зависимостью (рис. 7.5).

Чем выше целостность ПС, характеризуемая показателем Π^{nc} , тем меньшая радикальность изменений в продуктовом портфеле допустима, так как специализация оборудования ПС высока, а взаимосвязи между элементами машинной подсистемы ПС велики. При внесении изменений в один или небольшое число элементов машинной подсистемы может возникнуть необходимость перестройки всей (или большей ее части) производственной системы в силу большого числа сильных связей между ее элементами. Инвестиции в развитие ПС окажутся относительно большими.

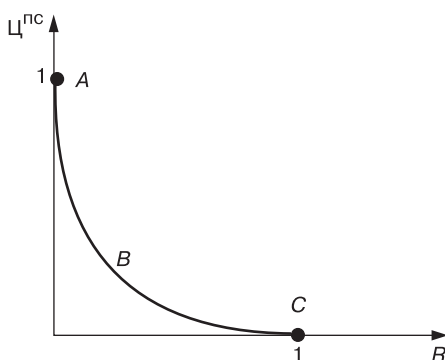


Рис. 7.5. Кривая зависимости целостности ПС и радикальности изменений продуктового портфеля

Чем ниже уровень целостности ПС ($\mathcal{C}^{\text{ПС}}$), тем более обособленными, самостоятельно функционирующими являются ее элементы, их универсализм велик, и тем самым, допустим существенно больший радикализм изменений в продуктовом портфеле. При этом появляется возможность развития ПС по частям, что требует относительно меньших инвестиций.

Кривая ABC на графике (рис. 7.5) пересекает оси координат в точках $R = 1$ при $\mathcal{C}^{\text{ПС}} = 0$ и $\mathcal{C}^{\text{ПС}} = 1$ при $R = 0$. На участке кривой AB падение показателя целостности ПС при росте радикальности изменений будет идти более интенсивно, чем на участке кривой BC , так как любое, даже небольшое изменение в портфеле может повлечь необходимость модернизации (изменений) производственной системы в целом или ее существенной части. При снижении уровня целостности системы (отрезок BC) влияние радикальности изменений портфеля на необходимость перестройки ПС уменьшается, так как ПС в значительной степени универсальна (обособленность ее элементов высока), темпы снижения целостности падают.

Таким образом, целостность ПС (показатель $\mathcal{C}^{\text{ПС}}$) определяет допустимый уровень радикальности изменений в продуктовом портфеле предприятия.

Радикальность изменений продуктового портфеля предприятия R зависит от универсализма имеющегося в ПС оборудования. Чем выше универсализм этого оборудования, тем больший радикализм изменений в портфеле допустим, и наоборот, чем выше специализация оборудования, тем меньший уровень изменений в продуктовом портфеле предприятия оказывается приемлем для данной ПС.

Уровень универсализма или специализации оборудования должен быть рациональным, так как «...благодаря этому система упрощается за счет устранения неоправданного многообразия технологических параметров»[20]. Характеристика уровня универсализма U_n (специализации Sp) оборудования, используемого производственной системой, может быть дана с привлечением модернизированного показателя $K_{\text{зом}}$. Действительно коэффициент закрепления операций определяется как отношение числа операций K_o , приходящихся на одно рабочее место. Показатель $K_{\text{зом}}$ рассчитывается как отношение числа операций K_o^* , которые потенциально могут быть выполнены на оборудовании подразделения, к числу видов этого оборудования S^* , имеющегося в подразделении, т. е.

$$K_{\text{зом}} = K_o^* / S^*. \quad (7.9)$$

Таким образом, $K_{\text{зом}}$ характеризует среднюю универсальность единицы оборудования данного вида. Чем выше $K_{\text{зом}}$, тем более универсален рассматриваемый вид оборудования (единица оборудования данного вида) и, наоборот, чем $K_{\text{зом}}$ меньше, тем выше специализация этого вида оборудования.

Для дальнейших логических построений удобнее воспользоваться коэффициентом специализации Sp , который определяется по формуле

$$Sp = 1 / K_{\text{зом}}. \quad (7.10)$$

При этом в своих рассуждениях будем исходить из предположения о том, что низкий уровень радикальности изменений R продуктового портфеля характерен для высоко специализированной машинной системы (Sp высок). Высокий уровень специализации оборудования влечет за собой рост связей между элементами ПС, т. е. рост Π^{nc} . Учитывая, что пределом членения ТП является одна операция, т. е. меньше одной операции на единице оборудования выполняться не может, то минимальной величиной $K_{\text{зом}}$ в высокоспециализированных ПС является $K_{\text{зом}} = 1$, или $Sp = 1$. Таким образом, при $\Pi^{\text{nc}} = 1$, величина $Sp = 1$, а уровень радикальности изменений продуктового портфеля $R = 0$. Примером такой машинной системы является роторная линия, выполняющая строго определенную очередность заданных операций.

Высоко обособленные ПС ($\Pi^{\text{nc}} \rightarrow 0$) формируются из универсального оборудования, способного выполнять большое число операций обработки. Для такого оборудования $K_{\text{зом}}$ имеет большое численное значение (в пределе с ростом универсализма оборудования $K_{\text{зом}} \rightarrow \infty$), т. е. показатель $Sp \rightarrow 0$, а уровень допустимой радикальности изменений продуктового портфеля равен 1, т. е. $R = 1$.

Таким образом, форма зависимости радикальности изменений продуктового портфеля предприятия от универсализма его машинной подсистемы ПС становится очевидной и может быть отражена на графике (рис. 7.6). Как видим, зависимость R от параметра специализации $Cп$ обратно пропорциональная, т. е. чем выше специализация, тем меньшие изменения в продуктивном портфеле допустимы и, наоборот, чем выше универсализм оборудования (ниже уровень специализации), тем более радикальные изменения в продуктивном портфеле могут быть произведены.

Вышеприведенные рассуждения позволяют построить следующую логическую цепочку: любая ПС объективно обладает определенным уровнем целостности ($Ц^{nc}$), уровень целостности ПС формирует допустимый для нее уровень радикальности изменений R^a , которые могут быть внесены в продуктовый портфель предприятия без существенной трансформации ПС. Радикальность изменений портфеля R^a , в свою очередь, определяет необходимый уровень специализации оборудования машинной подсистемы ПС.

Зависимость показателя целостности ПС $Ц^{nc}$ от уровня специализации оборудования ясна и является прямо пропорциональной (рис. 7.7), т. е. чем выше специализация оборудования ПС, тем более целостной является производственная система ($Ц^{nc} \rightarrow 1$).

Полученные парные зависимости $Ц^{nc}-R$ и $R-Cп$ могут быть рассмотрены совместно. Для такого рассмотрения построим объемную модель, представленную на рис. 7.8, где по оси абсцисс откладывается показатель специализации оборудования $Cп$, по вертикальной оси —

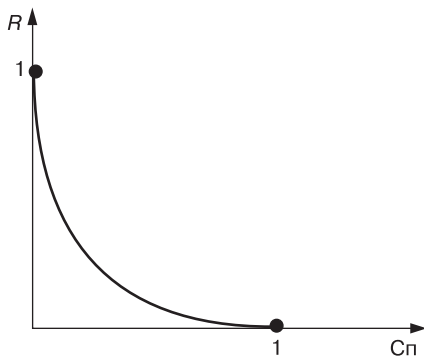


Рис. 7.6. Кривая зависимости радикальности изменений продуктового портфеля от специализации машинной подсистемы ПС фирмы

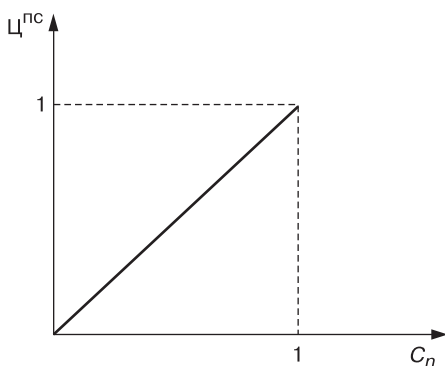


Рис. 7.7. Зависимость целостности ПС от специализации ее машинной подсистемы

показатель радикальности изменения портфеля R , а по оси ординат — параметр целостности ПС $\Pi^{\text{ПС}}$.

В целях упрощения анализа предложенной модели проведем ее определенное упрощение. Во-первых, упростим формы парных зависимостей (но не их содержания), заменив кривые линии зависимостей прямыми. Во-вторых, упростим изображение модели в указанном пространстве так, как это представлено на рис. 7.9. Использование объемной модели позволяет определить рациональное сочетание исследуемых параметров ПС: $\Pi^{\text{ПС}}$, R и C_n . Допустим, целостность действующей производственной системы $\Pi_{\text{ф}}^{\text{ПС}}$ определена. Тогда для такой ПС до-

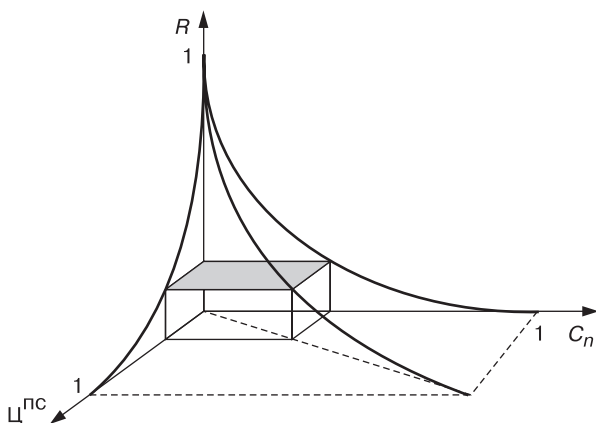


Рис. 7.8. Трехфакторная модель производственной системы предприятия

пустимым уровнем радикальности изменения продуктового портфеля является уровень R^1 (см. рис.7.9), который может быть реализован производственной системой при уровне специализации оборудования не более Cn^1 .

Если радикальность изменений портфеля при введении в него нового продукта (Сп) оказалась больше, чем рациональная для данной ПС величина R^1 , то в соответствии с предложенной моделью уровень целостности ПС должен быть снижен до величины $\Pi_1^{пс}$, а степень специализации входящего в нее оборудования уменьшена до Cn_1 . Существующая производственная система требует реструктуризации.

Если радикальность изменений R_2 оказалась меньше рационального значения параметра R^1 , то изменений в ПС не требуется, однако ее возможности используются не полностью. При низкой радикальности изменений, вносимых в портфель, предприятие могло бы иметь машинную систему с большим уровнем целостности $\Pi_2^{пс}$ при уровне специализации Cn_2 , которая обладает большей производительностью.

Разрешение задачи о рациональном сочетании $\Pi^{пс}$, R и Cn требует точного прогноза уровня радикальности вносимых в портфель изменений в относительно длительной перспективе. Кроме того, видимо, любая ПС должна иметь резерв по универсализму ее машинной подсистемы.

Следует, правда, отметить разнородный состав элементов расчетных формул определения показателей $\Pi^{пс}$, R и Cn . Это затрудняет теоретическое построение как парных (плоских) моделей, так и объем-

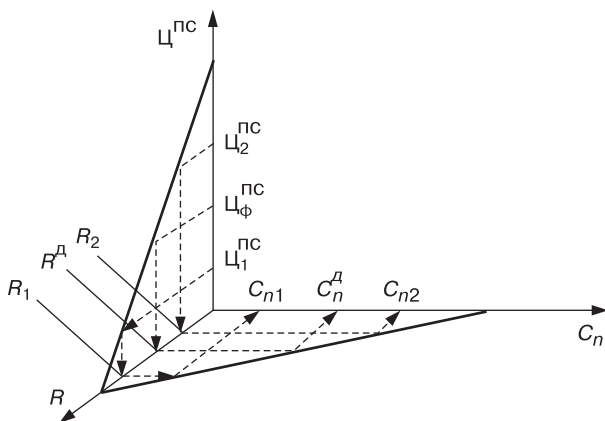


Рис. 7.9. Упрощенная объемная модель взаимозависимостей R - $\Pi^{пс}$, R - Cn

ной модели их взаимозависимости. Такое построение должно вестись исходя из накопленного эмпирического материала, возможно, потребуются проведение организационно-экономических экспериментов на реально действующем предприятии.

Таким образом, существующая на предприятии ПС характеризуется определенным соотношением ее целостности и универсализма, которые, в свою очередь, определяют допустимый уровень изменений, вносимых в продуктовый портфель при включении в него нового продукта. Соотношение этих показателей взаимообусловлено, только взаимообусловленное их соотношение может считаться рациональным.

7.4. Методика формирования машинной подсистемы ПС предприятия

В основе методики формирования машинной подсистемы ПС предприятия в связи с изменениями, вносимыми в его продуктовый портфель, лежит принцип рационального сочетания свойств целостности ПС, уровня универсализма оборудования, входящего в ее машинную подсистему и текущего (или прогнозируемого) уровня радикальности изменений продуктового портфеля предприятия.

Уровень целостности ПС определяет возможность ее развития по частям, т. е. путем модернизации или замены ее отдельных элементов на более прогрессивные. Наличие такой возможности, безусловно, на этапе эволюционного развития фирмы более предпочтительно по отношению к радикальной перестройке всей ПС. А именно такая перестройка характерна для ПС, когда уровень ее целостности высок, а внесение изменений необходимо.

Рациональный уровень целостности ПС зависит и определяется принятой на предприятии стратегией его развития в данный исторический отрезок времени.

При стратегии развития предприятия, ориентированной на массовый характер производства и сбыта однородной продукции, при ориентации на большие рыночные доли оно может и должно стремиться к повышению целостности ПС. Именно целостные системы позволяют обеспечить высокую производительность процесса, относительно низкие издержки, что, в свою очередь, позволяет получать предприятию экономию на масштабе.

При стратегии развития предприятия, ориентированной на диверсификацию производства, на небольшие рыночные доли и объемы производства и продаж продукции, на короткие ЖЦ продуктов и высокий

уровень инноваций в них, предпочтение, скорее всего, должно отдаваться обособленным системам. Именно такие системы обеспечат высокую гибкость ПС, ее легкую перестройку при переходе на новый продукт или технологический процесс, относительно дешевое развитие ПС за счет модернизации или замены отдельных ее составляющих.

Если же в портфеле предприятия имеются продукты массового производства и сбыта, а также продукты, выпускаемые небольшими разовыми тиражами при частой их сменяемости, то ПС такого предприятия должна носить смешанный по показателю целостности характер. Отдельные сегменты такой ПС должны иметь высокую степень целостности, другие сегменты — существенно более высокий показатель обособленности.

Для вновь проектируемой машинной подсистемы ПС производственного предприятия алгоритм ее построения сводится к очередности этапов, которая представлена на рис. 7.10.

Дадим краткую характеристику каждому из этапов предложенного алгоритма.

Этап 1. Как уже говорилось выше, любое изделие является технической системой, состоящей из комплекса узлов и деталей, которые и определяют формы специализации ПС и методы организации ее функционирования. Таким образом, первый этап алгоритма связан с декомпозицией продуктового портфеля фирмы на элементарные составляющие.

Этап 2. Этот этап проектирования машинной подсистемы ПС предполагает классификацию всей совокупности элементарных составляющих изделий по основным конструктивно-технологическим признакам с целью формирования относительно однородных элементарных конструктивно-технологических групп (КТГ). К таким признакам относятся: вид материала, вид заготовки, тип детали, ее габаритные размеры, масса и т. д. Формирование КТГ может осуществляться по следующей схеме. Первоначально в целях измерения классифицируемых признаков в одном масштабе осуществляют нормирование их значений. Действительно, габариты детали измеряются в миллиметрах, объем производства — в штуках, вес детали — в килограммах и т. д. Суть нормирования сводится к тому, что абсолютная величина значения того или иного V -го признака i -й детали заменяется на его нормированное значение, вычисленное по формуле

$$x_{iv}^H = \frac{(x_{iv} - \bar{x}_v)}{\sigma_v}, \quad i = \overline{1, n}, \quad v = \overline{1, q}, \quad (7.11)$$

где $\bar{x}_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{iv}$ — среднее арифметическое значений величины v -го признака i -й детали; $\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n} (x_{iv} - \bar{x}_v)^2}$ — среднее квадратическое отклонение.



Рис. 7.10. Схема алгоритма проектирования новой машинной системы предприятия

Далее нормированные по признакам объекты подвергаются классификации с построением многоуровневого дерева целей. Схема дерева целевой декомпозиции представлена на рис. 7.11. Корнем его является множество D , в которое входят все анализируемые объекты (детали), вершиной — слой единичных объектов (деталей). Промежуточные слои (классы, подклассы, типогруппы, группы и т. д.) состоят из сгруппированных по тем или иным признакам объектов (деталей). При построении дерева важно точно определить с иерархическим

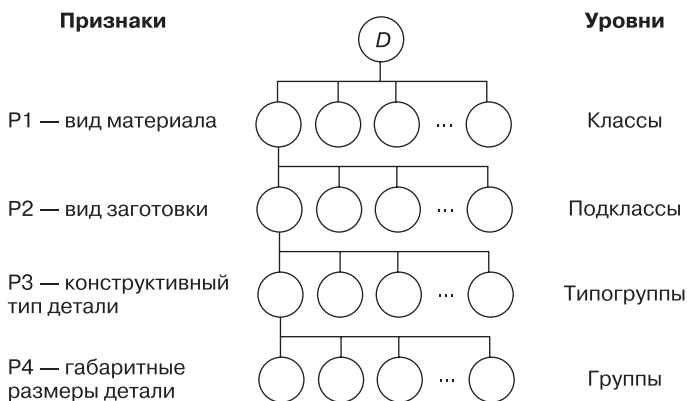


Рис. 7.11. Схема классификационного дерева целей

уровнем того или иного классификационного признака. Определить этот уровень можно, используя экспертный метод парных сравнений, когда все признаки классификации сравниваются друг с другом в целях выявления их значимости в характеристике объектов классификации. Более значимые признаки формируют более высокий слой в иерархии. В результате группирования объектов создаются горизонтальные и вертикальные ряды классификации. Расчетный пример такого построения приводится в приложении 2.

При группировании деталей в КТГ стремятся создать такие группы (классы), затраты на изготовление которых были бы наименьшими. Однако зависимости, устанавливающие влияние группировки деталей на затраты, весьма трудно определить. Хотя интуитивно ясно, что чем плотнее группа объектов, тем больше возможностей использования типовых технологических процессов и меньше разнообразие средств технологического оснащения. А это напрямую влечет снижение издержек на технологическую подготовку производства.

Объединение деталей в КТГ может осуществляться вычислением меры близости между деталями как взвешенное расстояние в эвклидовом пространстве. Смысл сказанного может быть пояснен схемой для объектов, характеризующихся двумя признаками V_1 и V_2 (рис. 7.12). Каждый объект X_i в двухфакторном эвклидовом пространстве (в данном случае — на плоскости) изображается в виде точки. Естественно, легко может быть определено расстояние R_{ij} между любыми двумя точками в этом пространстве, которое и есть критерий близости двух объектов друг к другу по V_i -му признаку.

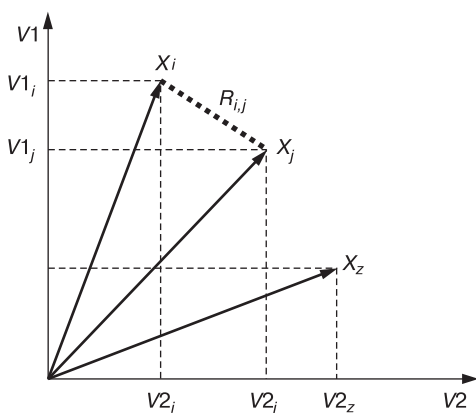


Рис. 7.12. Схема двумерного евклидова пространства с объектами X_i, X_j, X_z

В общем виде расстояние между базовым и анализируемым объектами в n -мерном евклидовом пространстве определится так:

$$R_{ij} = \sqrt{\sum_{v=1}^q P_v \cdot (x_{iv} - x_{jv})^2}, \quad (7.12)$$

где P_v — вес v -го признака, задаваемый экспертным путем с учетом важности рассматриваемых признаков.

При этом сравнивается j -й объект с базовым объектом i по каждому v -му признаку ($V = 1 \div q$).

С целью удобства расчетов расстояние R_{ij} преобразуют в коэффициенты подобия, которые являются частным случаем так называемой потенциальной функции

$$K_{ij} = \frac{1}{1 + E \cdot R_{ij}^2}, \quad K_{ij} \in (0, 1), \quad (7.13)$$

где K_{ij} — безразмерная величина, принимающая значения от 0 до 1, чем она ближе к 1, тем выше сходство анализируемой детали по V -му признаку с базовой деталью; E — коэффициент, влияющий на скорость убывания потенциальной функции, $E > 0$.

Далее задается пороговое значение потенциальной функции $K_{ij} > B$, и если ее реально вычисленное значение для некоторого объекта ниже заданного порогового значения B , то анализируемый объект в группу не включается. По окончании формирования группы однородных деталей процесс формирования повторяется для оставшихся объектов,

не вошедших в сформированную группу и т. д., до тех пор, пока все объекты не будут включены в ту или иную группу деталей.

В практической деятельности широкое распространение при классификации объектов и формировании КТГ нашел матричный метод, описанный в [20].

Этап 3. При формировании маршрутной технологии изготовления m -й конструктивно-технологической группы (КТГ _{m}) учитываются все возможные типовые альтернативные совместные частичные ТП. Выбор из альтернатив может вестись с привлечением методики, изложенной в главе 6.

Этап 4. Построенные в результате реализации этапа 3 маршрутные технологии дают проектировщику определенность как с числом укрупненных операций обработки, так и с их характером и очередностью исполнения. Такие маршрутные технологии носят типовой (групповой) характер и строятся для каждой КТГ. Далее предполагается декомпозиция всех маршрутных ТП на укрупненные деталиеоперации и формирование недублированного их списка. Перечень таких деталиеопераций является достаточным и необходимым для изготовления всех элементов продуктового набора фирмы.

Этап 5. Этап является сложным в исполнении, так как связан с выбором из каталогов оборудования, способного реализовать ту или иную деталиеоперацию обработки, определенную на этапе 4. При этом выборе должны учитываться специфические особенности элементов изделий, такие как габаритные размеры, вид материала, конструктивный тип и т. п. Выбор оборудования, вообще говоря, производится из относительно небольшого числа сопоставимых вариантов, так как многие варианты схем технологического процесса отпадают на этапе общей оценки условий производства и конструктивных особенностей предметов обработки. Однако, учитывая проведенную ранее классификацию элементов и формирование КТГ, эта работа существенно упрощается. Еще большая эффективность исполнения этой работы может быть достигнута при формировании электронной базы данных такого оборудования. Полученные множества видов оборудования конечны и пересекаются, в различных операционных группах могут быть одни и те же виды оборудования, т. е. имеется определенное дублирование. Дублирование обусловлено универсализмом того или иного вида оборудования.

Этап 6. Шестой этап реализации алгоритма связан с формированием целевого дерева специализации оборудования, используемого для исполнения определенных технологических процессов изготовления КТГ.

Построение целевого дерева специализации ведется следующим образом.

6.1. Строится матрица соответствия «Наименование изделия — деталиеоперация», форма которой для четырех операций изготовления четырех изделий представлена в табл. 7.3.

Первый столбец матрицы содержит наименования изделий, входящих в продуктовый портфель предприятия.

Второй столбец содержит информацию об объемах производства изделий портфеля.

Таблица 7.3. Матрица соответствия
«Наименование изделия — деталиеоперация»

Наименование изделия	Объем производства	Наименование (шифр) деталиеоперации обработки				$\sum_j t_{инпj} \cdot N_i$
		операция 1	операция 2	операция 3	операция 4	
Изделие 1	N_1	t_{11}	—	t_{13}	t_{14}	$t_{11} + t_{13}$
Изделие 2	N_2	t_{21}	t_{22}	—	t_{24}	$t_{21} + t_{22} + t_{24}$
Изделие 3	N_3	—	t_{32}	—	t_{34}	$t_{32} + t_{34}$
Изделие 4	N_4	—	t_{42}	t_{43}	—	$t_{42} + t_{43}$
Суммарная трудоемкость операции на программу $\sum_i t_{инпj} \cdot N_i$		$t_{11} + t_{21}$	$t_{22} + t_{32} + t_{42}$	$t_{13} + t_{43}$	$t_{14} + t_{24} + t_{34}$	$\sum_j \sum_i t_{инпj}$

В ячейках матрицы проставляются величины штучных времен исполнения операций обработки, если они применяются в ТП изготовления того или иного изделия.

Итоговая строка содержит сумму произведений штучного времени исполнения операции для того или иного изделия на объем производства этого изделия, по всем изделиям продуктового портфеля предприятия (трудоемкость исполнения операции по всем изделиям продуктового портфеля с учетом объемов их производства).

Итоговый столбец содержит информацию о трудоемкости исполнения каждого изделия с учетом объема его производства.

Последняя ячейка матрицы (нижняя правая) содержит суммарную трудоемкость исполнения всего продуктового портфеля предприятия.

6.2. Затем строится матрица соответствия «Деталиеоперация—оборудование» (табл. 7.4), в которую для каждой операции заносится всё возможное оборудование (в машиностроении — станки), способное эту операцию выполнить.

При этом в каждой строке матрицы не менее одной ячейки должно быть занято.

Таблица 7.4. Матрица соответствия «Деталеоперация—оборудование»

Наименование деталеоперации	Наименование (шифр) оборудования							
	СТ1	СТ2	СТ3	СТ4	СТ5	СТ6	СТ7	...
Операция 1	X	X	-	-	-	-	-	
Операция 2	-	X	-	X	X	-	X	
Операция 3	-	-	X	-	X	-	-	
Операция 4	-	-	-	-	-	X	X	
...								

СТi — шифр оборудования.

6.3. На этой стадии строится целевое дерево специализации по следующей схеме. Нижний слой дерева представляет собой весь перечень оборудования, способного выполнить ту или иную операцию обработки. При этом имеет место повторение шифров одних и тех же видов оборудования, используемых для исполнения различных операций обработки. Например, вид оборудования СТ5 используется как для выполнения операции 2, так и для операции 3, и т. д. Оборудование, формирующее нижний слой дерева, имеет разный уровень специализации.

Второй слой также формируется пооперационно из оборудования, содержащегося в первом слое, но с более высокой степенью универсализма, т. е. способного выполнить не только указанную операцию, но и еще какую-либо. Например (см. табл. 7.4), СТ1 исполняет лишь одну операцию и поэтому во второй слой не входит, а СТ2 может реализовать две операции, его включаем во второй слой целевого дерева и т. д.

Процедура формирования третьего слоя повторяет процедуру, использованную для второго слоя, но при еще большем универсализме, т. е. в этом слое содержится в основном оборудование, способное выполнять уже 3 операции обработки. И так далее, до тех пор пока для формирования очередного слоя соответствующего оборудования уже не окажется (падение показателя специализации для очередного слоя прекратится). Пример формы построения целевого дерева специализации представлен на рис. 7.13.

При формировании дерева должно неукоснительно соблюдаться требование о том, что при построении каждого слоя дерева не должно быть пустых операционных ячеек. Если же для следующего слоя в предыдущем нет оборудования с требуемым уровнем универсализма, то в ячейку следующего слоя заносится один из станков предыдущего слоя, шифр которого в этом слое не встречается (выбирается станок, которого в этом слое пока нет), таким образом реализуется принцип макси-

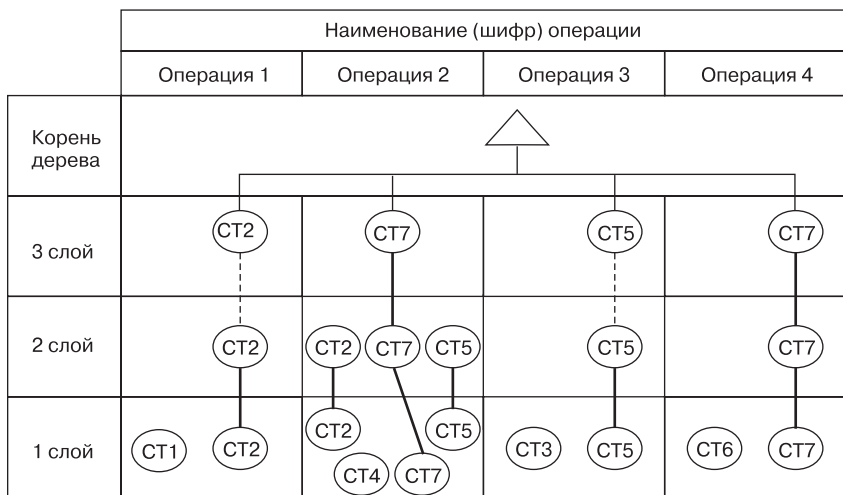


Рис. 7.13. Целевое дерево специализации оборудования

мального разнообразия. Например (рис. 7.13), ячейка, соответствующая операции 1 при формировании третьего слоя целевого дерева не будет содержать ни одного вида оборудования, что недопустимо. Тогда СТ2 второго слоя переносим в соответствующую ячейку третьего слоя. Такой перенос на рис. 7.13 отмечается пунктирной линией.

Затем для каждого иерархического слоя целевого дерева специализации рассчитывается величина показателя специализации. Однако сначала необходимо сформировать окончательный минимально достаточный перечень оборудования. Такое формирование также идет при выполнении принципа максимального разнообразия видов оборудования машинной системы. Вид оборудования, единственный в той или иной ячейке слоя, входит в список обязательно. Из ячеек, где присутствует несколько видов (шифров) оборудования, выбирается то, которое по уровню специализации соответствует рассматриваемому слою (т. е. если слой предполагает выполнение в основном двух операций, то предпочтение при выборе оборудования отдается именно двухоперационному). Но желательно, чтобы из альтернатив избиралось оборудование, не повторяющее уже избранное (максимальное разнообразие). Важное значение, конечно, имеет опыт проектировщика.

Величина показателя специализации определяется как отношение

$$C_{\Pi} = 1/K_{\text{зom}} \quad (7.14)$$

При этом модернизированный коэффициент закрепления операций $K_{\text{зom}}$ рассчитывается как отношение числа исполняемых операций к количеству наименований (шифров) видов оборудования, вошедших в недублированный список исследуемого слоя. Например, для целевого дерева, изображенного на рис. 7.13, для **первого слоя** число исполняемых операций $K_o = 4$; количество видов (шифров) оборудования $S = 7$; величина модернизированного коэффициента закрепления операций окажется равной $K_{\text{зom}} = K_o / S = 4/7 = 0,57$, а показатель специализации $Сп = 1/K_{\text{зom}} = 1,75$.

Для **второго слоя** число исполняемых операций $K_o = 4$; количество видов (шифров) оборудования $S = 3$; $K_{\text{зom}} = K_o / S = 4/3 = 1,33$ и показатель специализации $Сп = 0,75$.

Для **третьего слоя** число исполняемых операций $K_o = 4$; количество видов (шифров) оборудования $S = 3$; $K_{\text{зom}} = K_o / S = 4/3 = 1,33$ и показатель специализации $Сп = 0,75$.

То есть видим, что с ростом иерархического уровня целевого дерева универсализм оборудования, применяемого в ТП, до определенного слоя растет (в примере — до второго слоя включительно).

Недублированный список необходимого оборудования формируется для каждого слоя путем исключения дублирующих шифров. Если учитывать, что после ликвидации дублирования оборудования в каждом иерархическом слое остается только то оборудование, которое необходимо для реализации всех операций обработки, то показатель $Сп$ характеризует среднюю величину универсальности варианта машинной подсистемы ПС предприятия (подразделения). Каждый из вариантов совпадает с определенным иерархическим слоем целевого дерева.

Этап 7. Этот этап реализации алгоритма сводится к определению на объемной модели рациональной величины показателя специализации $Сп_{\text{рац}}$ машинной подсистемы ПС. Для этого обращаемся к объемной модели, использование которой сводится к следующей процедуре. Уровень радикальности изменений продуктового портфеля фирмы R_p , соответствующий принятой стратегии развития, является априорно заданной величиной и задается, как правило, в некотором интервале ($R_i^{\text{max}} \div R_i^{\text{min}}$).

По величине R_i^{max} (а этот предел характеризует наиболее широкие возможности предприятия по использованию возникающих во внешней среде выгод) на модели определяется рациональный уровень специализации оборудования $Сп_{\text{рац}}$ (рис. 7.14), соответствующий ожидаемой радикальности изменения портфеля, а также рациональный уровень целостности ПС ($Ц_{\text{рац}}^{\text{ПС}}$). Этот уровень является минимально

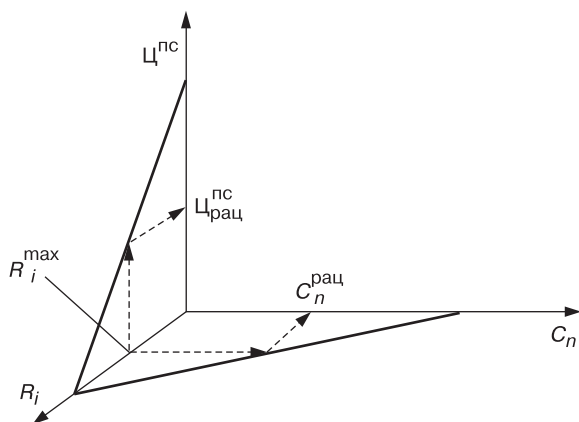


Рис. 7.14. Определение рационального уровня $\text{Ц}^{\text{пс}}$ проектируемой ПС

необходимым для данной ПС при ожидаемой радикальности изменения продуктового портфеля.

Снижение $\text{Ц}^{\text{пс}}$ может повлечь за собой рост гибкости ПС, но приведет к потере ее производительности и удорожанию. Рост $\text{Ц}^{\text{пс}}$, наоборот, приведет к потере гибкости ПС, ее адаптивности к изменениям продуктового портфеля, к росту упущенной выгоды предприятия.

Этап 8. Очередной этап алгоритма сводится к выбору на целевом дереве специализации оборудования иерархического уровня, показатель специализации Сп которого наиболее близок к величине этого показателя, определенного на объемной модели ПС, а именно $\text{Сп}^{\text{рац}}$. По этому слою дерева формируется итоговый список оборудования, необходимого для изготовления продуктового портфеля предприятия. Например, для второго слоя целевого дерева специализации, представленного на рис. 7.13, полный перечень возможного оборудования состоит из СТ2 для операции № 1, СТ2, СТ7 и СТ5 — для операции № 2, СТ5 — для операции № 3 и СТ7 — для операции № 4. Недублированный список этого оборудования будет содержать СТ2, СТ5 и СТ7.

В результате этой работы формируется окончательный недублированный список наименований (шифров) оборудования, входящего в машинную подсистему ПС предприятия (подразделения), достаточный для изготовления продуктового портфеля предприятия.

Этап 9. На этом этапе определяется число единиц каждого вида оборудования, вошедшего в недублированный список, сформированный в результате выполнения этапа 8.

$S_z^{\text{расч}}$ по каждому z -му виду оборудования определяется по известному соотношению суммарной трудоемкости исполнения той или иной операции для всего объема продукции на конкретном виде оборудования к величине действительного фонда времени работы оборудования F_d в плановом периоде, т. е.

$$S_z^{\text{расч}} = \frac{\sum_i t_{\text{оп}ij} \cdot N_i}{F_d}. \quad (7.15)$$

Если та или иная j -я операция обработки выполняется на единственном z -м виде оборудования, то полученная величина $S_z^{\text{расч}}$ соответствует оборудованию z . Таким образом, определяются все однозначно связанные с той или иной операцией виды оборудования и расчетное число их единиц.

Операции, выполнение которых возможно на нескольких видах оборудования, вошедшего в недублированный список, распределяются между z -ми видами оборудования так, чтобы обеспечить его минимально необходимое количество при максимально возможном разнообразии и наилучшей загрузке (см. ниже условный пример). При этом возможны различные варианты количественного соотношения оборудования разных видов, вошедших в недублированный список. Выбор из альтернатив зависит от условий производства и компетентности проектировщика.

Этап 10. После определения варианта состава оборудования для каждого его вида определяется принятое число единиц $S_z^{\text{пр}}$ каждого вида оборудования.

Приведем расчет условного примера формирования машинной подсистемы ПС предприятия.

Пример

Допустим, в результате выполнения этапов 1–5 алгоритма построения машинной подсистемы ПС, изложенного в п. 7.4, оказалось, что КТГ1 формируют изделия 1 и 2, а КТГ2 — изделия 3 и 4. Также допустим, что построены матрицы соответствия «изделие–деталеоперация» (табл. 7.5) и «деталеоперация–оборудование» (табл. 7.6).

Тогда реализация алгоритма сводится к следующей очередности шагов:

1. Построим целевое дерево специализации оборудования по методике, описанной в этапе 6. Построенное целевое дерево изображено на рис. 7.13.

2. В соответствии с п. 6.1 и 6.2 методики строим матрицы соответствия «изделие–деталеоперация» (табл. 7.5) и «деталеоперация–оборудование» (табл. 7.6).

Таблица 7.5. Матрица соответствия «изделие–деталеоперация»

Наименование изделия	Объем производства	Наименование (шифр) деталеоперации обработки				$\sum_j t_{\text{шт}ij} \cdot N_i$
		операция 1	операция 2	операция 3	операция 4	
Изделие 1	10	3/30*	–	7/70	2/20	120
Изделие 2	20	8/160	6/120	–	–	280
Изделие 3	8	–	4/32	–	5/40	72
Изделие 4	5	–	12/60	16/80	–	140
Суммарная трудоемкость операции на программу $\sum_i t_{\text{шт}ij} \cdot N_i$		190	212	150	60	612

* В числителе проставляется штучное время обработки, в знаменателе – трудоемкость всего объема производства данного изделия.

Таблица 7.6. Матрица соответствия «деталеоперация–оборудование»

Наименование деталеоперации	Наименование (шифр) оборудования						
	СТ1	СТ2	СТ3	СТ4	СТ5	СТ6	СТ7
Операция 1	X	X	–	–	–	–	–
Операция 2	–	X	–	X	X	–	X
Операция 3	–	–	X	–	X	–	–
Операция 4	–	–	–	–	–	X	X

3. Определим показатель специализации каждого слоя целевого дерева.

Для *первого* слоя число исполняемых операций $K_o = 4$; количество видов (шифров) оборудования $S = 7$; величина модернизированного коэффициента закрепления операций окажется равной $K_{\text{зom}} = K_o/S = 4/7 = 0,57$, а показатель специализации $\text{Cп}_1 = 1/K_{\text{зom}} = 1/0,57 = 1,75$.

Для *второго* слоя число исполняемых операций $K_o = 4$; количество видов (шифров) оборудования $S = 3$; $K_{\text{зom}} = K_o/S = 4/3 = 1,33$ и показатель специализации $\text{Cп}_2 = 1/1,33 = 0,75$.

Для *третьего* слоя число исполняемых операций $K_o = 4$; количество видов (шифров) оборудования $S = 3$; $K_{\text{зom}} = K_o/S = 4/3 = 1,33$ и показатель специализации $\text{Cп}_3 = 1/1,33 = 0,75$.

Для третьего слоя параметр Cп_3 оказался равен показателю специализации второго слоя Cп_2 , что говорит о бессмысленности формиро-

вания очередного слоя целевого дерева. Целевое дерево специализации оборудования построено.

4. (Этап 7.) Допустим, ожидаемая радикальность изменений продуктового портфеля предприятия, в соответствии с принятой стратегией развития, относительно невелика и составляет $R_{\max} = 0,2$ (т. е. совпадающих операций обработки $N_{\text{сов}}$ в старом ТП оказалось около 80% от общего числа операций в новом ТП). Тогда по объемной модели ПС определяются величины показателей $\Pi^{\text{пс}}$ и Сп , которые для условий примера оказались равными $\Pi_{\text{рац}}^{\text{пс}} \approx 0,8$; $\text{Сп}^{\text{рац}} = 0,8$ (при определении $\Pi_{\text{рац}}^{\text{пс}}$ и $\text{Сп}^{\text{рац}}$ на практике удобнее использовать парные зависимости $R-\Pi^{\text{пс}}$ и $R-\text{Сп}$, см. рис. 7.15 и 7.16).

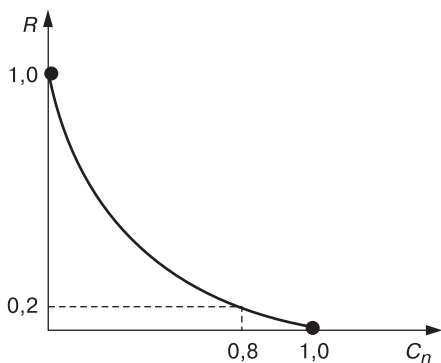


Рис. 7.15. Кривая зависимости радикальности изменений продуктового портфеля от специализации машинной подсистемы ПС фирмы

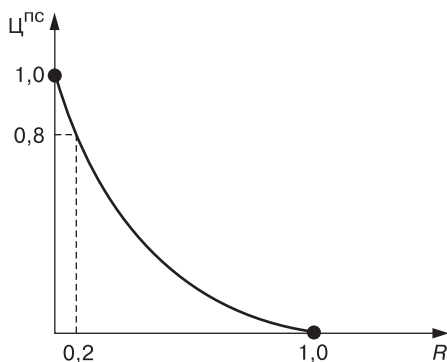


Рис. 7.16. Кривая зависимости целостности ПС и радикальности изменений продуктового портфеля

5. (Этап 8.) На целевом дереве специализации второй слой имеет коэффициент специализации, близкий к рациональному ($С_{\text{сп}^{\text{рац}}} = 0,8$; $С_{\text{п}_2} = 0,75$). Следовательно, список оборудования формируем именно по этому слою. Он содержит следующие виды (шифры) оборудования: СТ2, СТ5 и СТ7.

6. (Этап 9.) СТ2 используется для исполнения операций обработки с номерами 1 и 2. СТ5 используется для исполнения операций 2 и 3. СТ7 — для операций 2 и 4. Таким образом, все операции на этом оборудовании могут быть выполнены.

Операция № 1 может быть выполнена только на СТ2. Трудоемкость ее исполнения в соответствии с табл. 7.5, равна

$$\sum_i t_{\text{шт}i1} = 190 \text{ вр. ед.},$$

где вр. ед. — некоторая временная единица.

Предположим, что действительный фонд времени работы оборудования в плановом периоде равен $F_d = 90$ вр. ед, тогда расчетное число оборудования СТ2 определится как

$$S_{\text{СТ2}}^{\text{расч}} = \frac{190}{90} = 2,1.$$

Операция № 3 может быть выполнена только на СТ5. Трудоемкость ее исполнения в соответствии с табл. 7.5 равна

$$\sum_i t_{\text{шт}i3} = 150 \text{ вр. ед.}$$

Действительный фонд времени работы оборудования в плановом периоде остался прежним $F_d = 90$ вр. ед. Тогда расчетное число оборудования СТ5 определится как

$$S_{\text{СТ5}}^{\text{расч}} = \frac{150}{90} = 1,7.$$

Операция № 4 может быть выполнена только на СТ7. Трудоемкость ее исполнения в соответствии с табл. 7.5, равна

$$\sum_i t_{\text{шт}i4} = 60 \text{ вр. ед.}$$

Действительный фонд времени работы оборудования в плановом периоде равен $F_d = 90$ вр. ед. Расчетное число оборудования СТ7 определится как

$$S_{\text{СТ7}}^{\text{расч}} = \frac{60}{90} = 0,7.$$

Операция № 2 может быть выполнена на любом из имеющихся станков СТ2, СТ5 или СТ7. Трудоемкость ее исполнения в соответствии с табл. 7.5, равна

$$\sum_i t_{шт2} = 212 \text{ вр. ед.}$$

При том же действительном фонде времени работы оборудования расчетное число требуемых станков окажется равным

$$S_{\text{Стх}}^{\text{расч}} = \frac{212}{90} = 2,36.$$

7. (Этап 10.) Далее решается задача дозагрузки ранее определенного оборудования и установления его принятого количества $S^{\text{пр}}$.

Может быть предложен следующий вариант, представленный в табл. 7.7.

Таблица 7.7. **Вариант формирования состава оборудования машинной подсистемы ПС**

Шифр станка	Расчетное число оборудования, $S_{\text{Стх}}^{\text{расч}}$	Дозагрузка оборудования	Принятое число оборудования, $S^{\text{пр}}$
СТ5	1,7	+1	3,0
СТ2	2,1	+1	3,0
СТ7	0,7	+0,36	1,0
$S_{\text{Стх}}^{\text{расч}}$	2,36		
Суммы	6,86		7,0
Коэффициент загрузки оборудования k_3			0,98

Варианты выбора соотношения числа единиц принятого оборудования различных видов могут быть и другими (в зависимости от варианта их дозагрузки), это зависит от конкретных особенностей оборудования, работы подразделения и опыта проектировщика.

Глава 8. ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Исходной информацией для организационного проектирования производственной системы являются номенклатура и основные планово-организационные характеристики изготавливаемых изделий, результаты анализа и классификации элементного состава изделий, а также состав и основные характеристики машинной подсистемы ПС предприятия, способной реализовать принятую на предприятии технологию.

Важной планово-организационной характеристикой продуктового портфеля предприятия является тип организации производства (расчетный пример определения типа производства приводится в приложении 1). Именно знание типа производства позволяет осуществить адекватную производственным обстоятельствам организацию процесса изготовления изделий в пространстве и во времени.

В массовом и серийном производстве наиболее приемлемыми формами организации производственного процесса являются поточные формы, тогда как в мелкосерийном и единичном производстве эти формы, очевидно, неприемлемы.

8.1. Организационное проектирование в массовом и серийном производстве

При организационном проектировании производственной системы в массовом и серийном производстве необходимо реализовать некоторую очередность этапов проектирования, представленную на схеме (рис. 8.1). Эта очередность устойчива и целесообразна.

Этап 1 связан с анализом элементного состава изделий, входящих в продуктовый портфель предприятия (подразделения), и формированием однородных конструктивно-технологических групп деталей (КТГ).

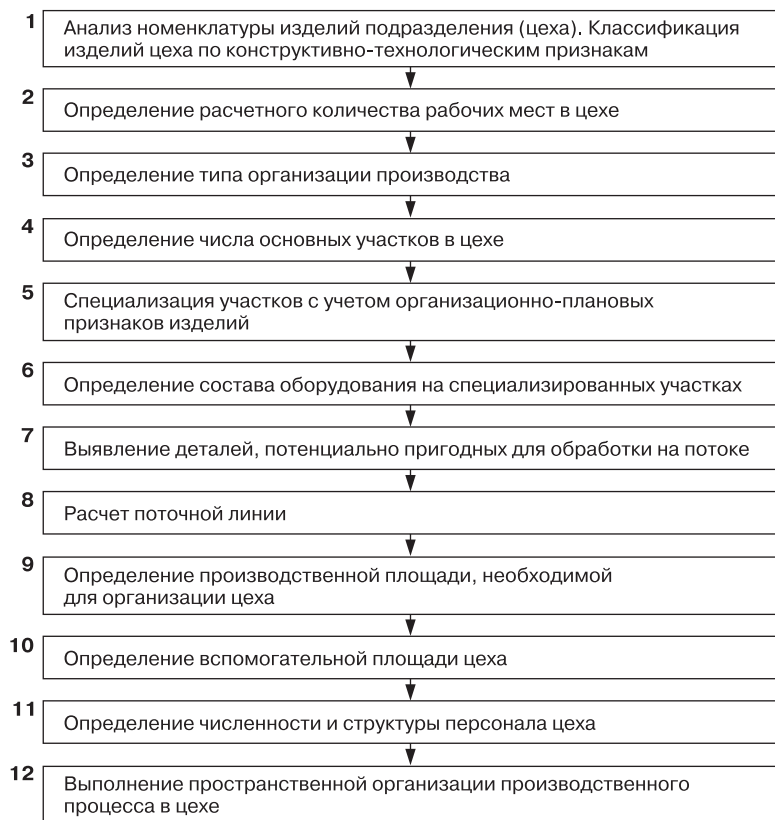


Рис. 8.1. Очередность этапов проектирования производственной системы

На **этапе 2** определяется обезличенное количество рабочих мест, необходимое для производства заданной номенклатуры изделий в требуемом объеме. Расчет осуществляется по формуле

$$S_p = \frac{\sum_i \sum_j t_{инij} \cdot k_{из}}{\tau_i k_b}, \quad (8.1)$$

где

$$\tau_i = \frac{F_d}{N_i}, \quad (8.2)$$

i — наименование (шифр) обрабатываемого изделия; j — наименование (шифр) операции обработки; τ_i — такт выпуска i -го изделия из

обработки; $k_{\text{пз}}$ — коэффициент учета подготовительно-заключительного времени; $k_{\text{в}}$ — коэффициент выполнения нормы времени; $t_{\text{шт}ij}$ — штучное время обработки i -го изделия на j -й операции.

На данном этапе определяется *обезличенное* число рабочих мест, т. е. не уточняется, какие именно это рабочие места — токарные, фрезерные, шлифовальные и т. п.

Этап 3 проектирования связан с определением типа организации производства. Для такого определения необходимо знать число операций обработки k_{oi} , реализуемое в подразделении. Эта информация может быть получена при изучении технологических процессов изготовления элементов изделий. На основе указанной информации рассчитывается показатель закрепления операций $k_{\text{зо}}$

$$k_{\text{зо}} = \frac{\sum_i k_{\text{oi}}}{S_{\text{р}}}. \quad (8.3)$$

Этот показатель определяет стабильность работы одного усредненного рабочего места в подразделении (цехе), т. е. сколько операций обработки в плановом периоде выполняется на нем в среднем. Чем меньше эта цифра, тем стабильнее действует рабочее место, тем меньше требуется его переналадок.

Может использоваться для определения типа производства и другой показатель, а именно показатель массовости γ_m , рассчитываемый по формуле

$$\gamma_m = \frac{\sum t_{\text{шт}ij}}{\tau_i k_{\text{oi}} k_{\text{в}}}, \quad (8.4)$$

где k_{oi} — число операций обработки, выполняемых в подразделении; $t_{\text{шт}ij}$ — штучное время выполнения j -й операции обработки на i -м изделии; τ_i — такт выпуска i -го изделия из обработки.

В этой формуле элемент $\frac{\sum t_{\text{шт}ij}}{k_{\text{oi}}}$ есть средняя протяженность выполнения одной операции обработки. Таким образом, показатель массовости практически есть отношение среднего времени одной операции к такту выпуска i -го изделия. Этим определяется физическая сущность показателя γ_m — это обезличенное число рабочих мест, необходимое для выполнения одной средней операции обработки.

Этап 4 методики использует информацию о расчетном числе рабочих мест $S_{\text{р}}$ и норме управляемости $S_{\text{упр}}$. Последний параметр зависит от типа производства и иерархического уровня в системе управления (табл. 8.1).

Таблица 8.1. **Норма управляемости**

Иерархический уровень управления	Тип организации производства		
	массовый, крупносерийный	серийный	мелкосерийный, единичный
Высший, средний	6–9	5–9	4–9
Нижний	9–15	9–13	9–11
Производственный (мастер)	До 35	До 30	До 25

Тогда число производственных участков в цехе может быть определено как отношение

$$n = \left\lceil \frac{S_p}{S_{упр}} \right\rceil, \quad (8.5)$$

где $\lceil \cdot \rceil$ — округление до ближайшего целого числа. (Округлять в меньшую сторону рекомендуется в случае, если дробная часть не превышает 0,1–0,2.)

На **этапе 5** организационного проектирования осуществляется предметная специализация производственных участков. Как правило, число сформированных на первом этапе КТГ оказывается больше рационального числа производственных участков n . Для дальнейшего укрупнения КТГ используются их плано-организационные характеристики. К числу таких характеристик относят объем производства, такт выпуска изделий из обработки, трудоемкость этой обработки, количество и трудоемкость переналадок оборудования и т. д. Основное многообразие этих характеристик сконцентрировано в комплексном показателе относительной трудоемкости детали $k_{дi}$, который можно рассчитать по формуле

$$k_{дi} = \frac{\sum_j k_{aij} t_{штij}}{\tau_i k_b \cdot 60} = \frac{\sum_j t_{штij} \cdot N_i}{F_d \cdot k_b \cdot 60}, \quad (8.6)$$

где F_d — действительный фонд времени работы оборудования в плановом периоде, ч; $t_{штij}$ — штучное время обработки i -го изделия на j -й операции, мин.

Укрупнение осуществляется объединением КТГ, имеющих наиболее близкие плано-организационные признаки. Укрупнение производится до тех пор, пока сумма $k_{дi}$ входящих в группу деталей не окажется примерно равной величине A , определяемой как

$$A = \frac{\sum_i k_{дi}}{n} \pm 10\%, \quad (8.7)$$

т. е. производственные участки должны быть равновеликими по числу обслуживаемого технологического оборудования.

Каждая такая группа деталей закрепляется за одним участком и определяет его специализацию. Пример по определению специализированных участков производственного цеха приведен в приложении 2.

В процессе реализации **этапа 6** производится расчет числа рабочих мест по каждой операции обработки, необходимого для изготовления деталей заданной номенклатуры и объемов производства. Определяется принятое число рабочих мест $S_j^{\text{пр}}$ по каждой j -й операции. Рассчитывается средний коэффициент загрузки участка. При этом

$$S_j^{\text{пр}} = \lceil S_j^{\text{расч}} \rceil.$$

Этап 7 содержит в себе процедуру отбора деталей, обработка которых может вестись с использованием прогрессивных поточных методов организации производства. Учитывая общую рекомендацию, сводящуюся к тому, что на поточной линии следует обрабатывать наиболее сложные и трудоемкие детали как потенциально пригодные для поточной обработки, отбираются детали с числом операций в технологическом маршруте не менее 5 и со средним показателем массовости не менее 0,2. Детали, не удовлетворяющие хотя бы одному из этих требований, из дальнейшего анализа исключаются. Дополнительные требования для отбора изложены в приложении 3.

При исполнении **этапа 8** осуществляются выбор вида поточных линий и их расчет. Вся процедура распадается на три шага. Сначала выбираются детали, которые могут быть произведены на однопредметных поточных линиях. Условием отбора является удовлетворительная загрузка таких линий. Из числа оставшихся деталей на следующем шаге выбираются те, которые могут быть изготовлены на многопредметных переменных поточных линиях. Оставшиеся в производственной программе детали рассматриваются на возможность их изготовления на групповых поточных линиях. Расчетный пример организации поточных линий приводится в приложении 3.

Этап 9 построен на использовании данных о принятом числе рабочих мест в цехе (подразделении), в том числе на поточных линиях. Пользуясь этой, а также нормативно-справочной информацией, следует рассчитать примерную площадь, необходимую для размещения основного оборудования.

Этап 10 связан с определением перечня и состава оборудования во вспомогательных подразделениях цеха, а также необходимой для их организации площади.

Расчет площадей на 9 и 10 этапах проектирования ведется исходя из принятого деления всей площади цеха на три категории:

- производственные площади, занятые оборудованием основных производственных участков;
- вспомогательные площади, занятые вспомогательными подразделениями, обеспечивающими нормальную работу основных производственных участков;
- обслуживающие площади, занятые служебно-бытовыми подразделениями.

Расчет производственной площади можно вести, исходя из нормативов удельных площадей, занятых одним рабочим местом (станком). В табл. 8.2 приводятся удельные площади в расчете на один станок.

Таблица 8.2. **Удельная производственная площадь, занимаемая одним станком**

Класс механического цеха	Удельная производственная площадь $\varpi_{уд}$, м ²
1	10–15
2	16–20
3	Более 25

Тогда

$$\varpi_k^{пп} = n_k \cdot \varpi_{уд} \quad (8.8)$$

где $\varpi_k^{пп}$ — производственная площадь, занятая k -м подразделением (цехом, участком), м²; n_k — количество рабочих мест в k -м подразделении; $\varpi_{уд}$ — удельная производственная площадь (на один станок), м².

Этап 11 начинается с определения состава вспомогательных служб. В состав вспомогательных служб механического цеха входят вспомогательные отделения и складские помещения. К их числу можно отнести:

- заготовительное отделение;
- заточное отделение;
- контрольное отделение;
- ремонтное отделение (ремонтная база цеха);
- инструментально-раздаточную кладовую (ИРК);
- склад (площадка) материалов и заготовок;
- межоперационные склады (площадки);
- склад (площадка) готовых деталей.

Могут учитываться и другие вспомогательные подразделения.

Заточное отделение служит для увеличения срока службы режущего инструмента и полного его использования. В цехах с количеством металлорежущего оборудования менее 200 может организовываться одно заточное отделение на цех. Необходимое количество заточных станков общего назначения в среднем составляет 4–6% от количества станков, обслуживаемых заточкой (металлорежущих станков, кроме шлифовальных). При этом считаем, что специальные заточные станки в механическом цехе не устанавливаются. Площадь заточного отделения определяется исходя из нормы удельной производственной площади 8–10 м² на один станок.

Контрольное отделение цеха является частью отдела технического контроля предприятия. Помимо самого контрольного отделения на участке могут размещаться контрольные посты для проверки деталей перед наиболее трудоемкими операциями обработки на входе и выходе с поточных линий и т. п. При серийном типе производства количество контролеров составляет 5–7% от числа основных рабочих, при массовом типе производства это количество возрастает до 12–15% (иногда выше). При использовании современного контрольного оборудования необходимое число контролеров снижается. Площадь, занятая контрольным отделением, рассчитывается по формуле

$$\varpi_{\text{контр}} = 1,5 \cdot P_k \varpi_{\text{уд}}^{\text{контр}}, \quad (8.9)$$

где $\varpi_{\text{контр}}$ — площадь, занятая контрольным отделением цеха, м²; P_k — число контролеров, принятое в цехе; $\varpi_{\text{уд}}^{\text{контр}}$ — норма удельной площади на одного контролера, м²; 1,5 — коэффициент, учитывающий площадь, занятую оборудованием.

Удельная площадь в расчете на одного контролера составляет 5–6 м². Под контрольные посты выделяется площадь в 2–4 м².

Количество станков ремонтной базы может определяться из расчета 4% от принятого числа станков в цехе, если оно не превышает 200 шт. При большем количестве станков эта величина снижается. На каждый станок ремонтной базы установлен норматив в 17–22 м² площади.

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) служит для хранения инструмента и приспособлений, снабжения ими рабочих мест. Площадь, занимаемая ИРК, определяется по числу обслуживаемых рабочих мест с учетом режима работы цеха. При работе в две смены для единичного типа производства используют норматив 0,7 м² на один металлорежущий станок цеха; для мелкосерийного производства — 0,5;

для серийного — 0,4; для крупносерийного — 0,3; для массового — 0,25 м².

Для хранения абразивов эта площадь составляет примерно 0,4 м² на один шлифовальный, заточный или полировальный станок.

Цеховой склад материалов и заготовок часто объединяют с заготовительным отделением. В цехах крупносерийного и массового производства часто предусматриваются площадки для хранения заготовок. В практике проектирования рекомендуется принимать площадь, резервируемую под хранение заготовок, равной не более 5% от производственной площади, занятой металлорежущим оборудованием.

Склад готовых деталей и узлов размещается, как правило, в конце пролета цеха, рядом с контрольным постом. Его площадь может быть принята равной примерно 10% от производственной площади, занятой станками.

Межоперационное хранение полуфабрикатов может осуществляться на рабочих местах. Расчет отдельных площадей может не предусматриваться.

При проектировании цеха следует предусмотреть главный проход (проезд), а также пешеходные зоны. Общая площадь, занятая ими, составляет ориентировочно 10% от производственной площади цеха.

Этап 11 проектирования цеха связан с определением численности и укрупненной структуры персонала, занятого в производстве. Весь персонал цеха может быть поделен на три основные группы:

- рабочие основных профессий;
- вспомогательные рабочие;
- линейные руководители и функциональные специалисты.

Списочный состав рабочих основных профессий можно определить, исходя из принятого количества станков в цехе, действительного фонда времени работы оборудования, режима работы цеха, а также действительного фонда времени одного рабочего по формуле

$$P_o = \frac{\sum_j S_j^{\text{сп}} \cdot F_{\text{д}} \cdot k_3}{F_{\text{д,раб}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{мо}}}, \quad (8.10)$$

где $F_{\text{д,раб}}$ — действительный фонд времени работы одного рабочего-станочника, ч; k_3 — коэффициент загрузки станка; $k_{\text{мо}}$ — коэффициент многостаночного обслуживания (учитывает возможность совмещения обслуживания нескольких станков одним рабочим).

Рекомендуемая величина $k_{\text{мо}}$ зависит от типа производства и составляет:

- для массового и крупносерийного типа производства — 1,5–1,8;
- для серийного типа производства — 1,3–1,5;
- для единичного типа производства — 1,1–1,2.

Действительный годовой фонд времени рабочего $F_{\text{д,раб}}$ следует определять с учетом времени его ежегодного отпуска, невыхода на работу по уважительным причинам (болезнь, дополнительный отпуск, например для сдачи сессии в вузе, и т. д.), тогда расчетная формула выглядит так:

$$F_{\text{д,раб}} = F_{\text{д}} \cdot k_{\text{раб}}, \quad (8.11)$$

где $k_{\text{раб}}$ — коэффициент, учитывающий потери рабочим времени на отпуски, больничные листы и пр.

Коэффициент $k_{\text{раб}}$ рекомендуется брать в размере 10% от номинального фонда времени работы одного рабочего в соответствии с режимом работы цеха (предприятия).

Списочный состав вспомогательных рабочих укрупненно можно определить, используя данные табл. 8.3.

Таблица 8.3. Нормативы расчета списочной численности персонала

Категория работников	База расчета	Норматив, %
Вспомогательные рабочие	Число рабочих основных профессий	16–25
* Линейные руководители и функциональные специалисты	Общее количество рабочих	10–13

* Уточняется после построения организационной структуры управления цехом.

На завершающем, **12-м этапе** выполняется пространственная планировка основных и вспомогательных подразделений цеха, оборудования в подразделениях и т. д. Пример пространственной планировки производственного участка представлен на рис. III.4 приложения 3.

Выбор здания механообрабатывающего цеха производится, исходя из суммарной площади, необходимой для размещения всех его подразделений. Здание, как правило, прямоугольное, рекомендуемое соотношение его длины и ширины 3 : 2.

Кровля опирается на колонны, сетка которых характеризуется следующими возможными размерами:

- ширина пролета цеха (расстояние между колоннами поперек цеха) может составлять 18, 24, 30 или 36 м;
- шаг колонн (вдоль оси цеха) принимается равным 6, 9 или 12 м.

Тот или иной участок рекомендуется размещать в одном пролете.

План цеха следует изображать на чертеже в масштабе 1 : 100.

Пример планировки производственного участка представлен на рис. III.4.

8.2. Организационное проектирование в единичном и мелкосерийном производстве

Предлагаемая методика организационного проектирования в условиях мелкосерийного и единичного производства будет строиться на использовании нормы управляемости подразделением, а не на составе оборудования в нем, как это принято сейчас. На рациональность такого подхода указывал В. Петров [20, с. 58]. Кроме того, будем исходить из того, что основные участки в цехах (подразделениях) предприятия должны иметь функциональную специализацию, в то время как сам цех (подразделение) имеет целевую форму специализации. Перспективность такого подхода подтверждается производственной практикой. Именно такой подход при проектировании способен обеспечить хорошую загрузку оборудования, гибкость ПС, сохраняя при этом основные преимущества целевого подхода.

Весь процесс организационного проектирования ПС распадается на ряд взаимосвязанных этапов.

Этап 1 сводится к необходимости определения нормы управляемости при исполнении каждой операции обработки при изготовлении продуктового портфеля.

С учетом квалификации персонала оценка нормы управляемости может быть рассчитана по эмпирической формуле Г. Слизенгера

$$N_{\text{упр}} = \frac{50}{C_p^{0.53} \cdot K_{30}^{0.046}}, \quad (8.12)$$

где C_p — средний разряд работ (операции), выполняемой в подразделении; K_{30} — коэффициент закрепления операций; $N_{\text{упр}}$ — норма управляемости, выраженная числом обслуживаемых рабочих мест производственным менеджером (мастером участка).

Представленная формула, по мнению специалистов [20], дает наиболее приемлемые результаты. В графическом виде эта зависимость может быть отражена следующим образом (рис. 8.2).

Средний разряд работы, связанной с исполнением операции, как правило, известен. Использование коэффициента закрепления операций

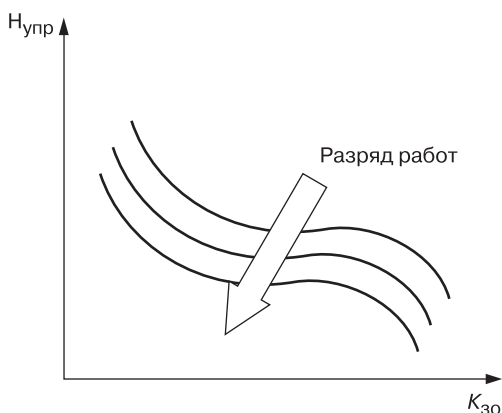


Рис. 8.2. Зависимость нормы управляемости от среднего разряда работ и коэффициента закрепления операций $K_{зо}$

$K_{зо}$ при анализе всего лишь одной j -й операции несколько отличается от принятой практики, но не противоречит смыслу этого показателя. В качестве числа рабочих мест при его расчете используется расчетное число рабочих мест (оборудования) $S_j^{расч}$, занятых в выполнении j -й операции, т. е.

$$K_{зоj} = \frac{1}{S_j^{расч}}, \quad (8.13)$$

Имея показатели $K_{зоj}$ и C_p оказывается возможным расчет нормы управляемости $H_{упр}$ по каждой j -й операции с использованием формулы Г. Слизенгера.

Этап 2 связан с определением числа участков и их сравнительной характеристики. Для этого рассчитывается суммарная величина нормы управляемости для реализации всех операций обработки, а именно $\sum_j H_{упрj}$. Затем определяется число основных производственных участков по соотношению

$$Y = \frac{\sum_j H_{упрj}}{H_{упр}^{ср}}, \quad (8.14)$$

где $H_{упр}^{ср}$ — средняя, принятая в данной отрасли промышленности норма управляемости.

$H_{упр}^{ср}$ является нормативной величиной и может быть взята, например, в [13]. Полученная величина Y должна быть округлена до ближайшего целого числа.

В завершение этого этапа методики определяется средняя величина нормы управляемости одного основного производственного участка $N_{упр}^{\Phi}$ при их равновеликости по этому показателю, т. е.

$$N_{упр}^{\Phi} = \frac{\sum_j N_{упрj}}{y}. \quad (8.15)$$

Этап 3. В результате его реализации формируются функциональные участки. Каждый из них специализируется на исполнении одной или относительно небольшого числа операций обработки. Величина участка определяется параметром $N_{упр}^{\Phi}$.

Суть этой работы сводится к набору таких операций, сумма $N_{упрj}$ которых будет близка к $N_{упр}^{\Phi}$, с учетом возможности реализации некоторых операций на разных участках, т. е. некоторая операция j может выполняться на нескольких участках (см. условный пример, приведенный ниже).

По операциям, распределенным по нескольким участкам, рассчитывается доля их трудоемкости k_j , закрепленная за данным участком. Например, $N_{упрj} = 30$ при распределении исполнения j -й операции между участками № 1 и № 2 часть общей нормы управляемости этой операции $N_{упрj}$, равная 20 (или примерно 70%), отошла участку № 1, а оставшаяся часть, равная 10 (~30%), — участку № 2. Допустим, общая трудоемкость исполнения j -й операции была равна 104 ч, тогда трудоемкость исполнения этой операции на участке № 1 составит $104 \cdot 0,7 \approx 73$ ч, а трудоемкость ее исполнения на участке № 2 — $104 \cdot 0,3 = 31$ ч. Таким образом, в результате реализации этого этапа оказывается проведена операционная (процессная) специализация участков при известной их норме управляемости $N_{упрj}$.

Этап 4. В ходе его исполнения определяется состав оборудования, закрепленного за тем или иным функциональным участком. Суть этой процедуры сводится к нижеследующему.

Если операция, закрепленная за участком, выполняется только на этом участке и на единственном определенном виде оборудования, то этот вид оборудования закрепляется за участком.

Если операция распределена между несколькими участками, но выполняется на определенном единственном виде оборудования, то этот вид оборудования закрепляется за каждым из этих участков.

Если операция может быть выполнена на нескольких видах оборудования, то его выбор осуществляется исходя из варианта состава и количества оборудования, принятого в этапе 9 алгоритма формирования машинной подсистемы (п. 7.4, с. 198).

Закрепление оборудования за участками идет с учетом его загрузки так, чтобы K_3 оказался максимально возможным (см. условный пример).

Приведем условный пример организационного проектирования ПС.

Пример

Данный условный пример является продолжением примера проектирования машинной подсистемы ПС предприятия, приведенного в п. 7.4.

В качестве исходных данных примем:

- для операции № 1 $S_1^{\text{расч}} = 2,1$, т. е. $K_{301} = \frac{1}{S_j^{\text{расч}}} \cong 0,48$.
- для операции № 2 $S_2^{\text{расч}} = 2,36$, т. е. $K_{302} = \frac{1}{2,36} \cong 0,42$.
- для операции № 3 $S_3^{\text{расч}} = 1,7$, т. е. $K_{303} = \frac{1}{1,7} \cong 0,59$.
- для операции № 4 $S_4^{\text{расч}} = 0,7$, т. е. $K_{304} = \frac{1}{0,7} \cong 1,43$.

По формуле Г. Слизенгера рассчитаем $H_{\text{упрj}}$ для каждой операции, при этом предположим, что средний разряд работ, связанных с исполнением той или иной операции, определен и соответствует величинам табл. 8.4.

Таблица 8.4. **Средний разряд работ выполнения операций обработки**

№ операции	Средний разряд работ
1	2
2	3
3	5
4	4

Тогда:

$$H_{\text{упр1}} = \frac{50}{C_{p1}^{0,53} \cdot K_{301}^{0,046}} = \frac{50}{2^{0,53} \cdot 0,48^{0,046}} = \frac{50}{1,44 \cdot 0,97} \cong 36;$$

$$H_{\text{упр2}} = \frac{50}{C_{p2}^{0,53} \cdot K_{302}^{0,046}} = \frac{50}{3^{0,53} \cdot 0,42^{0,046}} = \frac{50}{1,79 \cdot 0,96} \cong 29;$$

$$H_{\text{упр3}} = \frac{50}{C_{p3}^{0,53} \cdot K_{303}^{0,046}} = \frac{50}{5^{0,53} \cdot 0,59^{0,046}} = \frac{50}{2,347 \cdot 0,976} \cong 22;$$

$$H_{\text{упр}4} = \frac{50}{C_{p4}^{0,53} \cdot K_{\text{з}04}^{0,046}} = \frac{50}{4^{0,53} \cdot 1,43^{0,046}} = \frac{50}{2,085 \cdot 1,017} \cong 24.$$

1. Рассчитаем суммарную норму управляемости для реализации всех операций обработки продуктового портфеля предприятия.

$$\sum_j H_{\text{упр}j} = 36 + 29 + 22 + 24 = 111.$$

Средняя норма управляемости для нижнего (производственного) уровня ПС может быть принята равной 35, т. е. $H_{\text{упр}}^{\text{ср}} = 35$ (этот норматив берется из нормативной базы, в условиях примера он немного завышен). Тогда число основных производственных участков окажется равным

$$Y = \frac{\sum_j H_{\text{упр}j}}{H_{\text{упр}}^{\text{ср}}} = \frac{111}{35} \cong 3,17.$$

Примем число участков равным $Y = 3$. Исходя из числа участков, при их равновеликости по норме управляемости, средняя фактическая норма управляемости участка должна равняться

$$H_{\text{упр}}^{\Phi} = \frac{111}{3} \cong 37.$$

2. Сформируем участки по функциональному принципу, равновеликие по норме управляемости.

За участком 1 закрепляем операцию № 1, которая имеет $H_{\text{упр}1} \cong 36$. Эта норма управляемости близка к $H_{\text{упр}}^{\Phi}$. Можно считать первый участок сформированным.

За участком 2 закрепим операцию № 3, которая имеет норму управляемости $H_{\text{упр}3} \cong 22$, а за участком 3 — операцию № 4, с нормой управляемости $H_{\text{упр}4} \cong 24$. Оба эти участка имеют неполную по норме управляемости загрузку, и должны быть дополнены с целью ее увеличения. Делается это путем закрепления за ними исполнения операции № 2.

Операция № 2 «универсальная», ее можно исполнять на любом виде оборудования из списка принятого. По этому распределим ее исполнение на участках 2 и 3 следующим образом. На участок 2 добавим до расчетной нормы управляемости ($H_{\text{упр}}^{\Phi} = 37$), что соответствует 52% ее трудоемкости. На участок 3 передадим оставшиеся 48% операции, т. е. $H_{\text{упр}2} \cong 14$.

В результате **за участком 2** закрепляем операцию № 3, которая имеет $H_{\text{упр}3} \cong 22$, кроме того, на этот участок передана часть операции № 2

с общей нормой управляемости $H_{\text{упр}2} \cong 15$. Таким образом, суммарная норма управляемости равна по участку 37.

За *участком 3* закрепляем операцию № 4, которая имеет $H_{\text{упр}3} \cong 24$, кроме того, на этот участок передана часть операции № 2 с общей нормой управляемости $H_{\text{упр}2} \cong 14$. Таким образом суммарная норма управляемости равна по участку 38.

3. *Участок 1* специализируется на выполнении одной операции № 1. Для ее выполнения необходимо иметь $S_{\text{расч}} = 2,1$ число единиц оборудования. Операция № 1 может быть исполнена только на оборудовании СТ2 и, следовательно, принятое число СТ2 окажется равным двум. $S_{\text{СТ}2}^{\text{уп}} = 2$ со 100%-ной загрузкой, т. е. $K_3 = 1,0$ (при этом небольшой перегруз каждого станка на 0,5% допустим и может быть ликвидирован разработкой организационно-технических мероприятий).

Участок 2 специализируется на операции № 3 и 52% трудоемкости операции № 2. Для реализации операции № 3 требуется оборудование СТ5 в количестве $S_{\text{СТ}5}^{\text{расч}} = 1,7$ и тогда принятое число единиц этого оборудования окажется равным $S_{\text{СТ}5}^{\text{уп}} = 2$. Операция № 2 может быть реализована на оборудовании СТ2, СТ5 и СТ7. Для реализации 52% ее трудоемкости требуется $S^{\text{расч}} = 0,52 \cdot (212/90) = 1,23$ единицы оборудования. Тогда есть смысл дозагрузить уже определенное оборудование СТ5 на 23% исполнения операции № 2, т. е. $S_{\text{СТ}5}^{\text{расч}} = 1,7 + 0,23 = 1,93$ и при этом его коэффициент загрузки окажется равным $K_3^{\text{СТ}5} = 1,93/2 = 0,965$. Оставшуюся часть операции № 2 также будем выполнять на СТ5, для чего потребуется целая единица СТ5 со 100%-ной его загрузкой. Таким образом, общее число принятых единиц оборудования СТ5 оказалось равным 3, т. е. $S_{\text{СТ}5}^{\text{уп}} = 3$, коэффициент загрузки которого окажется равен $K_3^{\text{СТ}5} = (1,7 + 1,23)/3 = 0,97$.

Участок 3 специализируется на исполнении операции № 4 и 48% трудоемкости операции № 2. Для реализации операции № 4 требуется $S_{\text{СТ}7}^{\text{расч}} = 0,7$. Для реализации 48% операции № 2 потребуется $S^{\text{расч}} = 0,482 \cdot (212/90) = 1,13$. Тогда можно дозагрузить операцией № 2 уже определенный СТ7 на 0,13, при этом коэффициент его загрузки окажется равен $K_3^{\text{СТ}7} = (0,7 + 0,13)/1 = 0,83$. Оставшуюся часть операции № 2 будем выполнять на оборудовании СТ5 (в соответствии с данными табл. 3 примера формирования машинной системы) со 100%-ной загрузкой.

Таким образом, в результате получили:

участок 1 содержит СТ2 две единицы со 100%-ной загрузкой ($K_3^{\text{СТ}2} = 1,0$);

участок 2 содержит СТ5 три единицы, средний коэффициент загрузки которых составит $K_3^{\text{СТ}5} = 0,97$;

участок 3 содержит СТ7 одну единицу с коэффициентом загрузки $K_3^{CT7}=0,83$, а также одну единицу СТ2 с коэффициентом загрузки $K_3^{CT2}=1,0$.

Формирование функциональных участков завершено.

Примерная схема пространственной организации подразделения и маршрутов движения изделий в процессе их изготовления представлена на рис. 8.3.

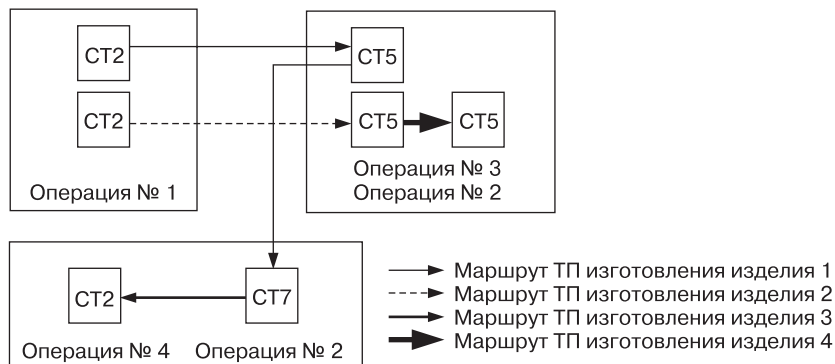


Рис. 8.3. Примерная схема пространственной организации подразделения

Глава 9. ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

9.1. Понятие проекта. Проект в узком и расширенном представлении

Последние десятилетия XX в. ознаменовались во всем мире бурным развитием комплекса методов реализации разнообразных планов и программ, методов, получивших название «управление проектами» (от английского project management или немецкого projekt management).

При этом под проектом понимается не только и не столько комплект чертежей, расчетов, схем, графиков, пояснительных текстов (то, что называют проектной документацией), а совокупность, комплекс задач и действий, имеющих следующие отличительные признаки: четкие конечные цели, взаимосвязи задач и ресурсов, определенные сроки начала и окончания проекта, известная степень новизны целей и условий реализации, неизбежность различных конфликтных ситуаций вокруг и внутри проекта.

Это не единственное определение, но оно достаточно полно и адекватно отражает важнейшие признаки и свойства проекта, поэтому мы будем исходить из данного определения в дальнейшем изложении, при необходимости дополняя и уточняя.

Одно из самых существенных дополнений заключается в том, что любой проект по своему внутреннему смыслу направлен на изменения в системе — объекте проектной деятельности: содержательные, количественные, качественные. Поэтому управление проектами есть, по сути, управление изменениями. Или иначе: для развития любой системы необходимы те или другие, количественные и (или) качественные, структурные и функциональные изменения.

В свою очередь, производственный менеджмент, являясь системой действий, обеспечивающих необходимые (заданные) процессы существования и развития предприятия, направлен на отслеживание и под-

держание состояния этих процессов путем определения и реализации соответствующих мероприятий и их комплексов, т. е. проектов.

В этом контексте изменения как суть функционирования и развития систем (предприятий) представляют собой содержательный аспект проектов, сами проекты — формально-структурное выражение проводимых изменений, а по существу — новое качество систем.

Диалектическое единство формы и содержания проявляется в том, что в изменчивой рыночной среде функционирования экономических субъектов периодически возникает необходимость содержательных перемен, требующая или порождающая корректировку формальной организации процессов и (или) их сущности. Эти перемены и составляют суть проектов.

Итак, повторимся: для любых проектов с самыми разными признаками и параметрами применимо сущностное представление: проект — это прежде всего изменение системы в качественном отношении и в количественном выражении.

Исключительное многообразие экономических явлений определяет множественность типов и видов проектов как по существу, так и по масштабам и различным качественным признакам.

Важно иметь в виду два основных представления проекта: узкое и расширенное (см. выше). Последующие типизация и классификация проектов подразумевают именно расширенное представление. Итак, проекты могут различаться по своим масштабам; по сложности процессов и работ, предусмотренных проектом; по новизне цели и содержания; по уровню значимости для народного хозяйства; по составу участников; по качественным параметрам и др.

Но в первую очередь конкретный проект отличается от любого другого своей сущностью, содержанием, смыслом тех действий, процессов, работ, которые намечается осуществить, а также, естественно, конкретикой обстоятельств выполнения, внешних по отношению к системе, реализующей проект, условий и внутрисистемных факторов.

Для разработки обоснованной и полноценной классификации проектов необходимо использовать достаточно полный состав признаков, охватывающий все существенные параметры, характеризующие с самых разных сторон любой возможный проект. В то же время не следует создавать избыточный перечень этих признаков, что снижает различимость свойств и идентификацию типа проекта для последующего управления им.

Один из приемлемых вариантов классификации, обеспечивающий решение задач настоящего пособия, приводится в следующем разделе.

9.2. Виды проектов

Высокая степень разнообразия обстоятельств существования экономических и иных общественных, а также природных систем является фактором множественности типов и видов проектов. И все же необходимо упорядочить это множество по некоторому ряду признаков объективного и субъективного характера.

В качестве таковых признаков могут выступать крупность проекта; его отраслевая принадлежность; сложность в определенных аспектах; степень новизны (или повторности); значимость для организации — исполнителя и организации-потребителя результатов проекта; особенности условий реализации процессов, составляющих содержание проекта; ограничения по ресурсам и срокам; требования к качеству работ и результатов и др.

В социально-экономических системах проявляются и в определенной мере удовлетворяются весьма разнообразные потребности. Далее, по мере развития этих систем разнообразие потребностей и способов их удовлетворения не уменьшается и даже не стабилизируется в долгосрочном плане. Такова логика развития, и она определяет логику инновационных процессов и методов их осуществления, т. е. многообразие проектов.

По крупности (масштабности) выделяются, как правило, малые, средние и крупные проекты. Особо крупные обозначаются как мега-проекты.

Малые проекты помимо относительно небольших объемов работ в физическом и стоимостном измерении характеризуются сравнительной простотой технологических процессов и небольшой номенклатурой необходимых ресурсов, что не исключает в отдельных случаях, использования специальных материалов и технических средств высокой стоимости.

Порядок количественных параметров малых проектов, по различным данным, представляется капиталовложениями в 10–15 млн долларов США и трудовыми затратами до 50 тыс. чел.-ч [19]. С одной стороны, малые проекты могут выполняться с некоторыми упрощениями процедур разработки и исполнения, формирования проектной команды. С другой — они требуют особой тщательности расчетов сроков работ и необходимых ресурсов, а также соблюдения намеченных графиков выполнения технологических процессов, ибо любые отклонения могут существенно повлиять на ход проекта, его стоимость и сроки завершения.

Малые проекты, как правило, выполняются под руководством одного управляющего, координирующего все процессы проекта: технологические, обеспечивающие, корректировочные и т. п. Команда проекта (производственно-управленческий коллектив) должна отличаться гибкостью (взаимозаменяемостью), четким знанием и умением исполнения различных задач, навыками не только технологического плана, но и организационного, включая процедуры сдачи заказчику результатов проекта.

Средние проекты отличаются от малых как по величине объемов работ и затрат всех видов ресурсов, так и по сложности отдельных элементов (процессов) проекта и масштабам капитальных вложений. По некоторым данным, средние проекты можно характеризовать объемами капитальных вложений в несколько сотен миллионов долларов и сроками реализации от 2 до 5 лет.

Крупные проекты превышают по своим параметрам средние в несколько раз. Что касается мегапроектов, то это целевые программы, которые включают различные взаимосвязанные проекты разной крупности и длительности. Мегапроекты могут быть региональными (местными), национальными, государственными и международными. По отраслевым признакам различаются межотраслевые проекты, отраслевые и смешанные. Мегапроекты отличаются очень высокой стоимостью (миллиарды долларов США), трудоемкостью (порядка 20 млн чел.-ч и более сроками исполнения (5 лет и больше).

По признаку отраслевой принадлежности перечень возможных проектов повторяет список отраслей и подотраслей народного хозяйства: нет такой отрасли или сферы, где не возникала бы потребность в изменениях, развитии, росте, т. е. в выполнении определенных проектов.

На различных историко-политических этапах существования нашей страны формировались и в той или иной мере реализовывались определенные проекты. Для примера можно вспомнить военно-политические проекты царя Ивана IV (Грозного): завоевание Поволжья, создание охранного ведомства — опричнины; Петра Великого: укрепление самодержавия, строительство Петербурга, формирование регулярной армии и др.; Александра II: отмена крепостного права, освобождение Болгарии от турецкого владычества и др.

В XX в. России привелось пережить социальный проект колоссального масштаба и значимости — строительство новой общественной системы — социализма. Из этого проекта вытекали более частные, но грандиозные по значимости, приобретения и потери: смена формы собственности на средства производства, включая землю; изменения

в классовом составе населения; освоение новых территорий в Азии; вмешательство в природные процессы (осушение территорий; сооружение ГЭС, каналов, дорог, вырубка лесов; заселение Севера и Востока страны); войны и восстановление разрушенного; освоение ближнего космоса, океанских глубин, Арктики и Антарктики.

Сложность как признак проекта является в известной мере относительным параметром, требующим некоторой конкретизации. Вообще, сложность характеризуется применительно к составу, строению предмета, объекта многообразием его частей, элементов и связей между ними, а также множественностью свойств частей и объекта в целом [19]. В то же время сложность объекта, предмета определяет степень трудности понимания, восприятия и принятия решений в отношении этого объекта или предмета. Сложность достаточно часто связана с новизной, хотя последняя и в практической жизни, и в проектном менеджменте может быть кажущейся на первый взгляд, при первом подходе. Вот почему так важен в управлении проектами анализ ситуации, социально-экономических условий, возможностей и опасностей для осуществления проекта (SWOT-анализ, проектный анализ и др.).

По сложности могут быть выделены следующие виды проектов: простые, организационно, технически сложные, ресурсно сложные и сложные в комплексе [19].

Очевидно, что сложные проекты содержат в своем составе технические, организационные, ресурсные и комплексные задачи, для решения которых нет или почти нет устоявшихся, апробированных методов. Эти задачи предполагают нахождение, выработку оригинальных подходов для решения, что требует повышенных затрат материальных, людских, финансовых и временных ресурсов, а также, возможно, вариантного проектирования тех или иных элементов проекта.

Сложные проекты, естественно, также предполагают в процессе подготовки их выполнения осуществление декомпозиции, разделения на более простые части, элементы, которые представляют собой подпроекты сложного проекта, поддающиеся относительно автономному выполнению.

Степень новизны как признак проекта определяется наличием или отсутствием аналогов в части существа, содержания проекта и его элементов, условий и обстоятельств выполнения, использованных приемов и методов организации. В этом отношении можно выделить абсолютно новые, уникальные проекты: первые полеты в космос, экспедиции к Северному и Южному полюсам Земли, попытки построения новых социально-экономических общественных систем в СССР, Китае и др. Уни-

кальные проекты отличаются прежде всего высокой степенью риска и масштабными затратами ресурсов.

К новым проектам относятся и повторные по существу, содержанию, но выполняемые в значительно иных, чем осуществленные ранее, условиях: природно-климатических, социально-экономических, транспортных, демографических. Так, строительство какого-либо предприятия в средних широтах европейской части России трудно сравнивать с аналогичным проектом на севере Якутии или в Центральной Африке, и дело не только в природной среде, но и в расстояниях, в отсутствии путей сообщения, инфраструктуры и т. п.

В остальных случаях исполнители проектов имеют дело, как правило, с повторными проектами, относительно апробированными в техническом и организационном смысле.

Значимость результатов проекта для систем исполнителя и потребителя этих результатов как классификационный признак имеет двоякий смысл: чисто количественный, можно сказать, мощный, масштабный и качественный, сравнительный, параметрический. Естественно, этот признак абсолютен; другими словами, проекта с незначимыми для заинтересованных организаций и лиц результатами быть не должно и не может. Но степень значимости разных проектов, их результатов для различных участников и контрагентов неоднозначна и неодинакова. Вне контекста, определяющего конкретный проект, трудно дать исчерпывающую характеристику параметра значимости. Возможный подход выглядит так.

Наивысшая значимость имеет место, если результаты проекта определяют возможности дальнейшего существования системы исполнителя проекта и системы потребителя, пользователя. Ранг значимости проекта может быть обозначен как решающий.

Если выполнение проекта основательно улучшает количественные и качественные параметры объекта-пользователя, то имеет место ранг существенно значимого проекта.

Когда проект влечет за собой определенный, но не решающий рост, улучшение характеристик потребителя результатов, следует давать оценку средней значимости проекта.

При отсутствии практического влияния проекта на систему, но с учетом факта исполнения проекта напрашивается критерий незначительной значимости.

Нельзя отрицать возможности ухудшения каких-либо параметров системы, в которой реализуется проект, вследствие его осуществления. При сопоставлении результатов проекта и этого негативного влияния

может быть отмечено отрицательное воздействие проекта. В этом случае напрашивается перенос оценки ситуаций «до проекта» и «после проекта» на более высокий уровень управленческой иерархии системы.

Особенности условий реализации процессов, предусмотренных проектом, подразумевают конкретные обстоятельства выполнения технологических, снабженческих, управленческих процедур; обстоятельства, способствующие реализации процессов, нейтральные к ним и главным образом негативные, препятствующие запланированному ходу процессов.

Комплекс подготовительных и оперативных мероприятий, воплощенный в календарном плане работ по проекту, ориентирован на условно нормальные, так сказать, средние условия и обстоятельства. Но внутренняя структура и сущность этих мероприятий может предполагать необходимость особых, специальных, неординарных процессов, способов, технологий, механизмов и затрат. Тогда эти элементы должны быть отдельно обоснованы и разработаны в соответствующих разделах проекта, которые при надобности могут иметь особый статус (для служебного пользования и т. п.).

В целом, по условиям выполнения проекты можно рассматривать как адекватные основным параметрам условий внешней среды; как требующие специальных мер с учетом факторов среды; и наконец, как невыполнимые в имеющихся условиях и (или) требующие изменения этих условий.

Ограничения по ресурсам и срокам для тех или иных работ проекта необходимы и устанавливаются применительно к ряду факторов различной природы: климатические условия (влияют на завоз материальных ресурсов в районы Севера, Дальнего Востока; на возможность исполнения многих технологических и транспортных процессов; на наличие людских ресурсов и т. д.); обеспечение устойчивого функционирования всех обслуживающих подсистем проекта по сути, по времени, по уровню качества; создание, поддержание на нужном уровне и резервирование ресурсного комплекса проекта.

Требования к качеству работ и результатов лежат в основе выделения бездефектных проектов, проектов с повышенным качеством и стандартных проектов. Начиная с последних, отметим, что стандартные проекты выполняются на основе соблюдения всех нормативных положений (общих, отраслевых, правовых, природоохранных и т. п.).

Проекты повышенного качества осуществляются с предъявлением и соблюдением сверхнормативных характеристик требований к каче-

ству работ, а бездефектные проекты ориентированы на верхние пределы требований повышенного качества.

Возможны и другие основы классификации проектов, но их разнообразие достаточно полно представлено в данном разделе применительно к целям пособия.

9.3. Сущность, состав и содержание менеджмента проектов

В современной научной и учебной литературе достаточно широко используется термин англоязычного происхождения «менеджмент», а наряду с ним — производное «менеджер». В известном смысле эти два слова входят в словарный состав некоего международного тезауруса, терминологически охватывающего проблематику управления любыми сферами деятельности индивидуумов и коллективов людей. В меньшей мере в российской практике имеет хождение термин «управленец», а слово «управляющий», как правило, несет смысловую нагрузку — «руководитель».

В то же время можно высказать некоторые сомнения по поводу полной аналогии управления и менеджмента. Английское слово *management* наряду с переводом на русский язык как «управление», «руководство», переводится и как «дирекция», «правление» (т. е. органы управления), и как «умение владеть чем-то», «умение справляться с чем-то» (например, с делом, с работой). Иначе говоря, наш язык существенно богаче в отношении корневых слов (терминов) и выражаемых ими содержательных признаков действительности, происходящих процессов, их элементов. Кстати, можно вспомнить, что в проектных организациях СССР и России опытные специалисты занимали должности руководителей проектов. Завершая этот языковедческий экскурс, надо констатировать, что слова «менеджмент» и «менеджер» реально вошли в наш язык и никаких особых затруднений их использование не вызывает.

Вернемся к менеджменту проектов. Понятно, что целевой смысл этого процесса состоит в обеспечении выполнения проекта с установленными (и достижимыми) параметрами по ресурсам, срокам, качеству. Задачи менеджмента проектов определяются целью и в общем виде формулируются как исполнение намеченных работ в установленные сроки с эффективным использованием выделенного потенциала: людских, материальных, технических и финансовых ресурсов. Особенности менеджмента проектов заключаются главным образом в специфичности, неповторяемости, как правило, и самих проектов:

сущности, условий и др., и конкретных обстоятельств процесса работы над проектом, вытекающих из этих условий.

Как особенность менеджмента проектов выступает и ограниченность ресурсов, установленная соответствующими расчетами потребности и утвержденная с учетом возможного резервирования. Это касается и людских ресурсов, и финансовых, и материально-технических.

Упомянутая относительно высокая степень неповторяемости не столько даже самих проектов (их сущности, масштабов, затрат ресурсов), сколько обстановки, специфики природной и экономической среды, вынуждает разнообразить содержание управленческих решений, приемы и методы организации работ по проекту и его ресурсообеспечению, а также их контроля и регулирования. Это, в свою очередь, предъявляет особые требования к профессиональным и человеческим качествам управленческого персонала, прежде всего проектных менеджеров.

Естественной особенностью менеджмента проектов в сравнении с производственным менеджментом являются необходимость и обязательность глубокого учета многозначности факторов или проявлений, характеризующих проект, которые отражаются в соответствующих параметрах и которыми необходимо управлять. Перечень таких факторов включает цели проекта, временные характеристики, стоимость; ресурсный потенциал, необходимый для восполнения проекта (особенно, людские ресурсы); заданный уровень качества; коммуникации проекта; проектный риск; интеграцию и координацию в проекте.

Существенное разнообразие задач и процессов менеджмента проектов, в свою очередь, порождает необходимость их взаимоувязки, планирования жесткого расписания и четкого ресурсообеспечения выполняемых работ. Надо оговориться, что стационарный технологический процесс любого производства также базируется на разработанных предварительно календарных документах, но в проекте их качество и значимость соблюдения многократно важнее по влиянию на промежуточные и конечные результаты деятельности.

Параметры и особенности состава и содержания менеджмента проектов целесообразно рассмотреть начиная с первого шага — с анализа и декомпозиции содержания. Исходя из вышесказанного содержательное представление менеджмента проектов можно определить как комплекс мер и действий, обоснованных расчетами и аргументами, доказывающими необходимость и достаточность указанного комплекса для достижения намеченных результатов проекта с использованием обоснованной совокупности ресурсов в установленные сроки.

Анализ содержания проекта может и должен выявить базовые факторы и параметры декомпозиции содержания, к которым относятся элементы совокупности работ (технологических процессов) в составе проекта; структуры и функциональные возможности исполнителей; ограничения по графикам (срокам) работ проекта и поставок ресурсов; факторы совместимости работ по времени и технологии производства; влияние природно-климатических условий, сезонности; другие требования внешней среды проекта. Одним из существенных следствий анализа содержания представляется принимаемый к реализации набор принципов и способов ресурсообеспечения проектируемых работ.

Вслед за анализом по логике управленческих действий идет функция планирования. В проектном менеджменте она, в определенном смысле является ключевой, более значимой в цикле управления, чем в менеджменте производственном. Дело в том, что производственный процесс, будучи спланированным во всех аспектах и осуществляемым в какой-то фазе, может корректироваться в некоторых своих параметрах, замещаться или совмещаться с другими фазами или элементами при возникновении неплановых ситуаций (естественно, в определенных пределах). Проект — гораздо более жесткая форма комплекса взаимозависимых процессов и работ, и отклонения любого типа существенно влияют на его дальнейший ход и параметры реализации.

План и графики выполнения процессов, предусмотренных проектом, должны подкрепляться жестко выдерживаемыми режимами ресурсообеспечения, причем это касается не только людских ресурсов, но и во всей полноте материально-технических, информационных, финансовых.

Названные режимы являются один из аспектов решений по организации выполнения процессов и работ проекта. Функция организации в содержательном комплексе управления проектами должна рассматриваться и реализовываться как ключевая, ибо она, с одной стороны, обеспечивает исполнение конкретных рабочих и вспомогательных процессов проекта, а с другой — наисущественным образом влияет на их состоявшиеся параметры и показатели. Важно помнить и понимать, что функция организации систем и процессов любого типа и уровня отличается от иных функций управления наибольшей степенью конкретности и зависимости от человеческого фактора как при разработке ее содержания, так и, естественно, при осуществлении.

Логически очевидным продолжением цикла менеджмента выступает функция контроля. Она направлена на решение задачи обеспече-

ния динамического соответствия установленных проектом и планами параметров процессов и их результатов с параметрами, достигаемыми в ходе осуществления проекта. Контроль распространяется на реализацию целей проекта и их корректирование, на соблюдение временных показателей и стоимости работ, на качество их проведения и результаты, на проявления и реагирование по поводу рискованных ситуаций и, вообще говоря, на все, что совершается в проекте и вокруг него. Контроль может осуществляться по всем элементам и подсистемам проекта и выборочно — по наиболее значимым, по сути проекта или по состоянию на момент контроля. Как правило, основными объектами контроля выступают поставки (номенклатура, сроки, качество); технологические процессы и режимы; так называемые скрытые работы — элементы конструкций, процессов, узлов, недоступные для прямого контроля после проведения следующих за ними работ; временные параметры выполненных процессов в сравнении с установленными сроками.

Информация о состоянии проекта, его элементов и работ, получаемая как результат контрольных мероприятий и проанализированная с позиций оценки промежуточных итогов выполнения планов и графиков, дает основания для выработки регулирующих воздействий и мероприятий, направленных на поддержание, сохранение устойчивого хода работ или корректировку плана проекта, его ресурсобеспечения, если выявляется необходимость этого. Регулирование в известном смысле особая функция. При осуществлении она может потребовать дополнительного времени и ресурсов различного рода, может сказаться на темпах выполнения технологических процессов и их качестве, вызвать дисбаланс всей системы реализации проекта. Поэтому регулирующие решения и мероприятия должны быть максимально обоснованными и при выполнении жестко контролироваться.

Единичный управленческий цикл по проекту завершается функцией учета результатов функционирования системы в этом цикле на базе определенного перечня технико-экономических показателей. Этот перечень устанавливается при разработке подсистемы управления и должен иметь в своем составе все ключевые показатели, необходимые и достаточные для исчерпывающего представления ее количественных и качественных параметров. Учетные показатели не только характеризуют результаты, позитивные и негативные обстоятельства процесса реализации проекта, но и служат обосновывающими факторами количественных и качественных параметров этих результатов и обстоятельств. Все это позволяет накапливать позитивный опыт и выраба-

тивать навыки предупреждения и меры противодействия нежелательным явлениям в процессе реализации проектов.

Итак, содержание данного раздела пособия позволяет сделать вывод о том, что функционально менеджмент проектов представляется тем же рядом, набором, перечнем совершенно определенных действий, которые при их осуществлении приводят к определенному, намеченному, запланированному результату; тем же набором, что и в менеджменте организаций. Ничего неожиданного, естественно, в этом факте нет. С одной стороны, и организация, и проект — суть системы, комплексы взаимосвязанных частей, элементов, функционирующих и развивающихся с единой целью. И с другой стороны, организация в своем существовании и деятельности проявляет себя как проект: замысел, план, ресурсы, реализация; а осуществление проекта не может обойтись без организации.

Сделаем в рамках этой логики еще один шаг: организация, несомненно, чрезвычайно значимая функция. Достаточно вспомнить постановку задачи В. Ульяновым в начале прошлого века: «Дайте нам организацию революционеров, и мы перевернем Россию!» Не досмотрели, дали. — Перевернули. — Сколько жизней, крови, ресурсов стоило перевернуть обратно! Организация — остроугольная штука. А сколько людей, ресурсов, лет потеряно безвозвратно и расходуется сейчас в попытках догнать время!

Но не менее значимы и остальные функции менеджмента: они тоже в процессе реализации проявляют себя как проекты: проект плана развития предприятия, отрасли, страны; проект организации строительства здания; проект системы контроля движения поездов; проект регулирования численности тех или иных животных; проект учета правонарушений в городе и т. д.

Таким образом, есть возможность (и целесообразность) посмотреть на функции управления любой деятельностью как на особый вид проектов.

9.4. Система функций управленческой деятельности как совокупность проектов

Содержательный аспект производственного менеджмента представляется системой функций управления, которые отражают совокупность специфических процессов и действий, осуществляемых с целью достижения поставленных задач и получения намеченных результатов в сфере управления, а на этой основе и в сфере производства.

Состав названной системы функций не зависит от конкретных параметров и содержания деятельности управляемой системы, а также, в общем случае, и управляющей системы. Как правило, реализация полного цикла управления опирается на решения по планированию, организации, контролю, регулированию и учету функционирования управляемого объекта. В ряде положений и рекомендаций научно-прикладного плана к названным пяти функциям добавляются анализ, стимулирование, координация и др. Это не отменяет первоочередности «пятерки», поскольку каждая из этих функций специализирована, специфицирована содержательно и по отношению к другим основным функциям. Добавленные же функциональные элементы выглядят более общими в том смысле, что они реализуются скорее применительно к основным функциям, а не к объекту управления. Так, анализ необходим и для планирования, и для контроля, и для учета.

Таким образом, разработка, например, стратегического плана развития предприятия, отрасли народного хозяйства, региона или населенного пункта, страны в целом — это проект со всеми его атрибутами. Комплекс решений по организации какой-либо социальной, экономической, производственной системы — естественно, проект. Контроль подготовки кадров в учебном заведении — тоже проект. Система регулирования и учета результатов деятельности того или иного предприятия — очевидный проект. Перечень, в принципе, можно продолжить. И во всех случаях имеет место реализация функций управления как особого вида проектов.

Представляет несомненный интерес подход или способ возможно более конкретного выявления номенклатуры типов проектов, охватывающей как можно шире и полнее содержание управленческой деятельности. «Ключом» к удовлетворению этого интереса может явиться декомпозиция массива функций и задач управления по обоснованным признакам.

Эти признаки, скорее всего, по своему характеру будут объективными и субъективными, точнее — объективно-субъективными. Возможно, объективности следует добиваться в сущностном, содержательном отношении признака, а субъективность может и должна иметь место в оценках его присутствия и весомости.

В наиболее крупном виде функциональные управленческие проекты могут быть идентифицированы с каждой из основных функций. Например, проект пятилетнего плана в советский период существования нашей страны; проект организации строительства гидроэлектростанций; проект осуществления контроля за ходом посадки в самолете

ты в аэропортах; проект регулирования дорожного движения в городе, проект учета выполнения производственного плана цеха какого-либо предприятия и т. п.

Функциональные производственные проекты, видимо, более разнообразны, поскольку разнообразно само производство, его отрасли, масштабы, условия деятельности, номенклатура потребляемых ресурсов и экономических результатов. Названные обстоятельства и могут быть использованы в качестве классификационных признаков.

Рассмотрим подробнее классификационный подход к функциональным управленческим проектам. Итак, первый признак обособления это собственно та или иная функция управления, к которой по своему содержанию относится проект.

Функция планирования порождает проекты планов различной срочности, крупности и определенного содержания. Рыночный характер экономики, как известно, не только не отменяет планирование и планы, но и делает их менее формальными, более четкими, конкретными, увязанными с реальным состоянием объекта планирования и окружающей среды: рынка, конкурентов, поставщиков ресурсов, потребителей, других участников экономических процессов.

Существенно возрастает в рыночных условиях роль экономических и социальных прогнозов как на длительную перспективу, так и краткосрочных. Прогнозирование на сравнительно небольшие периоды времени (до года) позволяет производителям оперативно менять тактику рыночных действий в части ценовой и сбытовой политики. Трех-пятилетние и более длительные прогнозы дают возможность обосновывать направления товарной и инновационной маркетинговых политик, мероприятия рекламы и PR.

Таким образом, номенклатура функциональных проектов, содержательно представляющих перспективные плановые решения, достаточно разнообразна. К тому же эта категория проектов является базисом поиска и выявления конкретных решений соответствующих проблем, решений, определяющих состав и результаты реализации других проектов, с более коротким временным горизонтом. В еще большей мере проектная «окраска» присуща плановым разработкам оперативного уровня, хотя такие «проекты» совсем не обязательно включают все традиционные проектные элементы.

В свою очередь, функция организации в проектном выражении может быть представлена хорошо известными из практики 30–90-х гг. XX в. проектами организации работ, которые являлись обязательной частью строительной проектной документации, но также имели место и

в заводском планировании, и в обслуживающих производствах и сферах: на транспорте, в жилищно-коммунальном хозяйстве и пр.

Чего-чего, а контроля в экономике и социуме прошлого века было более чем достаточно. Но передержки в этом деле, связанные, как правило, с бюрократизацией управления на всех уровнях в сочетании с нередкой безответственностью работников де-факто, ни в коем случае не дискредитируют суть этой функции и ее значимость. И дело здесь совсем не в постулате: «Бесконтрольный работник — бездельник, лентяй и т. п.». Контроль — это единственный надежный способ обеспечения запланированного, установленного режима и результата работ, своевременных мер по предупреждению, предотвращению и устранению любых негативных обстоятельств в ходе производства.

Построение системы контроля, детализация его элементов и задач, распределение функций, определение технологических правил и способов осуществления — вот возможная проблематика проектов в данной сфере.

Создание и обеспечение функционирования систем регулирования во множестве различных областей и сфер жизни людей тем значимее, чем более важной представляется и фактически выступает данная область или сфера; хотя, вообще-то говоря, не важных элементов в этом множестве не бывает по определению. Немного отвлеченно, но зато впечатляюще по этому поводу более 90 лет назад сказал В. Маяковский: «Если звезды зажигают — значит, это кому-нибудь нужно!» Правда, у Владимира Владимировича в конце строки стоит знак вопроса. Думается, прошедшие годы дают основания ответить на данный вопрос утвердительно.

Проекты регулирования различаются по способам осуществления самой функции в диапазоне от формальной логики («так установлено или так всегда было») до интуитивных или эмоциональных построений («мне кажется, что так будет лучше»; «я так решил» и т. п.); по уровням принятия и «глубине распространения» воздействий; по степени обоснованности и ответственности за влияние на конечный результат проекта.

Регулирование нередко отождествляется с оперативным управлением, но это ошибочное представление. Оперативные решения и воздействия принимаются и реализуются, как правило, в относительно короткие промежутки времени и с высокой интенсивностью усилий, затрат. Регулирование же может состоять и в слабоинтенсивном длительном импульсе с целью постепенного изменения параметров и состояния регулируемого объекта или процесса.

В составе и содержании функции учета без труда обнаруживаются элементы проектного плана или типа. Прежде всего это многочисленные и разнообразные формы сбора, представления и обработки учетной информации. Проектная сущность присуща процессам осуществления учета: получения, накопления и анализа сведений; отображения результатов, выводов, рекомендаций; передачи обработанной информации по уровням управленческой иерархии. Собственно, обработанные установленным образом материалы учета и полученные на этой основе выводы являются важнейшими содержательными элементами обоснования планов деятельности и проектов развития предприятия на следующие периоды функционирования.

Таким образом, функциональный управленческий комплекс реализуется как крупный, а в отдельных случаях как мегапроект. Осознание этого факта неотвратимо приводит к необходимости направленного перехода к проектным принципам и методам управления. Следует подчеркнуть важность серьезной и всесторонней подготовки к осуществлению этого проекта, чтобы избежать ошибок, просчетов и тем самым дискредитации метода.

Можно представить следующий примерный перечень мероприятий плана перехода предприятия к методам проектного управления деятельностью.

Во-первых, это комплексный анализ системы предприятия на предмет четкого представления всех функциональных процессов производственно-хозяйственной, обеспечивающей и управленческой деятельности и взаимосвязей между этими процессами.

Во-вторых, это декомпозиция комплекса выделенных процессов по значимым признакам и выявление существенных связей между элементами комплекса процессов.

В-третьих, содержательная идентификация каждого элемента комплекса процессов с типом и сущностью определенного проекта (проектов).

В-четвертых, разработка содержания и методов реализации каждого из выявленных проектов.

В-пятых, интеграция функциональных проектов в единый комплекс с учетом содержания, взаимозависимости и совместимости, технологических особенностей, ресурсоемкости и др.

На базе этого перечня может быть получен проектно-временной, а в ряде случаев — процессно-временной график осуществления всего комплекса управленческих функций и мероприятий в системе.

Конечно, переход на проектно-функциональную систему управления не самоцель, а способ значительного качественного роста резуль-

татов управленческой деятельности и возможного сокращения расходов на управление. Проектное управление функциональной управленческой деятельностью также является фактором автоматизации, активизации и объективизации процессов менеджмента.

9.5. Декомпозиция производственного менеджмента и проектное представление его элементов

Итак, в предыдущем разделе главы 9 приведена пятиступенчатая процедура перехода предприятия на проектное управление взамен традиционного функционального. Следует оговориться, что на самом деле речь идет не об устранении управленческих функций как базиса осуществления управленческой деятельности, а о придании им проектной формы реализации вместо процессной. Функция как некая работа, вид деятельности (действие), обязанность предстает в виде набора, состава, перечня определенных движений, операций, обеспечивающих при их осуществлении какой-то промежуточный или конечный результат, который был намечен, запроектирован еще до начала действия. Исполнение функции с соблюдением всех условий и правил приводит к этому результату. Налицо — проектное представление и последующее получение результата.

Соединение, укрупнение функциональных элементов до логически приемлемого уровня позволяет получить набор таких проектов и их комплексов, подлежащих выполнению на основе методов проектного менеджмента. Дело за малым — надо найти не противоречащую сути вопроса форму представления функционального содержания менеджмента в виде рационального набора проектов. Возможный способ, на наш взгляд, — это убедительно обоснованная совокупность признаков будущих проектов, признаков функционально-управленческих и, очевидно, других тоже.

Поскольку предметом предполагаемых проектов должны стать объекты и элементы управленческих действий, то к рассмотрению следует принять, во-первых, процессы ресурсобеспечения производства и само производство, во-вторых, элементы (функции) управления, в-третьих, временные интервалы, использование которых имеет место в вышеназванных процессах.

На рис. 9.1. показан элемент матрицы видов проектов, который содержательно отображает возможный проект организации материального обеспечения в некоторый промежуток времени оперативного масштаба. Конкретизация задач проекта, установление сроков выполнения

и т. п. позволяют детально разработать и осуществить его в необходимом виде и с учетом влияния смежных проектов и условий, если такое влияние имеет место.

При этом вполне возможны проработки различных вариантов решений и действий, учитывающие те или иные ограничения.

Методически такая декомпозиция должна опираться на ряд, последовательность определенных установок, задающих алгоритм действий и приводящих в случае реализации к приемлемому в плане истолкования и использования результату. На рис. 9.1 показан подход к реализации проектов функционального обеспечения некоторой деятельности в оперативном режиме.

Основные элементы содержания этого проекта состоят в определении потребности в ресурсах нужной номенклатуры, в обосновании выбора источников ресурсообеспечения, в проектировании организации необходимого набора процессов, возможно, с оптимизацией состава и объемов и, наконец, в расчете затрат времени и обеспечивающих средств по проекту.

Проекты различного содержания, отличающиеся его многообразием, как правило, просто требуют подобной декомпозиции, если исполнители не хотят серьезных трудностей в подготовке и реализации и связанных с этим потерь ресурсных и временных.

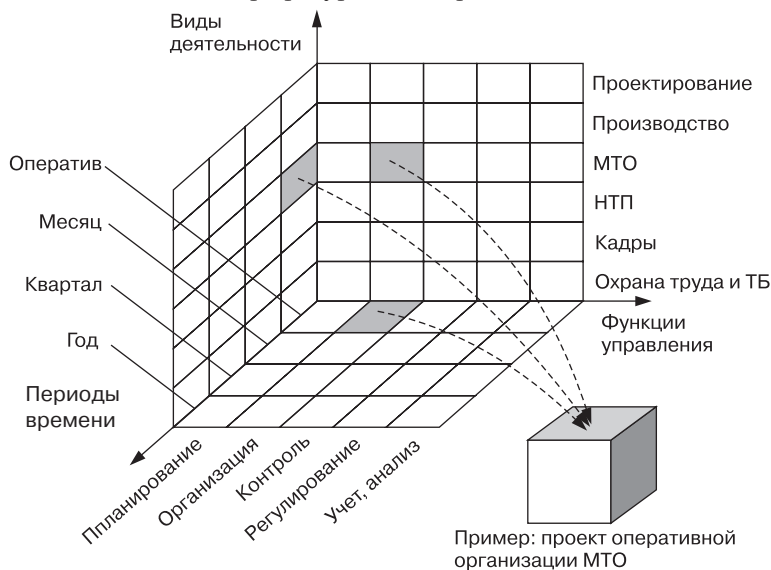


Рис. 9.1. Объемная матрица видов проектов

9.6. Функциональная управленческая деятельность как комплекс проектов в системе производственного менеджмента

Содержание данного раздела, если формально исходить из заголовка, представляется весьма разнообразным. В самом деле, оно может касаться проектов любых масштабов и их комплексов. Оно может подразумевать исполнение проектов, относящихся к каким угодно отраслям и сферам экономики и социальной жизни. В принципе, это так и есть, если учитывать возможные сущностные, количественные и качественные особенности каждого из конкретных проектов в их множестве и соответственно конкретные же элементы решений по реализации процессов их исполнения.

И тем не менее при всей индивидуальности каждого проекта и условий его осуществления установлены определенные порядок и правила в системе менеджмента проектов любого содержания, любой крупности и сложности, требующие, несомненно, в той или иной мере, дополнительной организационно-методической индивидуализации при разработке и исполнении.

Менеджмент по определению имеет функциональное (содержательное) представление и организационные (структурные) формы осуществления функций. Плоская, двумерная матрица достаточно четко выявляет совокупность функционально-структурных проектов, реализующих при их осуществлении задачи управленческого цикла за определенный период времени (табл. 9.1). Система производственного менеджмента конкретного предприятия легко воспроизводится таким набором проектов и их взаимосвязей с точки зрения последовательности (совмещенности) исполнения и ресурсообеспечения. Возможные «пересечения» компетенций в рамках системы управления вполне регулируются процедурами координации.

Единичный (элементарный) проект из множества проектов системы производственного менеджмента может быть выявлен и выделен, так сказать индивидуализирован, по совокупности значимых параметров, обоснованно принятых для декомпозиции названной системы. Эти параметры будут различными в зависимости от задач анализа и декомпозиции, но в любом случае значимыми для функционирования и развития рассматриваемой системы. Среди возможных вариантов, несомненно, должны присутствовать параметры целей проекта; содержания процессов, для реализации которых предназначен проект; масштабов проекта и его основных элементов; потребности важнейших

(дефицитных) ресурсов; затрат времени на проект в целом и по его основным частям и др.

Постановка и содержательная детализация цели проекта в составе производственного менеджмента могут подтвердить еще раз или опровергнуть необходимость данного проекта как функционального элемента комплекса, уточнить его содержание и основные параметры для увязки с другими элементами этого комплекса и иных частей всей совокупности функций.

В нижеприведенной табл. 9.1 — матрице организационных вариантов реализации основных функций менеджмента как специфических проектов — представлены обобщенные идентифицированные сведения о проектном толковании элементов функциональной управленческой деятельности. Это представление базируется на не требующем,

Таблица 9.1. Матрица вариантов организации выполнения функциональных проектов в системе производственного менеджмента

Функции производственного менеджмента	Организационная идентификация в вариантах проектов		
	как один самостоятельный проект	как несколько взаимосвязанных проектов	как несколько отдельных проектов в составе более крупного
Планирование	Небольшой, неразнообразный (однородный) содержательно	Масштабный, но относительно однородный по содержанию	Масштабный и содержательно разнообразный (по элементам плана)
Организация	Единый проект организации процессов	Комплекс проектов организации; проект взаимоувязки организационных решений по основным параметрам	Проект организации комплекса проектов в их взаимосвязи; дифференциация на отдельные проекты организации на базе общих решений
Контроль	Компактный проект контрольных действий в установленные сроки	Стандартизированный проект контроля для всех единичных проектов и алгоритм взаимоувязки	Схема общего контроля по комплексу проектов; контроль каждого с учетом особенностей; взаимоувязка
Регулирование	Проект минимального набора регулирующих воздействий	Стандартизированный набор воздействий и меры в случаях особых обстоятельств	Проект регулирующих мер общего типа и набор воздействий в особых обстоятельствах
Учет и анализ	Традиционные учетно-аналитические подходы и методы	Традиционные методы и оценки взаимовлияния проектов	Комплексный анализ в рамках крупного проекта; учет по каждому проекту и взаимовлияние

по нашему мнению, доказательств постулате: любое управленческое действие в отношении любого же процесса или явления человеческого бытия имеет все признаки проекта. А именно потребность в некотором результате как побуждение к действию, постановка соответствующей цели, определение возможных путей и способов ее достижения, расчет необходимых ресурсов, организация их получения и использования, оценка результативности и потребление достигнутого.

В клетках предложенной матрицы в предельно сжатом виде приводятся положения, характеризующие относительную, так сказать, проектность процессов реализации управленческих функций в системе производственного менеджмента. В зависимости от объемных, организационных и, возможно, иных факторов и обстоятельств функциональная управленческая работа представляется как комплекс более или менее независимых проектов, осуществляемых в управляющей системе предприятия и охватывающих в целом все задачи производственного менеджмента. Детальная декомпозиция содержания управленческого комплекса может выявить иной состав функциональных проектов и связей между ними, но это уже вопрос более конкретного рассмотрения проблемы в реальных условиях.

Можно предпринять попытку более глубокой идентификации в отношении типов проектов, представленных в матрице вариантов организации их выполнения, с одной стороны, и реальных управленческих комплексов действий, осуществляемых в традиционной системе производственного менеджмента, — с другой. Рассмотрим такие примеры применительно к каждой из функций.

Рыночная экономика, как известно, уже давно не чурается планирования (более того, она никогда им не пренебрегала); вопрос в формах организации процесса планирования и использования его результатов. Проект плана — общеупотребительный термин на всех уровнях управленческой иерархии любых систем человеческого общества. Любая инициатива сопровождается комплексом аргументов, среди которых обязательно есть плановые выкладки. Каждое предприятие планирует свою основную деятельность, ресурсообеспечение, социальную политику, выход на новые рынки, инновации и многое другое.

В зависимости от масштаба, крупности (объема), сложности плановых разработок проект плана может представлять собой небольшой, компактный набор планируемых показателей с минимальным обоснованием или более развернутый, подробный в основных элементах перечень параметров плана с соответствующими обоснованиями, расчетами и выводами. Или, наконец, многостраничный до-

кумент, включающий все установленные директивными документами разделы, таблицы, графики, показатели, сопоставления и пр.

Конкретные виды проектов планов довольно разнообразны и по формам представления, и по срокам, и по глубине, детализации плановых расчетов и обоснований, и по порядку рассмотрения и утверждения, и, наконец, по методам и приемам реализации, контроля, регулирования, учета.

Все названные факторы и обстоятельства в той или иной степени влияют на содержание, процессы разработки проектов планов и на выполнение утвержденных планов.

По-видимому, здесь может возникнуть некоторая языковая неясность, состоящая в следующем. Термин «проект» по своей сущности, предполагает некий комплекс решений, который в дальнейшем будет реализован, чем достигается какой-то запроектированный результат. Проект плана, будучи «реализованным», становится утвержденным планом, элементом, инструментом менеджмента. А уже использование данного инструмента позволяет осуществить содержание плана, для чего нужны другие соответствующие плану проекты.

Проекты планов отличаются многообразием видов и с содержательной точки зрения. Есть планы производственной деятельности, материально-технического обеспечения; планы подготовки и использования трудовых ресурсов, а также повышения их квалификации; планы разработки и внедрения новой техники и методов производства; планы финансового обеспечения и др. Как правило, на предприятии разрабатываются комплексные планы, в которых увязываются производство, ресурсообеспечение, финансы, научно-технический прогресс; планы для всего предприятия и его подсистем, комплексов, служб; планы на различные промежутки времени от нескольких лет до оперативных сроков (декада, неделя, день).

Очевидно, что проекты планов на относительно короткие периоды и небольших количественных масштабов могут и должны разрабатываться в самой системе, для которой они предназначены.

Среднесрочные планы и планы на длительные периоды (5 лет и более) должны формироваться как проекты в системах высокого уровня плановых органах страны, региона, отрасли, объединений, предприятий и содержать основные плановые и ресурсные параметры, контрольные результирующие показатели и важнейшие организационные установки. Естественно, производственные системы с полностью частным капиталом тоже создают свои проекты планов развития, роста, изменения номенклатуры продукции, освоения рынков, ценовой по-

литики. При этом они обязаны учитывать и соблюдать законодательно установленные экологические и иные ограничения, нормы и стандарты различного содержания, в том числе правила промышленной санитарии и техники безопасности, нормативы продолжительности рабочего дня и ряд других обстоятельств.

Проекты типа перспективных планов, прогнозов развития на установленный предстоящий период, относящиеся к отдельному предприятию, объединению или группе взаимодействующих производственных систем, могут представлять по своему содержанию некоторую аппроксимацию желательного состояния объекта планирования; состояния, характеризуемого небольшим блоком основных параметров, которые в проекте рассматриваются и взаимоувязываются в контексте его цели.

Проекты, представляющие и реализующие функцию организации, хорошо известны и понятны менеджерам и другим специалистам большинства как производственных, так и обслуживающих отраслей экономики. Декомпозиция этой функции, позволяющая выделить определенные типы или виды проектов, может выглядеть следующим образом: проект собственно организации и проект производства конкретных работ (процессов и процедур).

Проект организации должен содержать перечни обоснованных и разработанных во взаимосвязи технологических процессов производственного менеджмента; номенклатуру и расчеты потребных людских, технических и материальных ресурсов; графики их выделения и использования в рабочих процессах; правила документооборота, учета, отчетности; организационные схемы структур и процессов; должностные инструкции работников; порядок действий в нестандартных ситуациях и др.

С учетом возможности как минимум трех вариантов построения процессов организационной функции (см. матрицу) окончательные решения во многом определяются конкретикой обстоятельств внешней среды проекта, уровнем менеджмента, состоянием ресурсного потенциала.

Контроль, представляемый в качестве элемента управленческих действий, можно означить как «оружия любимейшего род» (В. Маяковский) всех и всяческих менеджеров: от завканцелярией до замминистра. На первый взгляд это кажется совершенно понятным и естественным. Контролирующий получает (собирает) информацию об объекте контроля, «препарирует» и представляет ее в меру умения и наставления от самого себя или от высших инстанций и делают относительно объективные (и столь же субъективные) выводы.

Но по большому счету и прежде всего контроль — информативная функция, источник информации, нередко — первоисточник и, как правило, оперативной информации. Естественно, качество названной информации определяется качеством контроля: целенаправленностью, своевременностью сбора сведений о процессах и объектах контроля, а также передачи этих сведений и выводов из их рассмотрения в органы управления, уполномоченные принимать решения по результатам контроля.

Одним из наиболее частых искажений сути контроля как управленческой функции представляется его фетишизация, придание ему статуса самодостаточности и некоей судьбоносности. «Противоядием» может быть комплекс четких организационных установок по осуществлению контрольных действий; эти установки фиксируются в документах по проведению контроля и определяют цели контроля, статус контролируемых, порядок реализации мероприятий и представления отчетности по результатам, включая выводы и рекомендации. Названные позиции и составляют элементы проекта контроля в качестве управленческой функции. Разработка такого проекта чаще всего становится обязанностью будущих контролеров, что в большинстве случаев приводит к большей или меньшей предвзятости и содержательной неполноте информации. Этот момент следует учитывать при разработке и исполнении рассматриваемого проекта.

Функция регулирования, очевидно, в наименьшей мере идентифицируется с проектным воплощением в силу, так сказать, мобильности ее процессов. Но это только первое представление. На самом деле регулирующие воздействия менеджмента совсем не обязательно происходят как оперативные реакции на какие-либо отклонения в ходе производства или управления им. С одной стороны, возможные отклонения прогнозируются на базе прошлого опыта выполнения аналогичных процессов, а с другой — в системе управления в большинстве случаев присутствует подсистема оперативного контроля и регулирования, обнаруживающая и в пределах имеющихся средств дезавуирующая негативные проявления, создающие причины возможных отклонений в процессе.

Причины, определяющие необходимость процессов регулирования в системе производственного менеджмента, можно разделить на две группы: внесистемные обстоятельства (внешние по отношению к системе причины) и внутрисистемные (причины, возникающие в самой системе, порождаемые ею).

Реакция на указанные возможные обстоятельства, проявляющиеся нередко спонтанно, может быть по крайней мере двоякой: во-первых,

менеджеры проектов должны заниматься мониторингом хода проекта и прогнозированием потенциальных отклонений и нарушений этого хода, а во-вторых, иметь предварительно разработанные варианты реагирования на наиболее вероятные и нежелательные по последствиям ситуации. Эти варианты будут при необходимости подвергаться корректировке с учетом реальных возможностей системы и параметров самой ситуации. Проекты такого реагирования должны иметь место в комплексе средств регулирования, равно как и некоторый страховой запас ресурсов, финансовых и материально-технических.

Управленческая функция учета и анализа может выглядеть как итоговая в единичном цикле менеджмента, являясь одновременно информационно базовой для следующего такого цикла. Иначе говоря, функциональный проект учета и анализа в системе управления производством позволяет в случае своего выполнения дать менеджменту опорное представление о состоянии управляемой и управляющей подсистем и возможных направлениях и перспективах развития производственной системы.

Источники базовой учетной информации, порядок ее получения и предоставления устанавливаются, как правило, директивными документами разного уровня, от общегосударственного до внутриучрежденческого. И тем не менее в конкретной практике реализации данной функции есть место проектированию и исполнению системы целенаправленных мер, позволяющих осуществить учет сначала в виде конструктивной схемы, макета комплекса блоков и разделов, а затем наполнить этот комплекс реальной информацией.

Заключая данный раздел пособия, необходимо подчеркнуть, что функциональные проекты управленческой деятельности — это область прикладной науки и реального менеджмента одновременно. Расширяя и углубляя данную область, специалисты — ученые и практики, способствуют росту качества, успешности управления во всех отраслях и сферах экономической и социальной деятельности.

Приложение 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Постановка задачи

При проектировании нового производственного предприятия (подразделения) или его реконструкции руководство организации должно решить, какая машинная система наилучшим образом будет соответствовать будущему производственному процессу, каким образом лучше организовать подготовку производства, его планирование и контроль. Более точные ответы на эти вопросы могут быть получены, если определен организационный тип производства.

Основываясь на предлагаемых исходных данных, определить организационный тип производства проектируемого (реконструируемого) производственного участка.

Рекомендации к решению

Организационный тип производства — это комплексная организационно-техническая характеристика производственного процесса, обусловленная его специализацией, объемами и постоянством номенклатуры изделий. Каждый тип производства (единичный, серийный, массовый) в силу своей специфики требует определенных методов организации производства, а следовательно, рационального выбора машинной подсистемы.

Тип производства количественно оценивается двумя основными показателями: средним показателем массовости (γ'_m) и коэффициентом закрепления операций (k_{30}). Причем на стадии проектирования производственной системы более обосновано использование показателя массовости.

Коэффициент закрепления операций k_{30} — это показатель, характеризующий широту номенклатуры обрабатываемых изделий, стабильность работы рабочих мест подразделения в планируемом периоде.

Показатель массовости γ'_{mi} — это относительная трудоемкость одной операции при обработке i -го изделия определяет среднее количество обезличенных рабочих мест, необходимое для выполнения этой операции.

Расчет показателей может быть произведен по формулам:

$$\gamma'_{mi} = \frac{\sum_j t_{штj}}{\tau_i \cdot k_{oi} \cdot \kappa_B} \quad \text{или} \quad \gamma'_{mi} = \frac{k_{\tau_i}}{k_{oi}}$$

$$K_{30} = - \frac{\sum_i k_{oi}}{S}.$$

где $i = 1 \div n$ — номер детали; $j = 1 \div k_{oi}$ — номер операции в технологическом процессе обработки i -й детали; $t_{штj}$ — штучное время обработки i -й детали на j -й операции, мин; k_{oi} — число операций в технологическом процессе обработки i -й детали, шт.; τ_i — такт выпуска i -й детали из обработки, мин; κ_B — средний коэффициент выполнения нормы времени, принятый в подразделении; k_{di} — показатель относительной трудоемкости i -й детали; S — количество рабочих мест в подразделении, рассчитанное на заданную программу выпуска изделий (деталей).

Такт запуска (выпуска) деталей t_i определяется как отношение:

$$\tau_i = \frac{F_d}{N_i} = \frac{D \cdot d \cdot f \left(1 - \frac{\beta_{cp}}{100} \right)}{N_i},$$

где F_d — действительный или располагаемый фонд времени работы оборудования, ч; N_i — объем производства i -й детали, заданный на планируемый период, шт.; D — количество рабочих дней в планируемом периоде; d — продолжительность рабочего дня, час; f — режим работы подразделения (сменность работы); β_{cp} — средний процент потерь времени на плановые ремонты ($\beta_{cp} = 3 \div 5\%$ от F_d).

Расчетное число рабочих мест $S_{ij}^{расч}$ в подразделении, исходя из предположения их 100%-ной загрузки может быть определено по формуле

$$S_{ij}^{расч} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_{oi}} t_{штij} \cdot N_i \cdot k_{из}}{F_d \cdot k_B}$$

где, $k_{пз}$ — коэффициент, учитывающий время, затраченное на подготовительно-заключительные работы по обработке партии деталей.

Определение типа производства по рассчитанным показателям γ_m и $k_{зо}$ производится с помощью табл. П1.1.

Таблица П1.1. Количественная оценка показателей $\gamma'_{m,i}$ и $K_{зо}$

Тип производства	Средний показатель массовости, $\gamma'_{m,i}$	Коэффициент закрепления операций, $K_{зо}$
Массовый	1	1
Крупносерийный	0,5 ÷ 0,1	2 ÷ 10
Среднесерийный	0,1 ÷ 0,05	11 ÷ 22
Мелкосерийный	0,05 ÷ менее	23 ÷ 40
Единичный	—	более 40

Учитывая, что тип производства различных участков цеха при расчете $\gamma_{m,i}$ и $k_{зо}$ может оказаться разным, тип производства цеха следует определять по типу основных участков. Тип организации производства участка определяется по показателю закрепления операций или средневзвешенному по трудоемкости деталей показателю массовости.

Исходные данные

Изделие, предлагаемое к изготовлению, сложное, состоит из семи деталей, которые предполагается изготавливать на проектируемом механообрабатывающем участке. Укрупненный технологический процесс обработки деталей представлен в табл. П1.2.

Таблица П1.2. Характеристики технологического процесса изготовления деталей

Шифр детали	Штучное время операции $t_{шт}$, мин							$\sum_j t_{unj}$	$\sum_j k_{oi}$
	T1*	T2	Св	Ф	Шл _{пл}	Шл _{кр}	Сл		
Деталь 1	3	2	1	10	15	10	20	61	7
Деталь 2	10	2	3	20	15	—	5	55	6
Деталь 3	15	5	—	—	—	25	—	45	3
Деталь 4	—	—	10	30	20	м	10	70	4
Деталь 5	5	-	-	10	10	10	—	35	4
Деталь 6	15	5	—	—	—	20	5	45	4
Деталь 7	—	—	10	40	15	—	10	75	4
Сумма по колонке:								386	32

* Введены следующие сокращения наименования операций: T1 – токарная первая; T2 – токарная вторая; Св – сверлильная; Ф – фрезерная; Шл – шлифовальная плоская; Шл – шлифовальная круглая; Сл – слесарная.

Применяемость деталей в изделии $n_{\text{пр}}$ такова: деталь 1 используется в изделии в количестве 3 шт.; деталь 2 — в количестве 2 шт.; остальные детали — по 1 шт. в изделии.

Предполагается односменный режим работы, действительный фонд времени работы в течение года составит 1750 ч.

Коэффициент выполнения нормы времени $k_{\text{в}} = 1,2$. Коэффициент подготовительно-заключительного времени $k_{\text{пз}}$ примем равным 1.

Пример расчета

Рассчитаем:

- суммарную трудоемкость обработки деталей на каждой операции по всему объему производства с учетом применяемости деталей в изделии;
- расчетное количество рабочих мест $S_{ij}^{\text{расч}}$;
- принятое число рабочих мест $S_{ij}^{\text{пр}}$;
- коэффициент загрузки оборудования k_3 .

Произведем расчет токарной операции. Предположим, что токарные операции Т1 и Т2 могут быть выполнены на одном рабочем месте (станке), тогда трудоемкости этих операций следует суммировать.

$$T_{\text{сум}} = \sum_i (t_{\text{шт},i\text{T}1} + t_{\text{шт},i\text{T}2}) \cdot n_{\text{пр},i} \cdot N_i = (3+2) \cdot 3 \cdot 2000 + (10+2) \cdot 2 \cdot 2000 + (15+5) \cdot 1 \cdot 2000 + 5 \cdot 1 \cdot 2000 + (15+5) \cdot 1 \cdot 2000 = 168000 \text{ (мин)}$$

или 2800 нормо-часов.

Расчетное число рабочих мест на токарной операции определится как

$$S_{ij}^{\text{расч}} = \frac{T_{\text{сум}}}{F_{\text{д}}} = \frac{2800}{1750} = 1,6.$$

Принятое число рабочих мест на токарной операции определится округлением до ближайшего целого числа и составит

$$S_{ij}^{\text{пр}} = \lceil S_{ij}^{\text{расч}} \rceil = 2.$$

Средний коэффициент загрузки этих рабочих мест составит

$$k_3 = \frac{S_{ij}^{\text{расч}}}{S_{ij}^{\text{пр}}} = 0,8, \text{ или } 80\%.$$

Расчетные данные по остальным рабочим местам получаются аналогичным образом и представлены в сводной табл. П1.3.

Таблица П1.3. Расчет количества рабочих мест по операциям

	Суммарная трудоемкость $T_{\text{сум}}, \text{нормо-час}$	Расчетное число рабочих мест $S_{\text{р}}^{\text{расч}}, \text{шт}$	Принятое число рабочих мест $S^{\text{пр}}, \text{шт}$	Коэффициент загрузки k_3
Токарная	2800	1,6	2	0,8
Сверлильная	966,7	0,55	1	0,55
Фрезерная	4333	2,48	3	0,83
Шлифовальная плоская	4000	2,28	3	0,76
Шлифовальная круглая	2833	1,62	2	0,81
Слесарная	3167	1,81	2	0,91
Сумма		10,34	13	0,79

Определим коэффициент закрепления операций

$$k_{30} = k_{oi} / S^{\text{пр}} = 32/13 = 2,46.$$

Полученная величина k_3 соответствует крупносерийному типу производства (см. табл. П1.1).

Коэффициент загрузки рабочих мест не рекомендуется иметь менее 0,75. Как видно из табл. П1.3, все рабочие места участка, кроме сверлильного, загружены удовлетворительно. Для более рационального использования сверлильного оборудования следует предусмотреть кооперацию с другими подразделениями предприятия.

Проверим полученные выводы о типе производства с применением коэффициента массовости γ'_{mi} .

Рассчитаем средний показатель массовости каждой детали по формуле

$$\gamma'_{mi} = \frac{\sum_j t_{\text{шт}ij} \cdot n_{\text{пр}}}{\tau_i \cdot k_{oi} \cdot k_b} = \frac{\sum_j t_{\text{шт}ij} \cdot n_{\text{пр}} \cdot N_i}{k_{oi} \cdot F_d \cdot k_b}.$$

Для детали 1 этот показатель имеет величину

$$\gamma'_{m1} = \frac{\sum_j t_{\text{шт}1j} \cdot n_{\text{пр}} \cdot N_1}{k_{oi} \cdot F_d \cdot k_b} = \frac{61 \cdot 3 \cdot 2000}{60 \cdot 7 \cdot 1750 \cdot 1,2} = 0,42.$$

(Деление при расчете на 60 преобразует в часы трудоемкость, выраженную в минутах.)

Доля трудоемкости i детали в общей трудоемкости всей производственной программы, т. е. ее весовой коэффициент k_i определится как

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{ип}ij} \cdot n_{\text{ип}} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{ип}ij} \cdot n_{\text{ип}} \cdot N_i}.$$

Для детали 1 он составит

$$k_1 = \frac{\sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{ип}1j} \cdot n_{\text{ип}1} \cdot N_1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_0} t_{\text{ип}ij} \cdot n_{\text{ип}} \cdot N_i} = \frac{6100}{18767} = 0,33.$$

Для всех остальных деталей расчетные характеристики представлены в табл. П1.4.

Тогда средневзвешенный по трудоемкости показатель массовости можно определить по формуле

$$\bar{\gamma}_m = \sum_i \gamma'_m \cdot k_i,$$

т. е. после подстановки численных значений получим

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_m &= \sum_i \gamma'_m \cdot k_i = 0,41 \cdot 0,33 + 0,29 \cdot 0,2 + 0,24 \cdot 0,08 + \\ &+ 0,28 \cdot 0,12 + 0,14 \cdot 0,06 + 0,18 \cdot 0,08 + 0,3 \cdot 0,13 = 0,31. \end{aligned}$$

Таблица П1.4. Расчетные характеристики деталей

Шифр детали	Суммарная трудоемкость всего объема производства детали i	Средний показатель массовости γ'_m	Весовой коэффициент детали K_i
Деталь 1	6100	0,41	0,33
Деталь 2	3667	0,29	0,2
Деталь 3	1500	0,24	0,08
Деталь 4	2333	0,28	0,12
Деталь 5	1167	0,14	0,06
Деталь 6	1500	0,18	0,08
Деталь 7	2500	0,3	0,13
Сумма	18767		1

Такая величина показателя массовости также соответствует крупносерийному организационному типу производства.

Крупносерийный тип производства предполагает использование поточных форм производства, специализированных высокопроизводительных видов оборудования, комплексных машинных систем.

Приложение 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕХА

Постановка задачи

Предположим, имеется некоторое конкретное изделие, удовлетворяющее актуальную потребность населения, которое предприятие желает запустить в производство и выйти с этим продуктом на рынок. Изделие сложное и состоит из определенного количества деталей. Проектно-конструкторские работы по изделию закончены, технологические процессы изготовления разработаны.

Для производства изделия необходимо осуществить укрупненное проектирование производственной структуры цеха.

На основе предложенной (имеющейся) нормативно-справочной информации, с использованием экспертного метода парных сравнений, метода построения классификационного дерева, группы имеющихся конструктивно-технологических показателей, а также показателей плавно-организационного характера необходимо:

- осуществить разбивку всей номенклатуры деталей изделия на относительно однородные (по классификационным признакам) группы,
- определить необходимое число равновеликих участков цеха;
- осуществить формирование участков, специализированных по предметному признаку.

Рекомендации к решению

Все обрабатываемые в подразделении (цехе) детали классифицируются по двум группам признаков.

Первую группу составляют конструктивно-технологические признаки (вид заготовки, габаритные размеры детали, технологический маршрут обработки, конструктивный тип детали и т. д.). Конструк-

тивно-технологические признаки выражаются либо в абсолютных единицах измерения (например, диаметр детали 100 мм), либо в виде конструктивного шифра детали (например, деталь «втулка» соответствует шифру 1).

Вторую группу составляют планово-организационные признаки (объем выпуска, трудоемкость изготовления, число и трудоемкость переналадок оборудования и т. д.). Основные планово-организационные признаки могут быть учтены с помощью комплексного показателя относительной трудоемкости детали k_{di} , который вычисляется по формуле

$$k_{di} = \frac{\sum_{i=1}^{k_d} t_{штij}}{\tau_i \cdot k_b \cdot 60} = \frac{\sum_{i=1}^{k_d} t_{штij} \cdot N_i}{F_d \cdot k_b \cdot 60},$$

где τ_i — такт выпуска деталей, ч; $t_{штij}$ — штучное время обработки i -й детали на j -ой операции ($j = 1 \div K_o$), мин; F_d — действительный или потребный фонд рабочего времени в планируемом периоде, ч; N_i — объем производства i -й детали в планируемом периоде, шт.; k_b — коэффициент выполнения нормы времени.

Показатель относительной трудоемкости i -й детали определяет обезличенное число рабочих мест, необходимое для ее обработки (изготовления) в соответствии с требуемым объемом и трудоемкостью технологических операций.

Решение задачи предлагается осуществить для условий поддетальной специализации проектируемых участков. Формирование таких участков может быть осуществлено путем реализации трех основных этапов:

1. Проведение классификации объектов (деталей) по конструктивно-технологическим признакам с целью создания компактных конструктивно-технологических групп деталей (КТГ).

2. Формирование из КТГ деталей новых общностей (групп) на основе учета планово-организационных признаков.

3. Определение состава участков, их специализации и кооперирования.

При группировании деталей в КТГ стремятся создать такие группы (классы), затраты на изготовление которых были бы наименьшими. Однако зависимости, устанавливающие влияние группировки деталей на затраты, весьма трудно определить. В связи с этим для установления меры близости деталей друг к другу по различным признакам могут использоваться экспертные оценки значимости каждого конструктивно-технологического признака.

Полученное количество КТГ, как правило, велико по сравнению с рациональным для цеха числом участков. Поэтому вопрос о группировании КТГ деталей перерастает в вопрос о решении второй из поставленных задач, т. е. учет планово-организационных признаков. На этом этапе необходимо решить, сколько участков будет в цехе. Это число может быть определено на основе трудоемкости программы цеха и принятых норм управляемости. Число участков в цехе может быть рассчитано по формуле

$$n = S^{\text{уп}} / S_{\text{упр}},$$

где $S^{\text{уп}}$ — принятое число рабочих мест в цехе; $S_{\text{упр}}$ — норма управляемости в подразделении.

Норма управляемости в основном зависит от иерархического уровня управления и типа производства (см. табл. 8.1).

Расчетное число рабочих мест в цехе определится по формуле

$$S_{ij}^{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_{ai}} t_{\text{шп}ij} \cdot N_i \cdot k_{\text{из}}}{F_{\text{д}} \cdot k_{\text{в}}},$$

где N_i — объем производства i -й детали, шт./г.; $k_{\text{из}}$ — коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время при запуске в производство партии деталей.

Специализация участков формируется на основе однородных КТГ деталей и принципа равновеликости. Равновеликость участков анализируется с помощью показателя $K_{\text{д}i}$, когда

$$\sum k_{\text{д}1} \cong \sum k_{\text{д}2} \cong \dots \cong \sum k_{\text{д}m} \cong A \pm 10\%,$$

где $K_{\text{д}in}$ — суммарная величина $K_{\text{д}i}$ всех объектов (деталей), закрепленных за n -м участком; A — средняя величина $\sum K_{\text{д}i}$ деталей некоторого усредненного участка.

Однако изложенная выше методика классификации объектов может быть реализована только с применением средств вычислительной техники и соответствующих программных продуктов (например, ППП «Stadia»). При расчетах «вручную» можно реализовать следующий подход.

Экспертный анализ признаков классификации позволяет ранжировать их по значимости. Каждый признак формирует определенный «слой» дерева целей, а занимаемый им уровень определяется значимостью признака. Например, признак «Вид материала» имеет наибольшую

значимость, поэтому в дереве классификации он сформирует высший, первый уровень (слой) и т. д. Классы (подклассы, группы) внутри слоя формируются исходя из имеющейся вариации численных значений признаков. Признаки, измеренные в абсолютных величинах (например, диаметр — в мм), должны быть заменены шифрами групп разбивки интервала вариации значения признака. Например, наружный диаметр деталей (табл. П2.1) меняется от 22 до 84 мм. Известно, что обработка в этом интервале диаметра требует перехода к другому приспособлению при диаметрах больших 60 мм (условно), таким образом разбивку следует вести на две интервальные группы: первая от 20 до 60 мм, вторая от 61 до 100 мм и т. д.

Исходные данные

Для конкретизации изложенного материала, положим, что заданы следующие производственные характеристики деталей (табл. П2.1): объем годовой программы выпуска N_p ; суммарное штучное время обработки деталей $t_{штj}$ в нормо-часах; их конструктивно-технологические характеристики. Средний планируемый коэффициент выполнения нормы времени K_v примем равным 1,1, а режим работы цеха — односменным. Коэффициент подготовительно-заключительного времени $k_{пз}$ примем равным 1. Величина действительного фонда рабочего времени в зависимости от принятого режима работы может быть равной:

$$F_d = \begin{cases} 1 \text{ сменный режим} — 1975 \text{ ч в год;} \\ 2 \text{ сменный режим} — 3950 \text{ ч в год;} \\ 3 \text{ сменный режим} — 5925 \text{ ч в год.} \end{cases}$$

Предположим, в условиях примера, что имеет место односменный режим работы цеха. Кроме того, предполагается, что организационный тип производства может быть отнесен к среднесерийному.

Пример расчета

В соответствии с табл. П2.1 детали, входящие в изделие, характеризуются четырьмя признаками: вид материала, тип детали, внешний диаметр изделия и внутренний диаметр изделия. Используя экспертный метод парных сравнений, ранжируем их по значимости, что необходимо для построения классификационного дерева целей. Результаты такого ранжирования представлены в табл. П2.2.

Используя полученную информацию о значимости классификационных признаков, построим классификационное дерево целей. При

Таблица П2.1. Исходные данные

№ детали	Объем производства N_i , шт./год	Штучное время, $t_{штij}$, н-час	Тип детали	Вид материала	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм
1	1980	6.4	1	1	29	4
2	1590	5.3	1	1	27	6
3	1830	7.8	1	1	30	8
4	1770	6.4	2	2	80	2
5	1890	5.3	3	2	84	3
6	2040	7.8	3	1	69	5
7	1950	6.4	1	1	35	10
8	2010	5.3	2	2	22	12
9	1980	5.3	3	2	29	14
10	2010	7.8	2	1	40	2
11	1950	6.4	1	1	83	5
12	2010	5.3	3	2	75	4
13	2040	6.4	3	1	30	3
14	1920	5.3	2	2	25	10
15	1950	7.8	2	1	33	12

этом чем выше классификационный ранг признака, тем более высокий уровень в классификационном дереве он занимает. В «корне» дерева D находится множество всех деталей изделия. «Вершина» дерева (нижний слой) представляет собой отдельные детали, номера которых указаны (см. рис. П2.1)

При построении использовали следующую градацию в размерах деталей.

По наружному диаметру шифр 1 соответствует интервалу от 20 до 60 мм, шифр 2 соответствует интервалу от 61 до 100 мм. По внутрен-

Таблица П2.2. Результаты экспертной оценки значимости классификационных параметров

	Тип детали	Вид материала	Наружный диаметр	Внутренний диаметр	Сумма баллов	Значимость
Тип детали	= 1	< 0	> 2	> 2	5	2
Вид материала	> 2	= 1	> 2	> 2	7	1
Наружный диаметр	< 0	< 0	= 1	> 2	3	3
Внутренний диаметр	< 0	< 0	< 0	= 1	1	4

нему диаметру шифр 1 соответствует интервалу размера от 0 до 10 мм, а шифр 2 — интервалу от 11 до 20 мм.

Как правило, полученные группы классификации деталей относительно невелики, а их число — большое. При необходимости их дальнейшего укрупнения следует использовать организационно-плановые характеристики объектов классификации (деталей). Обобщенным планово-организационным показателем считают коэффициент относительной трудоемкости деталей $k_{дi}$. Результаты таких расчетов, сделанных для каждой детали, сведены в табл. П2.3.

Таблица П.3. Показатель относительной трудоемкости деталей

№ детали	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$k_{дi}$	5,82	3,87	6,6	5,19	4,59	7,32	5,73	4,89	4,83	7,2	5,73	4,89	7,32	6,87	5,73
$\sum_i k_{дi}$													86,58		

Затем рассчитывается $\sum k_{дi}$ по каждой компактной группе деталей, образующей класс вышерасположенного иерархического уровня дерева и т. д.

Рассчитанный показатель $k_{дi}$ можно вписывать на рисунке дерева целей (рис. П2.1) рядом с деталью соответствующего номера на первом уровне целевого дерева, это повышает его наглядность.

Исходя из нормы управляемости $S_{упр}$ при среднесерийном производстве, может быть рассчитано количество участков цеха, т. е. рациональное число однородных групп деталей для формирования производственной структуры цеха.

$$n = \frac{S_{ij}^{расч}}{S_{упр}} = \frac{\sum k_{дi} k_{из}}{S_{упр}} = \frac{86,58}{30} = 2,9 \approx 3 \text{ (участка)}.$$

Таким образом, может быть определен размер одного усредненного предметного участка

$$A = \frac{\sum k_{дi} k_{из}}{n} = \frac{86,58}{3} = 29 \text{ (раб. мест)}.$$

Для соблюдения условия равновеликости участков на основании полученных значений $k_{дi}$ формируется общность однородных деталей так, чтобы их суммарная величина примерно соответствовала $A \pm 10\%$. Формирование групп однородных деталей ведется из деталей, расположен-

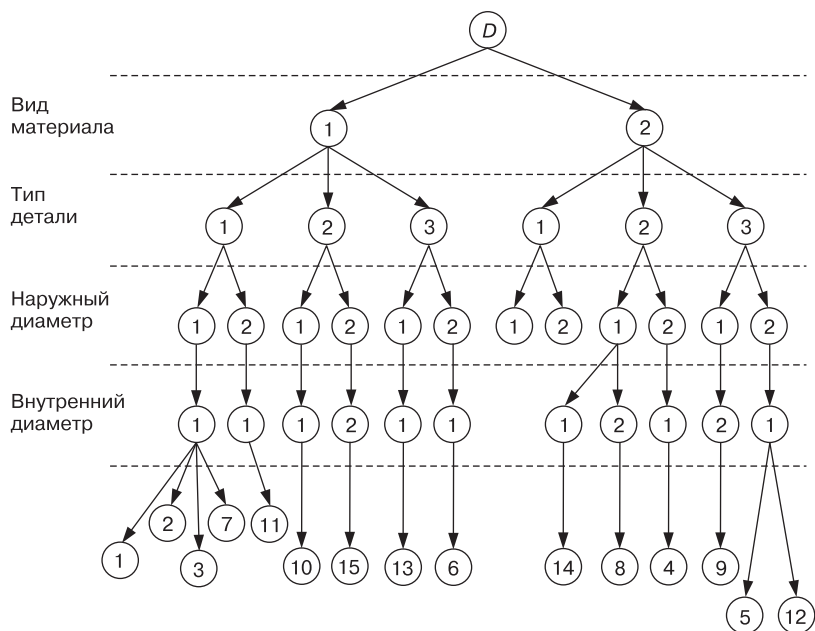


Рис. П2.1. Результирующее классификационное дерево целей

ных рядом в одном слое классификационного дерева (чем ближе расположены детали, тем выше степень их однородности). Так, детали с № 1–3 и 7 близки по критериям сравнения и образуют однородную группу, при этом суммарная величина их $k_{дi}$ составляет 22,02 ($5,82 + 3,87 + 6,6 + 5,73$). Эта сумма может быть увеличена с наименьшим возможным ущербом для однородности за счет детали № 11 ($k_{дi} = 5,73$). Тогда суммарная величина обезличенных рабочих мест

$$\sum_i k_{дi} \text{ составит } 27,75 \text{ (после округления } 28)$$

Такая $\sum_i k_{дi}$ является достаточной для формирования участка. При своем ему № 1.

Следующая группа однородных деталей состоит из деталей № 14, 8, 4, 9, 5 и 12. Их суммарная величина относительной трудоемкости $\sum_i k_{дi}$ составит 31,26 рабочих мест ($6,87 + 4,89 + 5,19 + 4,83 + 4,59 + 4,89$), что достаточно для формирования участка № 2, содержащего 32 рабочих места.

За участком № 3 будут закреплены все оставшиеся детали. Их суммарная величина $\sum_i k_{\text{д}i}$ составит 27,57, или 28 рабочих мест.

Таким образом, сформированы три группы относительно однородных по рассматриваемым признакам деталей, которые определяют специализацию предметных участков производственного цеха.

Результаты расчетов занесем в сводную табл. П2.4.

Таблица П2.4. **Сводная таблица относительной трудоемкости деталей**

№ участка	№ детали, закрепленной за участком	Годовая программа выпуска детали N_i , тыс. шт.	Суммарное штучное время $t_{\text{шт}ij}$, нормо-час	$k_{\text{д}i}$ детали
1	1	1980	6,4	5,82
	2	1590	5,3	3,87
	3	1830	7,8	6,6
	7	1950	6,4	5,73
	11	1950	6,4	5,73
Итого по участку 1:	$\sum k_{\text{д}i} = 27,75$			
2	14	1920	7,8	6,87
	8	2010	5,3	4,89
	4	1770	6,4	5,19
	9	1980	5,3	4,83
	5	1890	5,3	4,59
	12	2010	5,3	4,89
Итого по участку 2:	$\sum k_{\text{д}i} = 31,26$			
3	10	2010	7,8	7,2
	15	1950	6,4	5,73
	13	2040	7,8	7,32
	6	2040	7,8	7,32
Итого по участку 3:	$\sum k_{\text{д}i} = 27,57$			

Для определенности дальнейших расчетов введем информацию о технологических процессах изготовления рассматриваемых деталей (табл. П2.5).

Проведем расчет числа рабочих мест на каждой операции отдельно по участкам.

Участок № 1.

Расчетные характеристики сведены в табл. П2.6.

Таблица П2.5. **Трудоемкость обработки деталей по операциям технологического процесса**

№ детали i	Трудоемкость операции j при обработке детали i $t_{штj}$, мин						$\sum_j t_{штj}$, мин
	Т*	Ф	Св	Шл _{кр}	Шл _{пл}	Сл	
1	1,4	2,0	0,5	0,8	0,7	1,0	6,4
2	1,0	1,5	0,5	0,6	1,2	0,5	5,3
3	1,2	1,8	0,3	1,0	1,5	2,0	7,8
4	2,5	1,0	—	1,5	—	1,4	6,4
5	3,0	0,5	—	1,8	—	—	5,3
6	—	4,0	1,5	—	2,0	0,3	7,8
7	1,2	1,8	0,5	1,0	—	1,9	6,4
8	2,7	2,3	—	0,3	—	—	5,3
9	2,5	2,0	0,5	—	—	0,3	5,3
10	—	3,5	1,5	—	2,0	0,8	7,8
11	1,3	2,0	0,4	1,5	0,5	0,7	6,4
12	2,7	2,3	0,3	—	—	—	5,3
13	—	3,8	1,7	—	1,8	0,5	7,8
14	3,0	2,0	0,5	1,8	—	0,5	7,8
15	—	3,5	1,5	—	1,2	0,2	6,4

* Сокращения наименований операций: Т — токарная, Ф — фрезерная, Св — сверлильная, Шл_{кр} — шлифовальная круглая, Шл_{пл} — шлифовальная плоская, Сл — слесарная.

Средний коэффициент загрузки оборудования на участке № 1 составит

$$k_3^{уч.1} = \frac{27,77}{31} = 0,9.$$

Участок № 2.

Расчетные характеристики сведены в табл. П2.7.

Средний коэффициент загрузки оборудования на участке № 2 составит

$$k_3^{уч.1} = \frac{32,25}{34} = 0,95.$$

Участок № 3.

Расчетные характеристики сведены в табл. П2.8.

Средний коэффициент загрузки оборудования на участке № 3 составит

$$k_3^{уч.1} = \frac{27,65}{29} = 0,95.$$

Таблица П2.6. Расчет параметров участка № 1

№ детали <i>i</i>	Объем производства, <i>N_i</i> шт	Трудоемкость операции <i>j</i>						Суммы
		Т	Ф	Св	ШЛ _{кр}	ШЛ _{пл}	Сл	
1	1980	1,4/2772	2,0/3960	0,5/990	0,8/1584	0,7/1386	1,0/1980	
2	1590	1,0/1590	1,5/2385	0,5/795	0,6/954	1,2/1908	0,5/795	
3	1830	1,2/2196	1,8/3294	0,3/549	1,0/1830	1,5/2745	2,0/3660	
7	1950	1,2/2340	1,8/3510	0,5/975	1,0/1950	—	1,9/3705	
11	1950	1,3/2535	2,0/3900	0,4/780	1,5/2925	0,5/975	0,7/1365	
$\sum_i t_{\text{шт}ij} \cdot N_i$		11433	17049	4089	9243	7014	11505	
$\sum_i S_j^{\text{расч}} = \frac{\sum_i t_{\text{шт}ij} \cdot N_i \cdot k_{\text{из}}}{F_{\text{д}} \cdot k_{\text{в}}}$		5,26	7,85	1,88	4,25	3,23	5,3	$\sum_{ij} S_j^{\text{расч}} = 22,77$
$S_j^{\text{пр}}$		6	8	2	5	4	6	$\sum_j S_j^{\text{пр}} = 31$

В ячейках таблицы в числителе проставлены штучные операционные времена обработки, в знаменателе — трудоемкость обработки всего объема производства детали.

Таблица П2.7. Расчет параметров участка № 2

№ детали <i>i</i>	Объем произ-водства, <i>N_i</i> шт	Трудоемкость операции <i>j</i>						Суммы
		Т	Ф	Св	ШЛ _{кр}	ШЛ _{пл}	Сл	
4	1770	2,5/4425	1,0/1770	—	1,5/2655	—	1,4/2478	
5	1890	3,0/5670	0,5/945	—	1,8/3402	—	—	
8	2010	2,7/5427	2,3/4623	—	0,3/603	—	—	
9	1980	2,5/4950	2,0/3960	0,5/990	—	—	0,3/594	
12	2010	2,7/5427	2,3/4623	0,3/603	—	—	—	
14	1920	3,0/5760	2,0/3840	0,5/1920	1,8/3456	—	0,5/1920	
$\sum_i t_{\text{шт}ij} \cdot N_i$		31659	19761	3513	10116	—	4992	
$\sum_i S_j^{\text{расч}}$		14,57	9,1	1,62	4,66	—	2,3	$\sum_{ij} S_j^{\text{расч}} = 32,25$
$S_j^{\text{пр}}$		15	9	2	5	—	3	$\sum_j S_j^{\text{пр}} = 34$

Таблица П2.8. Расчет параметров участка № 3

№ детали i	Объем производства, N_i , шт	Трудоемкость операции j , $t_{штj}$						Суммы
		Т	Ф	Св	Шл _{кр}	Шл _{пл}	Сл	
6	2040	–	4,0/8160	1,5/3060	–	2,0/4080	0,3/612	
10	2010	–	3,5/7035	1,5/3015	–	2,0/4020	0,8/1608	
13	2040	–	3,8/7752	1,7/3468	–	1,8/3672	0,5/1020	
15	1950	–	3,5/6825	1,5/2925	–	1,2/2340	0,2/468	
$\sum_i t_{штj} \cdot N_i$		–	29772	12468	–	14112	3708	
$\sum_i S_j^{\text{расч}}$		–	13,7	5,74	–	6,5	1,71	$\sum_{ij} S_j^{\text{расч}} = 27,65$
$S_j^{\text{нр}}$		–	14	6	–	7	2	$\sum_j S_j^{\text{нр}} = 29$

В целом загрузка оборудования всех трех участков хорошая.

Проектирование специализированных производственных участков завершено.

Приложение 3. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ВЫБОР ВИДА ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Постановка задачи

В механообрабатывающем цехе при анализе номенклатуры деталей обработки на следующий плановый период (год) выявлены детали, которые могут быть обработаны с применением поточных методов организации производства. На основе заданной исходной информации необходимо:

- выбрать детали, потенциально пригодные для обработки на поточных линиях;
- определить наиболее целесообразный для обработки выбранных деталей вид поточной линии;
- рассчитать основные характеристики этих поточных линий.

Рекомендации к решению

Поточные методы организации производства обеспечивают наивысшую производительность труда в промышленности за счет рациональной организации производственного процесса. При поточных методах производства реализуются основные принципы рациональной организации производственного процесса, такие как принцип специализации, прямооточности, непрерывности, параллельности, пропорциональности и ритмичности. Такой метод организации позволяет получить предприятию значительные экономические выгоды. По разнообразию обрабатываемых на поточной линии изделий различают следующие основные их разновидности: однопредметные и многопредметные поточные линии. На однопредметных линиях обрабатывается в течение планового периода только один продукт. Это узкоспециализированная поточная

линия. На многопредметных поточных линиях обрабатывается определенная номенклатура однородных, как правило, продуктов. Количество предметов обработки колеблется от 2 до нескольких десятков, в зависимости от вида потока. Выделяют два основных вида поточных многопредметных линий: переменные поточные линии и групповые поточные линии. На переменных поточных линиях обрабатывается относительно небольшая номенклатура изделий, как правило, их количество не превышает 5. В каждый конкретный момент времени на переменной линии обрабатывается только один продукт, но в течение планового периода обработке подвергаются все закрепленные за линией продукты. Таким образом, каждый обрабатываемый продукт обрабатывается в течение своего частного периода времени (частного временного фонда работы линии). Групповые поточные многопредметные линии по характеру организации их деятельности наиболее близко стоят к целевым производственным участкам. На них одновременно обрабатываются обычно несколько (или все) закрепленные за ними детали.

Поточные линии создаются, как правило, для обработки сложных, трудоемких деталей с большими объемами выпуска, а также комплекса конструктивно однотипных деталей с небольшим объемом производства, но с одинаковым или подобным технологическим маршрутом обработки.

Деталь (или комплекс деталей) считается потенциально пригодной для постановки на поток в том случае, когда ее показатель массовости γ'_m (или сумма показателей массовости всех деталей комплекса) оказывается близок к единице либо к любому целому числу более единицы.

Рекомендации по выбору вида поточной линии сведены в табл. ПЗ.1.

Таблица ПЗ.1. **Рекомендуемые данные для выбора вида поточной линии**

Основной вид поточной линии	Рекомендуемое количество предметов обработки	Рекомендуемый средний показатель массовости, γ'_m	Примечание
Однопредметная	1–2	Не менее 0,75	По каждой операции технологического процесса $\gamma'_{m,i} \geq 0,75$
Переменная многопредметная	2–5	0,5–0,2	По основным операциям технологического процесса $\gamma'_{m,i} \geq 0,75$
Групповая многопредметная	5–30 (иногда более)	Желательно более 0,2	$\sum_i \gamma'_{mi} \geq 0,75$

Окончательное решение о виде поточной линии принимается при ее проектировании в зависимости от возможности синхронизации операции, коэффициентов загрузки оборудования и других показателей.

Выбор вида потока следует начать с рассмотрения возможности организации однопредметной линии, если это не целесообразно, то переходят к рассмотрению возможности применения многопредметной переменной поточной линии, если же не удастся организовать и ее, то рассматривается многопредметная групповая поточная линия.

Блок-схема расчета параметров однопредметной поточной линии представлена на рис. ПЗ.1.

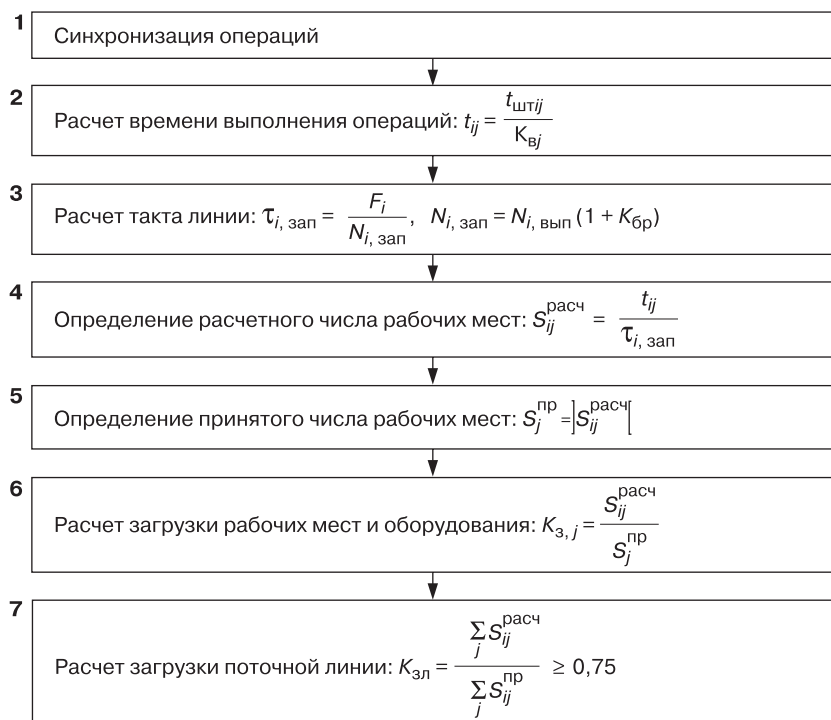


Рис. ПЗ.1 Блок-схема расчета параметров однопредметной поточной линии

Блок-схема расчета параметров многопредметной переменной поточной линии приводится на рис. ПЗ.2.



Рис. ПЗ.2. Алгоритм расчета многопредметной переменной поточной линии

Расчет параметров многопредметной групповой поточной линии осуществляется в последовательности, представленной на рис. ПЗ.3.

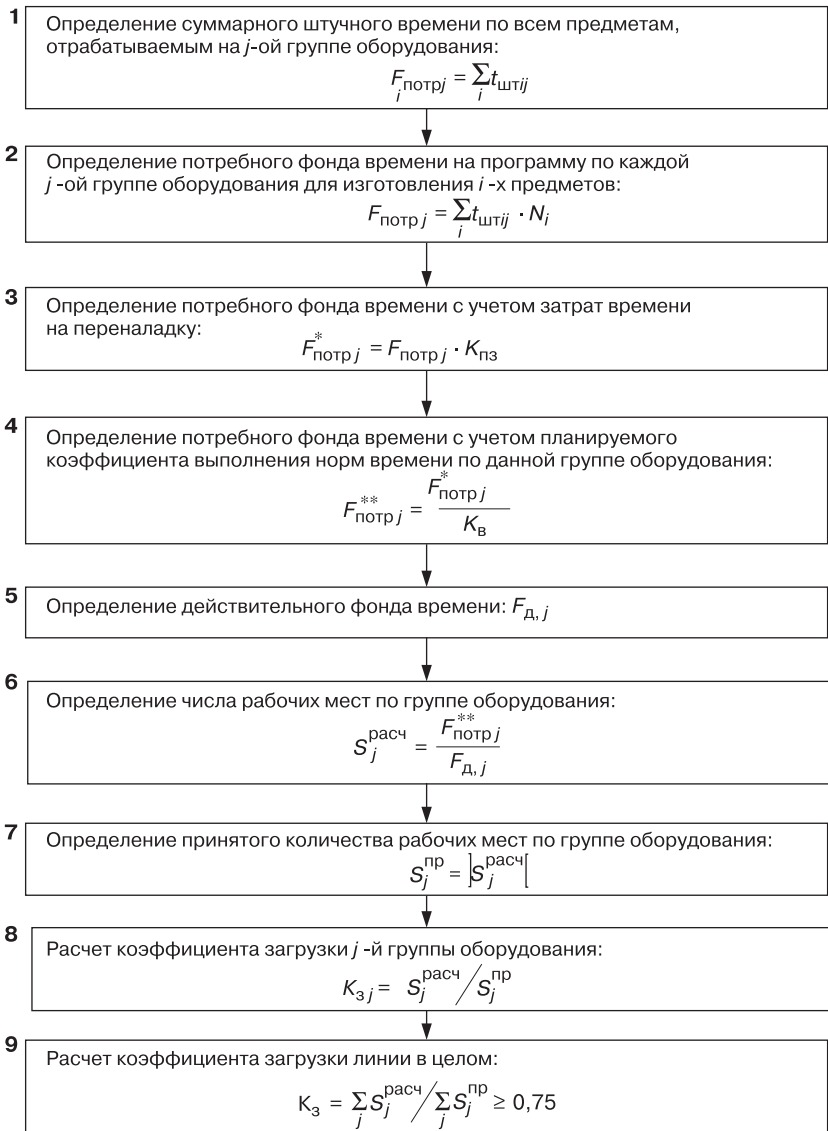


Рис. ПЗ.3. Блок-схема расчета параметров многопредметной групповой поточной линии

Исходные данные

Состав операций технологического процесса и трудоемкости обработки деталей представлены в табл. ПЗ.2.

Коэффициент выполнения нормы времени k_n принимаем равным 1.

Режим работы цеха односменный, действительный фонд времени работы оборудования равен 1750 ч в год.

Таблица ПЗ.2. **Пооперационная трудоемкость обработки деталей ($t_{штj}$), мин**

№ детали, i	Наименование операции обработки*							$\sum_j t_{штj}$
	T1	T2	Ф	Св	Шл _{кр}	Шл _{пл}	Сл	
1	8	—	12	10	9	20	10	69
2	5	—	11	8	10	18	20	72
3	12,24	24,6	10,32	15,6	11,0	—	32,0	105,76
4	19		28	9	58	—	20	
5	10		21	11	40	—	30	
6	8		19	—	70	—	25	
7	18		—	—	—	30	50	
8	27		—	10	52	30	40	
$k_{пз}$	1,1		1,2	1,05	1,3	1,3	1,0	
$\sum_{i=4}^8 t_{штj}$	82		68	30	220	60	165	

*Сокращения наименований операций: T1 и T2 — токарная, Ф — фрезерная, Св — сверлильная, Шл_{кр} — шлифовальная круглая, Шл_{пл} — шлифовальная плоская, Сл — слесарная.

Пример расчета

А. Однопредметная поточная линия

В механообрабатывающем цехе при анализе номенклатуры деталей обработки на следующий плановый период (год) выявлена деталь, трудоемкость которой велика, а технологический процесс достаточно сложен для постановки ее на однопредметную поточную линию. Это деталь с № 3 (табл. ПЗ.2). Запланированный объем производства детали 3 составляет $N_3 = 8750$ шт. в год (величина задана априорно).

Определим целесообразность применения для обработки выбранной детали однопредметной поточной линии.

Рассчитаем основные характеристики этой поточной линии.

Потенциальная возможность постановки детали на поток определяется по ее показателю массовости, который по всем операциям обработки должен превосходить 0,75, и сложности технологического

количества. Величина коэффициента загрузки поточной линии говорит о хорошем использовании оборудования на линии.

Оборотные межоперационные заделы $Z_{\text{об}}$ вычисляются по формуле

$$Z_{\text{об}} = \frac{T_k \cdot S_j^{\text{нп}}}{t_j} - \frac{T_k \cdot S_{j+1}^{\text{нп}}}{t_{j+1}},$$

где T_k – продолжительность частного k -го периода между смежными операциями при неизменном числе работающих единиц оборудования, мин; $S_j^{\text{нп}}$, $S_{j+1}^{\text{нп}}$ – число единиц оборудования, работающего в течение частного периода T_k соответственно на j -й и $(j+1)$ -ой операциях; t_j , t_{j+1} – норма штучного времени соответственно j -й и $(j+1)$ -й операций технологического процесса, мин.

Результаты расчетов представлены в табл. ПЗ.5.

Все расчеты заделов ведутся с округлением до целого числа обработанных деталей.

Других деталей, отвечающих требованиям организации однопредметной поточной линии, в имеющейся номенклатуре не выявлено.

Б. Переменная прерывно-поточная линия

В полной номенклатуре деталей, обрабатываемых в цехе, выявлены две детали, которые имеют близкие по составу и очередности выполнения операций технологические маршруты обработки, это детали № 1 и № 2. Эти детали предполагается обрабатывать на переменной поточной линии. Запланированный объем производства детали № 1 составляет $N_1 = 5000$ шт. в год, а детали № 2 – $N_2 = 4000$ шт. в год.

Оценим возможность организации обработки деталей № 1 и 2 на многопредметной переменной прерывной поточной линии. Для этого произведем следующие расчеты.

1. Рассчитаем суммарную трудоемкость выполнения всего объема производства деталей.

Для детали № 1

$$\sum_j t_{\text{шт}1j} \cdot N_1 = 69 \text{ (мин)} \cdot 5000 \text{ (шт.)} = 345000 \text{ (мин)} = 5750 \text{ (ч)}.$$

Для детали № 2

$$\sum_j t_{\text{шт}2j} \cdot N_2 = 72 \text{ (мин)} \cdot 4000 \text{ (шт.)} = 28800 \text{ (мин)} = 4800 \text{ (ч)}.$$

Суммарная трудоемкость обработки обеих деталей равна

$$\sum_i \sum_j t_{\text{шт}ij} \cdot N_i = 5750 + 4800 = 10550 \text{ (ч)}.$$

Таблица П3.5. Расчет межоперационных оборотных заделов поточной линии

Номера смежных операций	Длительность частного периода, мин	Расчет задела
1-2	$T_1 = 480$	$Z_{1-2} = \frac{480 \cdot 1}{12,0} - \frac{480 \cdot 2}{24,0} = 0$
2-3	$T_1 = 412,8$ $T_2 = 67,2$	$Z_{2-3} = \frac{412,8 \cdot 2}{24,0} - \frac{412,8 \cdot 1}{10,32} = -6$ $Z_{2-3} = \frac{67,2 \cdot 2}{24,0} - \frac{67,2 \cdot 0}{10,32} = +6$
3-4	$T_1 = 321,6$ $T_2 = 91,2$ $T_3 = 67,2$	$Z_{3-4} = \frac{321,6 \cdot 1}{10,32} - \frac{321,6 \cdot 3}{32} = +1$ $Z'_{3-4} = \frac{91,2 \cdot 1}{10,32} - \frac{91,2 \cdot 2}{32} = +3$ $Z''_{3-4} = \frac{67,2 \cdot 0}{10,32} - \frac{67,2 \cdot 2}{32} = -4$
4-5	$T_1 = 321,6$ $T_2 = 118,4$ $T_3 = 40$	$Z_{4-5} = \frac{321,6 \cdot 3}{32} - \frac{321,6 \cdot 1}{11} = +1$ $Z'_{4-5} = \frac{118,4 \cdot 2}{32} - \frac{118,4 \cdot 1}{11} = -4$ $Z''_{4-5} = \frac{40 \cdot 2}{32} - \frac{40 \cdot 0}{11} = +3$
5-6	$T_1 = 336$ $T_2 = 104$ $T_3 = 40$	$Z_{5-6} = \frac{336 \cdot 1}{11} - \frac{336 \cdot 1}{15,6} = +9$ $Z'_{5-6} = \frac{104 \cdot 1}{11} - \frac{104 \cdot 2}{15,6} = -4$ $Z''_{5-6} = \frac{40 \cdot 0}{11} - \frac{40 \cdot 2}{15,6} = -5$

2. Определим средний показатель массовости γ'_m для каждой детали.
Для детали № 1

$$\gamma'_{m1} = \frac{\sum_j t_{1j}}{\tau_1 \cdot k_{01} \cdot k_B} = \frac{5750}{1750 \cdot 6} = 0,55.$$

Для детали № 2

$$\gamma'_{m2} = \frac{\sum_j t_{2j}}{\tau_2 \cdot k_{02} \cdot k_B} = \frac{4800}{1750 \cdot 6} = 0,46.$$

Суммарная величина показателей массовости составит

$$\sum \gamma'_m = 0,55 + 0,46 = 1,01,$$

что говорит о потенциальной возможности организации двухпредметной переменной поточной линии для этих деталей.

3. Рассчитаем долю каждой детали k_i в общей трудоемкости обработки, которые характеризуют время занятости линии обработкой той или иной детали

$$k_1 = \frac{\sum_j t_{\text{шт}1j} \cdot N_1}{\sum_i \sum_j t_{\text{шт}ij} \cdot N_i} = \frac{5750 \text{ (ч)}}{10550 \text{ (ч)}} = 0,545;$$

$$k_2 = \frac{4800}{10550} = 0,455.$$

4. Определим частные фонды времени F_i обработки на линии каждой из деталей:

$$F_1 = F_d \cdot k_1 = 1750 \cdot 0,545 \cong 954 \text{ (ч)};$$

$$F_2 = F_d \cdot k_2 = 1750 \cdot 0,455 \cong 796 \text{ (ч)}.$$

5. Определим частные такты запуска в производство каждой детали. При этом положим, что отходы деталей в брак отсутствуют, и объем запуска соответствует объему выпуска.

Такт запуска детали 1 определится как

$$\tau_1 = \frac{F_1}{N_1} = \frac{954 \cdot 60}{5000} = 11,4 \text{ (мин)}.$$

Такт запуска детали № 2 равен

$$\tau_2 = \frac{F_2}{N_2} = \frac{796 \cdot 60}{4000} = 11,94 \text{ (мин)}.$$

6. Определим расчетное количество рабочих мест по каждой операции при обработке каждой из деталей.

Тогда для детали № 1

$$S_{1,T}^{\text{расч}} = \frac{t_{1,T,\text{шт}}}{\tau_1} = \frac{8}{11,4} = 0,7; \quad S_{1,\Phi}^{\text{расч}} = \frac{t_{1,\Phi,\text{шт}}}{\tau_1} = \frac{12}{11,4} = 1,05;$$

$$S_{1,\text{Св}}^{\text{расч}} = \frac{t_{1,\text{Св},\text{шт}}}{\tau_1} = \frac{10}{11,4} = 0,88; \quad S_{1,\text{Пл},\text{кр}}^{\text{расч}} = \frac{t_{1,\text{Пл},\text{кр},\text{шт}}}{\tau_1} = \frac{9}{11,4} = 0,79;$$

$$S_{1.Шл\text{плл}}^{\text{расч}} = \frac{t_{1.Шл\text{плл}}}{\tau_1} = \frac{20}{11,4} = 1,75; \quad S_{1.Сл}^{\text{расч}} = \frac{t_{1.Сл}}{\tau_1} = \frac{10}{11,4} = 0,88.$$

Сумма расчетного количества рабочих мест для обработки первой детали составит

$$\sum_j S_{1.\text{расч}} = 0,7 + 1,05 + 0,88 + 0,79 + 1,75 + 0,88 = 6,0.$$

Аналогичные расчеты для детали № 2 дадут следующие результаты

$$S_{2.T}^{\text{расч}} = \frac{t_{2.T}}{\tau_2} = \frac{5}{11,94} = 0,42; \quad S_{2.Ф}^{\text{расч}} = \frac{t_{2.Ф}}{\tau_2} = \frac{11}{11,94} = 0,92;$$

$$S_{2.Св}^{\text{расч}} = \frac{t_{2.Св}}{\tau_2} = \frac{8}{11,94} = 0,67; \quad S_{2.Шл\text{кр}}^{\text{расч}} = \frac{t_{2.Шл\text{кр}}}{\tau_2} = \frac{10}{11,94} = 0,84;$$

$$S_{2.Шл\text{плл}}^{\text{расч}} = \frac{t_{2.Шл\text{плл}}}{\tau_2} = \frac{18}{11,94} = 1,51; \quad S_{2.Сл}^{\text{расч}} = \frac{t_{2.Сл}}{\tau_2} = \frac{20}{11,94} = 1,68.$$

Сумма расчетного количества рабочих мест для обработки второй детали составит

$$\sum_j S_2^{\text{расч}} = 0,42 + 0,92 + 0,67 + 0,84 + 1,51 + 1,68 = 6,99.$$

7. Определим принятое количество рабочих мест по каждой операции обработки. Для этого сформируем таблицу с данными о расчетном количестве рабочих мест (табл. ПЗ.6).

Таблица ПЗ.6. **Расчет принятого количества рабочих мест по операциям**

	Расчетное число рабочих мест						ΣS	k_3
	Т	Ф	Св	Шл	Шл	Сл		
Деталь № 1	0,7	1,05	0,88	0,79	1,75	0,88	6,0	0,75
Деталь № 2	0,42	0,92	0,67	0,84	1,51	1,68	6,99	0,87
Принятое количество рабочих мест	1	1	1	1	2	2	8	
Коэффициент загрузки линии: $k_{3.\text{линии}} = 0,245 \cdot 0,75 + 0,455 \cdot 0,87 = 0,8$								

Дадим некоторые пояснения к табл. ПЗ.6.

Принятое количество рабочих мест по операциям определяется округлением до целого большего числа наибольшей из расчетных величин. Например, при обработке детали № 1 на слесарной операции расчетное число оборудования оказалось равным 0,88, а по детали № 2 — 1,68. Принятое количество — 2.

Расчетное число оборудования на фрезерной операции при обработке детали № 1 оказалось равным 1,05. Ясно, что загрузить станок более чем на 100% невозможно, поэтому, приняв 1 станок, следует разработать организационно-технические мероприятия, которые позволят повысить производительность труда или увеличить действительный фонд рабочего времени этого оборудования (как минимум на 5% сверх его теперешней загрузки).

Таким образом, полученный коэффициент загрузки многопредметной переменной поточной линии оказался равным 80 %, что вполне приемлемо и, следовательно, может быть принято решение об ее организации.

В. Многопредметная групповая поточная линия

Детали № 4–8 предполагается обрабатывать на групповой поточной линии. Объем производства этих деталей составляет 1280 штук в год. Для обработки этих деталей следует предусмотреть подготовительно-заключительное время, выраженное через коэффициенты $k_{пз}$.

Проведем расчет токарной операции.

Суммарное штучное время обработки всех деталей на токарной операции равно 82 (см. табл. П3.2) При одинаковом объеме производства рассматриваемых деталей общая трудоемкость их обработки составит

$$\sum_{i=4}^8 t_{шт,i,T} \cdot N_i = 82 \cdot 1280 = 104960 \text{ (мин)}.$$

С учетом подготовительно-заключительного времени и коэффициента выполнения норм времени потребное время для обработки на токарной операции составит

$$\sum_{i=4}^8 t_{шт,i,T} \cdot N_i \cdot k_{пз} / k_n = 104960 \cdot 1,1 / 1 = 115456 \text{ (мин)}.$$

Тогда расчетное количество рабочих мест на токарной операции окажется равным

$$S_{IT}^{расч} = \frac{1750 \cdot 60}{115456} = 0,91.$$

Принятое количество рабочих мест $S_T^{пр} = 1$.

По остальным операциям расчеты проводятся аналогично, и их результаты сведены в табл. П3.7.

Коэффициент загрузки групповой поточной линии оказался равен 0,89, что вполне приемлемо. Организация такой линии целесообразна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеева М. М.* Планирование деятельности фирмы: Учеб.-метод. пособие. — М.: Финансы и статистика, 1997.
2. *Аносов Ю. М., Бекренев Л. Л.* и др. Основы отраслевых технологий и организация производства: Учебник / Под ред. В. К. Федюкина. СПб.: Политехника, 2002.
3. *Генкин Б. М.* Экономика и социология труда: Учебник для вузов. — 5-е изд., доп. — М.: Норма, 2003. — 416 с.
4. *Гурков Ф. Ж.* Урок для начинающего агрессора // Эксперт. № 2.
5. *Дафт Р. Л.* Теория организации: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / Пер. с англ. под ред. Э. М. Короткова; предисл. Э. М. Короткова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. — 736 с.
6. *Егорова Т. А., Малюк В. И.* и др. Лабораторный практикум по менеджменту / Под ред. А. К. Казанцева. — СПб.: СПбГИЭУ, 2000.
7. *Ершов В. Ф.* Реструктуризация производственных систем в машиностроении. — СПб.: СПбГИЭУ, 2002. — 215 с.
8. *Ефремов В. С.* Бизнес-системы постиндустриального мира // Менеджмент в России и за рубежом. 1999. № 5.
9. *Ефремов В. С.* Стратегическое планирование в бизнес-системах. — М.: Финпресс, 2001. — 240 с.
10. *Ефремов В. С.* Стратегическое управление в контексте организационного развития // Менеджмент в России и за рубежом. 1999. № 1. С. 3–13.
11. *Ипатов М. И., Захарова М. К.* и др. Организация и планирование машиностроительного производства: Учебник для машиностр. спец. вузов / Под ред. М. И. Ипатова, В. И. Постникова и М. К. Захаровой. — М.: Высшая школа, 1988. — 367 с.
12. *Казанцев А. К., Кабаков В. С., Ершов В. Ф., Малюк В. И.* и др. Менеджмент: Дайджест основных разделов и тем для студ. всех спец. и форм обуч. / Под ред. А. К. Казанцева. — СПб., СПбГИЭА, 1997. — 175 с.
13. *Казанцев А. К., Малюк В. И., Серова Л. С.* Основы менеджмента. Практикум: Учеб. пособие. — 2-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2002. — 544 с.
14. *Козловский В. А., Маркина Т. В., Макаров В. М.* Производственный и операционный менеджмент: Учебник. — СПб.: Специальная литература, 1998. — 366 с.

15. *Круглов М. И.* Стратегическое управление компаниями: Учебник для вузов. — М.: Русская Деловая литература, 1998. — 768 с.
16. *Мазур И. И., Шапиро В. Д.* и др. Реструктуризация предприятий и компаний: Справочное пособие / Под ред. И. И. Мазура. — М.: Высшая школа, 2000. — 587 с.
17. *Мильнер Б. З.* Теория организации. — М.: ИНФРА-М, 1998. — 336 с.
18. *Минцберг Г., Куинн Дж. Б., Гошал С.* Стратегический процесс / Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского. — СПб.: Питер, 2001. — 688 с.
19. *Немчин А. М., Овчинникова Н. М., Суслов Е. Ю., Суслов Ю. Е.* Функции управления проектами: Учеб. пособие. — СПб.: СПбГИЭУ, 2006. — 274 с.
20. *Петров В. А., Масленников А. Н.* Программно-целевая организация производства и оперативного управления. — Л.: Лениздат, 1984. — 176 с.
21. *Сетров М. И.* Основы функциональной теории организации. — Л.: Наука, 1972. — 164 с.
22. *Соколицын С. А., Кузин Б. И.* Организация и оперативное управление машиностроительным производством: Учебник для вузов по специальности «Экономика и организация машиностроительной промышленности». — Л.: Машиностроение, 1988. — 527 с.
23. *Тренин Н. Н.* Предприятие и его структура: Диагностика. Управление. Оздоровление: Учеб. пособие для вузов. — М.: ПРИОР, 2000. — 240 с.
24. *Чудновская С. Н.* История менеджмента: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2004. — 239 с.
25. Экономическая стратегия фирмы: Учеб. пособие / Под ред. А. П. Градова. — 3-е изд., испр. — СПб: Специальная литература, 2000. — 589 с.
26. *Scumpeter J.* Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process, NY. L., 1939.

Малюк Владимир Иванович, Немчин Александр Моисеевич

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Серия «Учебное пособие»

Заведующий редакцией
Руководитель проекта
Ведущий редактор
Выпускающий редактор
Литературный редактор
Художественный редактор
Корректоры
Верстка

*С. Жильцов
Е. Базанов
В. Мамаев
Е. Маслова
В. Мамаев
А. Татарко
И. Клименченко, М. Одинокова
В. Земских*

Подписано в печать 22.12.07. Формат 60×90/16. Усл. п. л. 18.
Тираж 2700. Заказ

ООО «Питер Пресс», 198206, Санкт-Петербург, Петергофское шоссе, д. 73, лит. А29.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2; 95 3005 —
литература учебная.