

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА

М. И. ГЕРАСЬКИН

ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Учебное пособие

САМАРА 2000

УДК 65.052

Основы инновационного менеджмента: Учеб. пособие / М.И. Гераськин. Самар. гос. аэрокосм. ун-т, Самара, 2000, 106 с.

ISBN

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности "Менеджмент", а также по другим специальностям, связанным с планированием экономического развития и управлением экономическими процессами. В пособии рассматриваются основные методы оценки уровня инновационного развития, способы прогнозирования экономических показателей хозяйствующих субъектов, вопросы планирования ассортимента новых видов продукции, расчета объемов выпуска и формирования цен инновационной продукции. Охарактеризованы методики планирования затрат на научно-исследовательские работы и приведены основные процедуры оценки экономического эффекта исследований в области создания новых продуктов и разработки технологии новых процессов.

Табл. 8. Ил. 19. Библиогр.: 41 наим.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева.

Рецензенты:

руководитель инновационного
центра СНИЦ "Перспектива"
Астров В.И.

профессор Самарского государственного
аэрокосмического университета,
доктор технических наук
Гришанов Г.М.

ISBN

© Гераськин М. И., 2000

© Самарский государственный аэрокосмический
университет, 2000

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА	5
ТЕМА 1. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА	8
§1. Предмет инновационного менеджмента. Классификация инноваций	8
§2. Макроэкономические инновационные процессы.....	10
§3. Тенденции и разновидности развития. Управление развитием.....	13
§4. Методы оценки динамики развития организации.....	14
§5. Организационно-правовая основа инновационной деятельности	21
§6. Налоговое планирование инновационного процесса	22
ТЕМА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ.....	27
§1. Приведение финансовых показателей к сопоставимым значениям	27
§2. Методы прогнозирования.....	31
§3. Выявление тренда	33
§4. Трендовое проектирование (экстраполяция).....	37
ТЕМА 3. ПЛАНИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ	42
§1. Условно переменные и условно постоянные затраты	42
§2. Планирование ассортимента при определенном объеме спроса	43
§3. Определение статистических характеристик спроса	48
§4. Планирование ассортимента при известной статистике спроса.....	50
§5. Функциональные зависимости спроса от дохода.....	55
§6. Планирование ассортимента при известной зависимости спроса от дохода.....	57
ТЕМА 4. ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИКИ ЦЕН НА ИННОВАЦИОННУЮ ПРОДУКЦИЮ	62
§1. Ценообразование и фактор спроса.....	62
§2. Экспертные способы оценки инновационной продукции	66
§3. Конкурентоспособность цены инновационного продукта	69
§4. Анализ безубыточности инновационной программы.....	73

ТЕМА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ	78
§1. Планирование капитальных затрат	78
§2. Планирование текущих затрат на НИОКР	81
§3. Эффект и эффективность затрат.....	84
§4. Экономический эффект НИОКР.....	85
ТЕМА 6. РИСК ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	95
§1. Оценка риска инновационного проекта.....	95
§2. Оценка риска портфеля проектов.....	97
ТЕМА 7. ПЛАНИРОВАНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	101
Список использованной литературы	105

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Инновационный менеджмент возник более 60 лет назад, его основы закладывались одновременно в разных странах, но наиболее широкое распространение его принципы получили за последние 30 лет в странах с развивающейся экономикой. На ранней стадии развития практика определяла сущность инновационного менеджмента. В 30-е гг. в США возникла проблема полной оценки эффективности инвестиций при реализации инновационных проектов в области водохозяйственного строительства. Если затраты на осуществление и эксплуатацию таких систем можно было оценить достаточно полно, то этого нельзя сказать о выгодах. Отсюда возникла проблема определения и оценки выгод, получаемых различными пользователями. Кроме того, не существовало специфического рынка водных ресурсов, а значит, не было рыночного механизма определения цены воды. В тот период использование инновационного менеджмента было связано с распространением законов квазирынка на те сферы, где не могли быть применены инструменты конкурентного рынка.

В рыночной экономике существует конкуренция на рынке ресурсов между общественным и частным секторами; инвестиции в общественном секторе часто финансируются за счет доходов, полученных в частном секторе. Чтобы оправдать такие инвестиции, необходимо показать, что они также имеют определенные общественно значимые результаты. Следовательно, инновационный менеджмент может быть использован не только для анализа результатов нового проекта, но и для обоснования лучшего выбора из множества доступных альтернатив.

С начала 60-х гг. инновационный менеджмент служил целям оценки как социально значимых, так и чисто коммерческих проектов. Распространение использования принципов и инструментария инновационного менеджмента было вызвано ростом общественного сектора и расширением экономической роли государства. Возможность привлечения финансовых ресурсов для новых инвестиций, осуществляемых крупными финансовыми институтами в поддержку правительственных программ, стала зависеть от того, насколько с точки зрения общества жизнеспособным окажется проект, оценка эффективности которого проводилась с использованием подходов инновационного менеджмента. В то же время во многих развивающихся странах ощущался недостаток финансовых ресурсов, необходимых для развития новых секторов. Решение заключалось в привлечении иностранных инвестиций и разработке коммерческих инвестиционных программ. Инновационный менеджмент стал средством контроля над инвестициями в общественный сектор, предприятия которого должны были продемонстрировать способность обеспечить хотя бы минимальную отдачу для экономики.

Вовлечение международных финансовых организаций в инвестиционный процесс оказало решающее влияние на развитие теории инновационного менеджмента. В 60-х гг. стали применяться методы, основывающиеся на теневом ценообразовании и оперирующие понятиями альтернативных издержек в рамках теории международной торговли. Данные методы предназначались для оценки жизнеспособности новых инвестиций с точки зрения национальной экономики в целом.

Инновационный менеджмент, опирающийся на методику оценки затрат и выгод при осуществлении каждого альтернативного варианта, может указать на такие технологии для различных секторов экономики, которые позволят создать в будущем финансовые возможности для новых инвестиций. Изучение процесса замещения импорта показало, что протекционизм создаст прибыльные, но очень ресурсоемкие отрасли, которые не смогут выдержать конкуренции. Возникла необходимость разработки методов так называемого *инновационного анализа*, то есть анализа проектов внедрения нововведений с точки зрения критерия экономического эффекта.

Наиболее выпукло достоинства инновационного анализа проявились при технико-экономическом обосновании инноваций в наукоемких и высокотехнологичных отраслях, к которым могут быть отнесены тяжелое и транспортное машиностроение, приборостроение, авиационно-космическая промышленность и другие. Значительная роль инновационного анализа в разработке такого рода проектов обусловлена невозможностью аутентичного прогнозирования финансовых результатов проекта в связи с крайне длительными сроками его осуществления (десять и более лет). Последнее обстоятельство обусловило необходимость разработки методик ориентировочных расчетов экономического эффекта, основанных преимущественно на понятиях альтернативных издержек и доходов.

Масштабы развития менеджмента инновационных процессов меняются со временем. В работе [3] выделены следующие **этапы эволюции стратегического управления промышленными инновациями**:

1. *Этап использования формальных долгосрочных прогнозов развития* (период 1950-1960-х г.г.), когда прогнозы возможностей и соответствующее развитие воспроизводственного процесса оценивались исходя из существующих тенденций. Горизонт прогнозирования принимался равным 10-15 годам, причем на этот период предполагалась стабильная система целей и располагаемых ресурсов. В программах планирования преобладали экстенсивные формы и способы расширения воспроизводства на основе относительного избытка ресурсов.

2. *Этап стратегических концепций развития* (период 1960-1970-х г.г.), когда происходила постепенная переоценка характеристик долгосрочных тенденций развития для прогнозирования будущих возможностей. Горизонт прогнозирования также принимался равным 10-15 годам, однако допускалась возможность коррекции системы целей и объема располагаемых ресурсов. Требование комплексности в подходах к деятельности системы управления инновационными процессами наталкивалось на противодействие недостаточно гибких организационных структур линейно-штабного и функционального типов. Возрастающая динамика инновационных изменений отодвинула на задний план простые балансовые методы планирования и потребовала разработки методов оптимального планирования, учитывающих неравномерности развития факторов экономического роста. Таким образом, вариативность стратегических линий развития привела к возникновению адекватных методов разработки инновационных проектов, например, программно-целевых методов с итеративной последовательностью фаз процесса стратегического управления (по цепочке "прогнозы-цели-концепции-программы") с последующей их увязкой с системой планирования и управления. Связь стратегической концепции развития предприятия и методов долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного планирования становится теснее.

3. *Этап стратегических и тактических концепций развития* (период с 1980 г. по настоящее время), когда прогноз возможностей, а затем и соответствующее развитие воспроизводственного процесса предприятия должны предусматривать закономерное возникновение дискретности развития (прерывности условий инновационных процессов, инновационных скачков). В концепции развития находят отражения не только экономические, но и социальные ориентиры деятельности предприятия. Концепция развития становится комплексной, учитывающей ограничения по ресурсному обеспечению и фазе сбыта, а также ограничения, накладываемые взаимосвязью внутренних и внешних факторов инновационного развития. Обязательным условием применяемых методов социально-экономического планирования становится наличие адаптивных рычагов регулирования программ, то есть при длительной временном горизонте (до 10 лет) стратегического планирования выбираются скользящие интервалы тактического планирования; таким образом, происходит постепенное уточнение стратегии по этапам генеральной программы.

Основаниями инновационного менеджмента являются обратные связи в системе длинноволновой динамики [6] развития новшеств:

- на начальной стадии распространения нововведения прибыль новатора максимальна;
- с расширением производства новшества вследствие повышения спроса растет цена факторных затрат, прибыльность реализации новшества снижается;
- улучшение технологии производства, сопровождающее распространение новшества, способствует снижению цены, что влечет за собой расширение количества потребителей;
- цена новшества со временем стабилизируется и соответствующая экономическая система достигает своего нового состояния равновесия, обусловленного балансом спроса и предложения (согласно закону Вольфа об ограниченности возможностей улучшения любой технологии и возрастании стоимости улучшений по мере достижения технологией долговременного предела).

Формы инновационного менеджмента отличны друг от друга:

- *Управление эффективностью инновационного процесса* - используется для анализа и обоснования эффективности инвестиций в развитие инфраструктуры.
- *Принятие оптимального инновационного стратегического решения* - позволяет выбрать наилучшую альтернативу с точки зрения получения наибольших выгод.

Вместе с тем между теоретическими основами этих форм существует некоторое сходство. В обоих случаях менеджмент исходит из понятия равновесия конкурентного рынка, которое установится либо в случае капиталистической экономики, либо рыночного социализма. Цены такого рынка будут отражать предельную стоимость ресурсов и могут быть использованы в анализе. Таким образом, можно сказать, что *инновационный менеджмент служит средством организации лучшего выбора среди альтернативных вариантов с помощью моделирования ситуации конкурентного рынка.*

ТЕМА 1. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

§1. Предмет инновационного менеджмента. Классификация инноваций

Инновационный менеджмент — это наука о планировании, разработке и производстве новых видов продукции, оказании новых видов услуг.

В соответствии с инструкцией Комитета государственной статистики РФ о порядке заполнения формы статистического наблюдения “Инновация”, *технологические инновации* - это деятельность предприятий, связанная с разработкой и внедрением новых или усовершенствованных продуктов и технологических процессов (рис. 1.1).

В соответствии с результатом инновационной деятельности выделяют два укрупненных типа инноваций:

- **Продукт-инновации**, включающие в себя разработку и внедрение новых или усовершенствованных продуктов. Разработка и внедрение новой продукции нацелены на производство и представление на рынок сбыта принципиально новой продукции, для которой являются новыми:

- предполагаемая область применения,
- функциональные характеристики,
- признаки и конструктивное выполнение,
- дополнительные услуги,
- состав применяемых материалов.

Такие инновации могут быть основаны:

- на принципиально новых технологиях,
- на сочетании новых применений существующих технологий.

Разработка и внедрение усовершенствованной продукции базируется на уже существующих видах продукции, для которых:

- улучшаются качественные характеристики,
- повышается экономическая эффективность их производства путем использования новых компонентов и материалов, частичного изменения одной или более технологических подсистем (для комплексной продукции).

Кроме того, в продукт-инновации включаются новые или усовершенствованные виды продукции, уже реализованные в производственной практике других предприятий и распространяемые через технологический обмен - трансфер: бесплатные лицензии, ноу-хау, консультации и др.

- **Процесс-инновации** включают в себя разработку и внедрение новых или значительно улучшенных производственных методов, предполагающих:

- применение нового производственного оборудования,
- новых методов организации производственного процесса,
- их совокупности.

Такие инновации нацелены, как правило, на повышение эффективности производства уже существующей на предприятии продукции. В процесс-инновации включаются также новые или усовершенствованные производственные методы, реализованные в производственной практике других предприятий и распространяемые через технологический обмен.

Различают понятия “новшество” и “инновация”. *Новшество* - это оформленный результат фундаментальных и прикладных исследований, разработок или экспериментальных работ по повышению эффективности в какой-либо сфере деятельности. Новшество оформляется в виде открытия, изобретения, патента, товарного знака, рационализаторского предложения, документации на новый продукт или процесс и т.п. *Инновация* - конечный результат внедрения новшества с целью изменения объекта управления и получения экономического и иного эффекта.



Рис. 1.1. Схема превращения новшеств в инновационную продукцию

Применяют также следующие классификации инноваций:

- По стадии жизненного цикла товара, на которой внедряется инновация:
 - внедряемые на стадии планирования развития предприятия,
 - внедряемые в НИОКР,
 - используемые при организационно-технологической подготовке производства,
 - используемые в процессе производства,
 - используемые при гарантийном обслуживании.
- По масштабам новизны различают инновации, внедряемые в различных странах, в отдельной стране, в масштабах отрасли, на одном предприятии.

Стадии инноваций

Выделяют [10] следующие стадии процесса создания новой техники (ПСНТ): фундаментальные исследования (ФИ), прикладные исследования (ПИ), опытно-конструкторские разработки (ОКР), проектирование (Пр), строительство (С), освоение (Ос), промышленное производство (ПП). В таблице приводятся затраты по стадиям ПСНТ:

Стадия ПСНТ	ФИ	ПИ	ОКР	Пр	С	Ос	ПП
Исполнители ПСНТ	Институты РАН	Отраслевые, негосударственные ИП, промышленные предприятия		Проектные институты	Строительно-монтажные организации	Отраслевые, негосударств. ИП, промышл. предприятия	Пром. предприятия
		ВУЗы					
Время T, лет	0,7-1,3	1-1,1	1-1,1	0,5-1	1-2	0,5-1	
	T = 4,7 - 7,5 (3,2 - 4,5)						
Затраты (З),		1	4-5	0,5-1	10-20	1-4	
	З = 16,5 - 31 (6 - 10)						

Примечания: ИП - инновационное предприятие; в скобках приведены данные без учета стадий Пр и С. Затраты даны в относительных единицах, при затратах на ПИ=1.

§2. Макроэкономические инновационные процессы

Инновационный менеджмент, как наука о появлении и внедрении нововведений, исторически связан с теорией длинных волн в экономике. “Первооткрывателем” длинных волн считается *Н.Д. Кондратьев*, хотя среди его предшественников упоминаются также зарубежные экономисты, в том числе В. Парето. Однако именно Н.Д. Кондратьеву принадлежит заслуга создания первой систематической концепции долговременных колебаний в современной экономике – концепции, подтвержденной обширными эмпирическими исследованиями [6]

Существенный вклад в развитие теории нововведений внес *Г. Менш*, разделивший [41] все нововведения на:

- **Базисные**, формирующие новые отрасли промышленности и новые профессии, открывающие новое поле человеческой деятельности (например, открытие явления голографии в 1961г. в России).
- **Улучшающие** – технические усовершенствования в сложившихся отраслях, появляющиеся в ходе практической реализации новых возможностей, заложенных базисными нововведениями.

Длинные волны генерируются взаимодействием двух производственных секторов, один из которых создает предметы потребления, а другой – средства производства.

Длинная волна возникает из-за больших временных лагов в реакции сектора производства средств производства и характерного для него *эффекта самозаказа*: расширение производства средств производства требует увеличения объемов средств производства для средств производства и временное уменьшение объемов средств производства предметов потребления. В ответ на временный дефицит нагнетается волна избыточного спроса и происходит перенакопление производственных мощностей.

В структуре волны, качественно показанной на рис. 1.2 в виде уровня технико-экономического развития (ТЭР), а также изменения объемов производства и уровня цен, выделяют следующие фазы:

- фаза рецессии (1), в которой накапливается избыток производственных мощностей и берет начало стагнация экономики;
- фаза депрессии (2), в которой стагнация экономики нарастает;
- фаза оживления (3), в которой процессы депрессии сменяются процессами инноваций;
- фаза роста (4), характерная для бурного развития экономики.

Так же, как цены и объем производства колеблются в противофазе, так и два фактора производства – производительность труда и фондоотдача – изменяются в противоположных направлениях.

Г. Менш и автор теории экономического развития *Дж. Шумпетер* [39] показали, что внедрение базисных нововведений происходит неравномерно, большая часть их концентрируется в *фазе депрессии длинной волны*. В последующих фазах с распространением базисных нововведений происходит “шторм” улучшающих новаций, который завершается внедрением так называемых “псевдоновшеств” в *фазе рецессии*. В этой фазе экономика оказывается в состоянии технологического пата: традиционные направления научно-технического прогресса (НТП) исчерпаны, соответствующие потребности насыщены, инновационная активность падает, а

слабеющий потребительский спрос поддерживается при помощи незначительных изменений, касающихся главным образом внешнего вида изделий и создающих лишь видимость новизны.

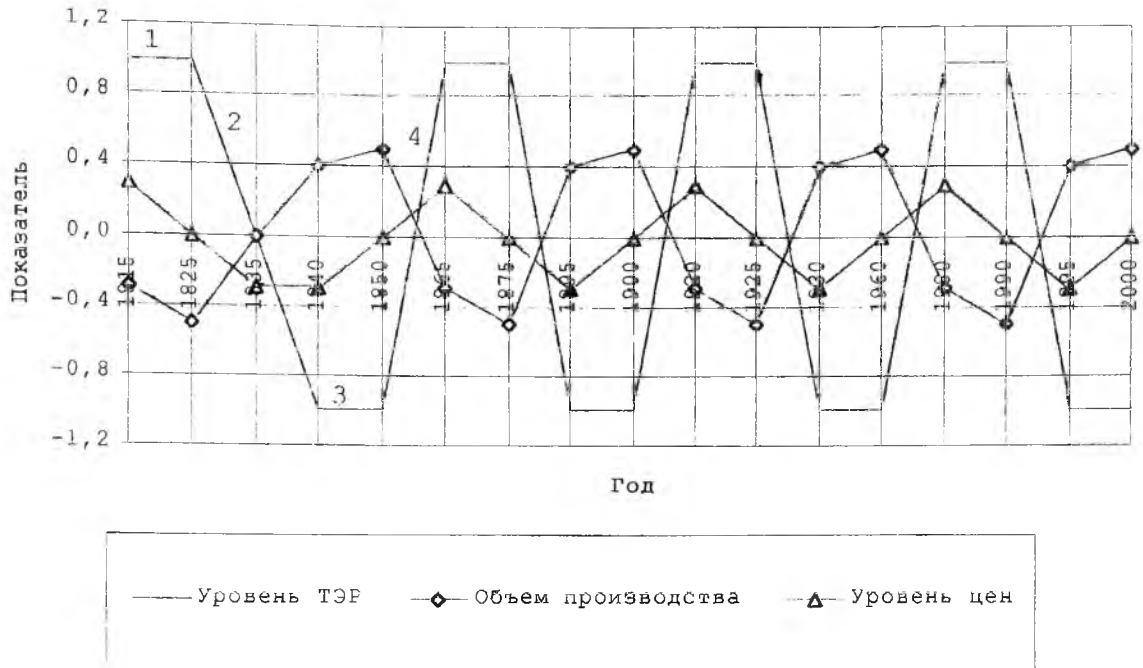


Рис. 1.2. Структура длинных волн

Неравномерность инновационной активности, с точки зрения Г.Менша, объясняется тем, что к внедрению радикальных нововведений предприниматели приступают только под давлением резкого падения эффективности капиталовложений в традиционных направлениях, когда уже накоплены значительные избыточные мощности. В фазе депрессии внедрение базисных нововведений оказывается единственной возможностью прибыльного инвестирования.

Отмечены следующие характерные черты инновационной активности:

1. Базисные открытия и изобретения совершаются, как правило, задолго до их внедрения и их цикличность отнюдь не связана с колебаниями изобретательской активности.
2. Первые базисные нововведения очередной длинной волны осуществляются крайне медленно и мучительно, и лишь с формированием благоприятных технологических условий распространение нововведений ускоряется; то есть общее ускорение НТП и сокращение сроков внедрения новых технологий не происходит.
3. Каждая очередная длинная волна основывается на развитие новых отраслей экономики.

Таким образом, сформировалась концепция кластеризации нововведений, то есть группирования инноваций в отдельных фазах волн. Г.Менш положил в ее основу две гипотезы:

1. Гипотеза "о депрессии как спусковом крючке", или гипотеза *demand-pull (D-P)*, то есть предположение о давлении спроса.

2. Гипотеза “о ведущей роли технологий” как основы инноваций продуктов, то есть начало кластеру дает скачок в технологических отраслях; иначе эта гипотеза носит название *technology-push* (Т-Р).

В развитие концепции кластеризации инноваций К. Фримен выдвинул идею о том, что появление кластера нововведений технологически детерминировано прорывами в фундаментальной науке. Вначале новшества внедряются в быстро растущих отраслях, являющихся носителями волны, что соответствует кластерам нововведений в период подъема, в дальнейшем такие кластеры появляются в старых отраслях *в результате давления спроса со стороны новых отраслей* на более поздних стадиях длинной волны (гипотеза “о давлении спроса”). Но депрессия скорее подавляет, чем ускоряет внедрение нововведений. Роль депрессии в инновационной активности экономики косвенна: рост социального напряжения требует разного рода изменений, что создает благоприятную среду для организационных нововведений.

Две инновационные гипотезы – “о давлении спроса” и “о ведущей роли технологий” – дополняют друг друга, поскольку первая гипотеза не объясняет появление новых продуктов (а только улучшение уже имеющихся, так как невозможен спрос на несуществующий продукт), а вторая гипотеза основывается на идее *автономного НТП* (“наука – техника – производство”), игнорируя сильные обратные связи между экономическим окружением и направленностью НТП.

Продуктовые нововведения осуществляются в новых отраслях, в то время как в старых отраслях происходят в основном *технологические* нововведения. Во время депрессии НИОКР переориентируются с краткосрочных и нерискованных проектов на более неопределенные, но сулящие радикальные изменения и появление новых возможностей экономического роста.

Детальное описание действия *инновационного мультипликатора* дано Х.Майером [40]. Инвестиции в базисные нововведения обуславливают рост производства, *индуцирующий* появление *вторичных инноваций*, улучшающих и замещающих устаревшие технологии. Внедрение вторичных нововведений сопровождается новыми инвестициями, стимулирующими дальнейший рост производства. Таким образом, после внедрения кластера базисных нововведений *диффузия улучшающих новшеств* вводит экономику в фазу роста.

Кластер нововведений определяется, с одной стороны, предыдущими нововведениями (гипотеза Т-Р), с другой стороны, предшествующим недостатком нововведений (гипотеза D-Р).

Эта точка зрения представляет собой продолжение известного тезиса А. Маршалла [20], согласно которому соотношение затратной теории стоимости и теории предельной полезности можно сравнить с двумя лезвиями ножниц: режущие кромки время от времени меняются. Нововведения появляются тогда, когда доминирующее положение производителя подрывается (дезорганизация режима, сложившегося в фазе роста волны) и сменяется доминированием потребителя.

Среди свойств, определяющих скорость диффузии нововведения и потенциальное число субъектов, способных к его восприятию, выделяют: а) прибыльность нововведения для производителя; б) выгодность для потребителя; в) межпродуктовая конкуренция; г) эластичность объема выпуска по предложению факторов производства; д) возможности улучшения нововведения; е) наличие дополняющих нововведений и т.д.

§3. Тенденции и разновидности развития. Управление развитием

Выделяют [24] четыре стадии конкурентного развития:

- стадия развития на основе факторов производства, при которой источниками развития являются материальные и трудовые ресурсы,
- стадия инвестиционного развития, источниками которого являются капитальные ресурсы,
- стадия инновационного развития на основе наукоемких и технологичных разработок,
- стадия развития на основе благосостояния, при которой источниками развития служат возросшие платежеспособные потребности.

В работе [4] предложен следующий порядок измерения технико-экономического развития (ТЭР) на основании динамического ряда, отражающего ТЭР показателя $g(t)$ и соответствующего ряда эталонных значений того же показателя $f(t)$, определенного как среднее арифметическое показателей наиболее развитых стран (отраслей, фирм).

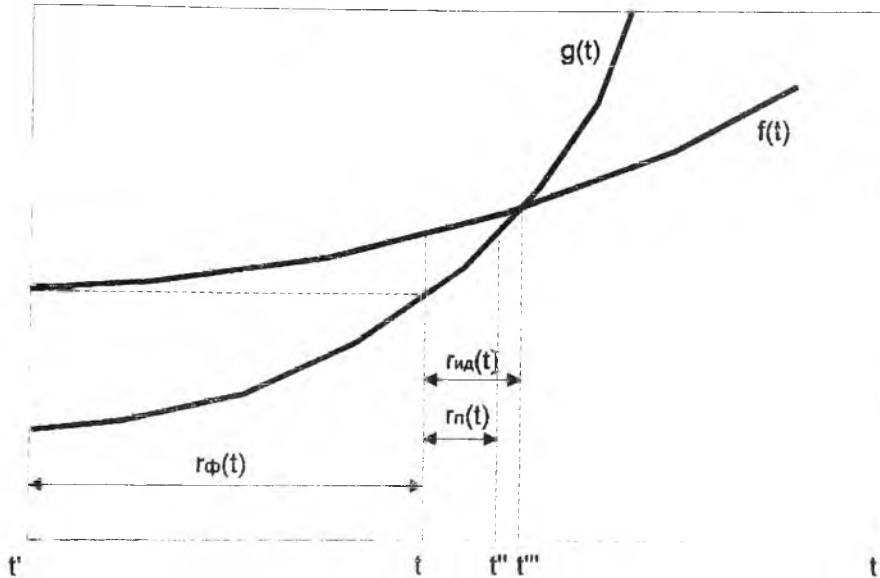


Рис. 1.3. Измерение ТЭР

Определяется (рис. 1.3) фактическое расстояние $r_\phi(t)$ между эталонным и наблюдаемым в данной стране (отрасли, фирме) значением показателя ТЭР, которое представляет собой количество лет, прошедших с того момента, когда эталонный уровень технического развития соответствовал нынешнему в рассматриваемой стране (отрасли, фирме)

$$r_\phi(t) = t - t',$$

где t' находится из уравнения $g(t) = f(t')$.

Определяется перспективное расстояние $r_n(t)$, равное числу лет, которое потребуется данной стране (отрасли, фирме), чтобы достичь по уровню ТЭР нынешнего состояния эталона.

$$r_n(t) = t'' - t,$$

где t'' находится из уравнения $g(t'') = f(t)$.

Определяется условное (идеальное) расстояние, характеризующее время, которое потребуется данной стране (отрасли, фирме) для достижения эталона

$$r_{ид.}(t) = t''' - t,$$

где t''' находится из уравнения $f(t''') = g(t''')$.

Рассмотренный алгоритм может быть применен также для управления развитием отдельных фирм; в этом случае в качестве эталона выступает среднее значение показателя по наиболее передовым фирмам отрасли.

Из условия

$$u = \operatorname{arg\,min} r_{уд.}(t)$$

может быть сформирован вектор управления, включающий в общем случае n параметров управления, если определить функциональную зависимость

$$r_{уд.}(t) = \varphi(u)$$

для n показателей технико-экономического развития (размерность $r_{уд.}$ равна n).

§4. Методы оценки динамики развития организации

Формирование траектории развития организации осуществляется на основе непараметрических методов ранговой корреляции, предложенных в работах [13,14,29,35]. Суть метода заключается в выполнении следующих процедур [8]:

1. Определение целевой функции организации.

Функция коммерческой организации может быть определена как рентабельное преобразование ресурсов в удовлетворенные общественные потребности.

2. Разграничение зон хозяйственной деятельности организации.

Должны быть выделены: а) исходные показатели, то есть потоки ресурсов, получаемых организацией из внешней среды; б) промежуточные результаты, то есть результаты переработки ресурсов, поступающих в организацию извне и используемых внутри организации; в) конечные результаты, то есть потоки ресурсов, поставляемых организацией во внешнюю среду.

3. Определение фактической вариации (изменения) показателей хозяйственной деятельности за рассматриваемый период.

4. Расчет параметров изменения показателей и их ранжирование.

Вычисляются темпы (индексы J) изменения показателей в смежных периодах и темпы изменения этих темпов (двойные индексы JJ). Показатели ранжируются в порядке убывания двойных индексов за каждый отчетный период времени; при этом каждому показателю присваивается номер (ранг). Таким образом, для каждого показателя формируется динамический ряд.

5. Синтез динамического норматива.

Динамический норматив представляет собой ранжированный список показателей финансово-хозяйственной деятельности организации, причем ранжирование проведено в соответствии с рассчитанным на перспективу нормативным соотношением темпов роста. По разграничению зон в динамическом нормативе необходимо обеспечить следующее соотношение двойных индексов роста:

$$JJ_{исх} < JJ_{прм} < JJ_{кон},$$

где $JJ_{исх}$ – темп изменения исходных показателей; $JJ_{прм}$ – темп изменения промежуточных результатов; $JJ_{кон}$ – темп изменения конечных результатов.

Как правило, в динамическом нормативе первый ранг присваивается показателю, выражающему функцию организации (например, объему реализованной продукции) из числа показателей конечных результатов. Последний ранг присваивается показателю, темпы роста которого должны быть минимальны (и даже меньше единицы) среди исходных показателей (например, объем потребляемых материальных ресурсов). Остальные ранги должны соответствовать уровню показателей в зонах, которым они принадлежат, и принимают значения, расположенные между крайними случаями.

6. Статистическая обработка фактических рангов показателей и динамического норматива.

Производится расчет коэффициентов ранговой корреляции по отклонениям, по инверсиям и расчет обобщенного коэффициента развития.

Коэффициент ранговой корреляции по отклонениям

Коэффициент корреляции между двумя последовательностями $X = (x_1, \dots, x_n)$ и $Y = (y_1, \dots, y_n)$ характеризует степень взаимосвязи между изменениями их компонентов. Коэффициент парной корреляции определяется по формуле:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y},$$

где \bar{x}, \bar{y} - средние значения рядов, $\text{cov}(X, Y)$ - ковариация рядов, σ_X, σ_Y - средне-квадратические отклонения рядов.

Коэффициент парной корреляции изменяется в интервале $K \in [-1, 1]$, и его крайние значения выражают следующие степени взаимозависимости X и Y :

$K = 0$ - зависимость отсутствует;

$K = 1$ - зависимость полная;

$K = -1$ - зависимость обратная.

Проведем следующие преобразования:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right];$$

поскольку

$$\begin{aligned} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) &= x_i y_i - x_i \bar{y} - \bar{x} y_i + \bar{x} \bar{y} = \frac{1}{2} \left[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 - (x_i - y_i)^2 \right] + \\ &+ x_i y_i - x_i \bar{y} - \bar{x} y_i + \bar{x} \bar{y} - \frac{x_i^2}{2} + x_i \bar{x} - \frac{\bar{x}^2}{2} - \frac{y_i^2}{2} + y_i \bar{y} - \frac{\bar{y}^2}{2} + \frac{x_i^2}{2} - x_i y_i + \frac{y_i^2}{2} = \\ &= \frac{1}{2} \left[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 - (x_i - y_i)^2 \right] + x_i \bar{x} + y_i \bar{y} - x_i \bar{y} - \bar{x} y_i = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \left[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 - (x_i - y_i)^2 \right] + \bar{x}(x_i - y_i) - \bar{y}(x_i - y_i) = \frac{1}{2} \left[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 - (x_i - y_i)^2 \right],$$

так как $\bar{x} = \bar{y}$ для средних значений натуральных рядов; далее

$$\frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right] = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2;$$

так как $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ для натуральных рядов; в этом выражении

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\bar{x} \sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n \bar{x}^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2\bar{x} \sum_{i=1}^n x_i + n\bar{x}^2.$$

А поскольку $\sum_{i=1}^n x_i = \frac{n(n+1)}{2}$; $\sum_{i=1}^n x_i^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{n+1}{2}$,

то

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) &= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} - 2 \frac{(n+1)n(n+1)}{2} + n \frac{(n+1)^2}{4} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 = \\ &= \frac{n(n^2 - 1)}{12} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2. \end{aligned}$$

$$\text{Следовательно } \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{n(n^2 - 1)}{12},$$

и коэффициент ранговой корреляции по отклонениям вычисляется по формуле

$$K_{\text{откл.}} = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6S(d^2)}{n(n^2 - 1)},$$

где $S(d^2) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$.

Коэффициент ранговой корреляции по инверсиям

Отличие ранговых рядов динамического норматива и фактических показателей проявляется не только в отклонениях значений соответствующих рангов, но и в количестве инверсий (перестановок), необходимых для преобразования одного ряда в другой.

Для получения формулы коэффициента корреляции по инверсиям вводятся понятия связи между рангами, обозначаемые:

a_{ij} – связь между рангами x_i и x_j ;

b_{ij} – связь между рангами y_i и y_j

Коэффициент корреляции представляется в виде:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}^2}}.$$

Определим связи по инверсиям в следующем порядке (при $i < j$):

$$a_{ij} = 0, \text{ если } x_i = x_j; \quad b_{ij} = 0, \text{ если } y_i = y_j,$$

$$a_{ij} = 1, \text{ если } x_i < x_j; \quad b_{ij} = 1, \text{ если } y_i < y_j,$$

$$a_{ij} = -1, \text{ если } x_i > x_j; \quad b_{ij} = -1, \text{ если } y_i > y_j.$$

Таким образом, в числителе коэффициента корреляции по инверсиям стоит алгебраическая сумма положительных и отрицательных соотношений между рангами.

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{ij} = P - Q,$$

где P – количество положительных соотношений между рангами двух рядов; Q – количество отрицательных соотношений между рангами рядов. Учитывая, что динамический эталон ранжирован по возрастанию, для соотношения произвольного ряда с эталоном справедливо

$$a_{ij} = 1 \forall i, j.$$

В этом случае $P = \sum_{ij} b_{ij}$ (при $b_{ij} = 1$), $Q = \sum_{ij} b_{ij}$ (при $b_{ij} = -1$), то есть необходимо

определить только инверсии исследуемого ряда.

Знаменатель коэффициента ранговой корреляции по инверсиям соответствует максимальной сумме положительных и отрицательных перестановок между рангами рядов, то есть не зависят от фактического ряда, а определяется выражением:

$$\sqrt{\sum_{ij} a_{ij}^2 \sum_{ij} b_{ij}^2} = \max S = \sum_{i=1}^n x_i - n = \frac{n(n+1)}{2} - n = \frac{n(n-1)}{2},$$

поскольку для двух абсолютно инвертированных рядов имеется следующая матрица инверсий:

$$x = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ n-1 \\ n \end{pmatrix}; \quad y = \begin{pmatrix} n \\ n-1 \\ \vdots \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad I = \begin{pmatrix} n-1 \\ n-2 \\ \vdots \\ 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Коэффициент ранговой корреляции по инверсиям определяется по формуле:

$$K_{\text{ИНВ.}} = \frac{P - Q}{\frac{1}{2} n(n-1)}.$$

Для упрощения расчета количества положительных и отрицательных соотношений между рангами двух рядов следует учесть, что при полном совпадении фактического ряда с нормативным общее число инверсий равно нулю, а при полном несовпадении, как было показано выше, $\frac{1}{2} n(n-1)$; следовательно, если определено одно из значений, например, Q , то второе равно

$$P = \frac{1}{2} n(n-1) - Q.$$

Обобщенный коэффициент развития

Положительная корреляция динамического эталона и фактического ряда выражает явление развития, а отрицательная корреляция – явление деградации.

Характеристику развития удобно выражать в новой эконометрической шкале, на которой коэффициент развития принадлежит интервалу $[0, 1]$ с положительным

диапазоном при $[0,25;1]$, отвечающем развитию, и отрицательным диапазоном при $[0;0,25]$, соответствующем явлению деградации; значение 0,25 означает движение по инерции (отсутствие развития). Этим условиям соответствует коэффициент развития, определяемый по формуле:

$$K_{РАЗВ.} = \frac{(1 + K_{ОТКЛ.})(1 + K_{ИНВ.})}{4}$$

Если хотя бы один из коэффициентов $K_{ОТКЛ.} = -1 \cap K_{ИНВ.} = -1$, то $K_{РАЗВ.} = 0$.

На рис. 1.4 показана траектория изменения состояния предприятия от фазы (а) деградации, до фазы (с) развития в полном соответствии с эталоном.

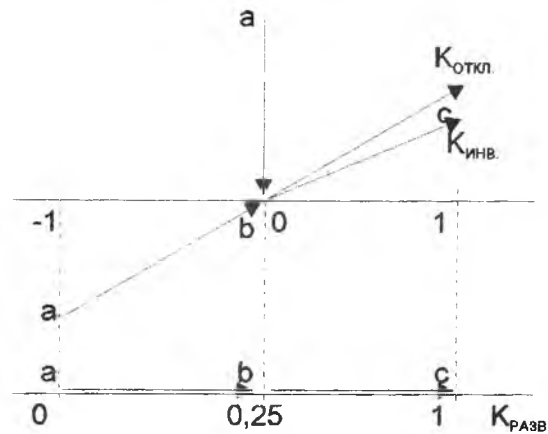


Рис. 1.4. Эконометрические шкалы

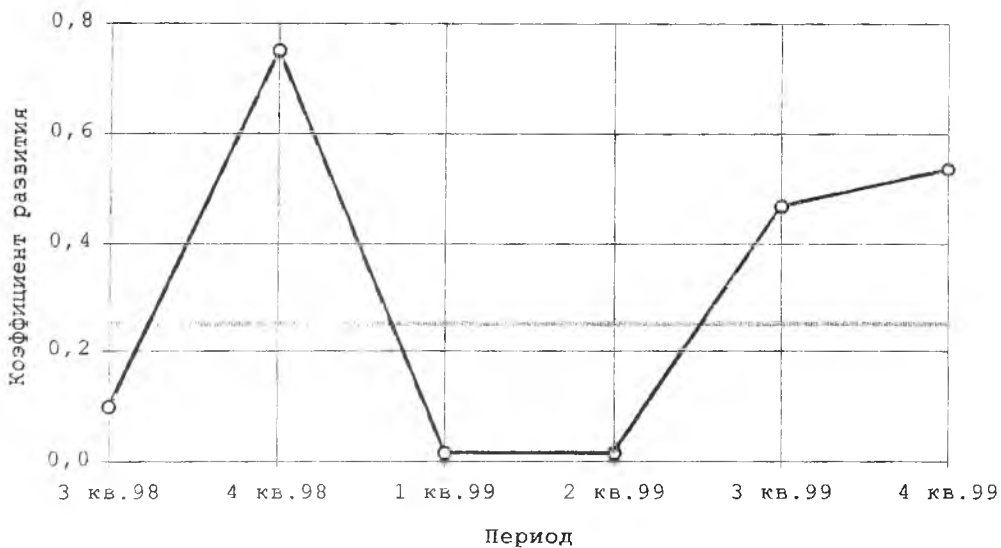


Рис. 1.5. Пояснение к примеру 1.1. Траектория развития

Пример 1.1. Провести расчет коэффициента развития хозяйственной системы (экономического субъекта) с применением метода ранговой корреляции на основе динамического норматива.

Решение. В динамический норматив включены следующие показатели: общий объем реализации (ООР), материальные затраты на производство (МЗП), среднесписочная численность промышленно-производственного персонала (ППП), средняя за период стоимость основных производственных фондов (ОПФ). Расчеты проводятся в таблице.

Показатели	Эта- лон	Данные по периодам (кварталы 1998-1999 г.г.)							
		1	2	3	4	1	2	3	4
Динамические ряды показателей									
ООР, тыс. руб.	1	84150	83620	82330	85700	86130	85260	85100	87350
МЗП, тыс. руб.	2	45990	43900	42460	46520	46850	44990	44220	46710
ППП, чел.	3	2608	2536	2524	2564	2563	2534	2557	2551
ОПФ, тыс. руб.	4	25099	25135	25111	25133	25165	25166	25222	25375
Индексы роста абсолютного уровня показателей									
ООР	1	X	0,994	0,985	1,041	1,005	0,990	0,998	1,026
МЗП	2	X	0,955	0,967	1,096	1,007	0,960	0,983	1,056
ППП	3	X	0,972	0,995	1,016	1,000	0,989	0,119	0,998
ОПФ	4	X	1,001	0,999	1,001	1,001	1,000	1,002	1,006
Двойные индексы (темпов роста) показателей									
ООР	1	X	X	0,991	1,057	0,965	0,985	1,008	1,028
МЗП	2	X	X	1,013	1,133	0,919	0,953	1,024	1,074
ППП	3	X	X	1,024	1,021	0,984	0,989	1,020	0,989
ОПФ	4	X	X	0,998	1,002	1,000	0,999	1,002	1,004
Ранговая оценка изменения показателей, синтезированных в динамический норматив.									
ООР	1	X	X	4	2	3	3	3	2
МЗП	2	X	X	2	1	4	4	1	1
ППП	3	X	X	1	3	2	2	2	4
ОПФ	4	X	X	3	4	1	1	4	3
Вариация отклонений фактических рангов от эталонных (от динамического норматива)									
ООР	1	X	X	3	1	2	2	2	1
МЗП	2	X	X	0	1	2	2	1	1
ППП	3	X	X	2	0	1	1	1	1
ОПФ	4	X	X	1	0	3	3	0	1
Квадраты ранговых отклонений и коэффициент корреляции по отклонениям ($K_{откл.}$)									
ООР	1	X	X	9	1	4	4	4	1
МЗП	2	X	X	0	1	4	4	1	1
ППП	3	X	X	4	0	1	1	1	1
ОПФ	4	X	X	1	0	9	9	0	1
Сумма		X	X	14	2	18	18	6	4
$K_{откл.}$		X	X	-0,4	+0,8	-0,8	-0,8	+0,4	+0,6
Инверсии фактической вариации рангов и коэффициент корреляции по инверсиям ($K_{инв.}$)									
Положительные (P)		X	X	2	5	1	1	4	4
Отрицательные (Q)		X	X	4	1	5	5	2	2
P-Q		X	X	-2	+4	-4	-4	+2	+2
$K_{инв.}$		X	X	-0,333	+0,667	-0,667	-0,667	0,333	0,333
Итоговая оценка траектории развития хозяйственной системы									
$K_{РАЗВ.}$		X	X	0,100	0,750	0,016	0,016	0,466	0,533

На рис. 1.5 показана траектория развития организации (символ "o"), а также допустимый уровень коэффициента развития (0,25), ниже которого изменение финансово-хозяйственного состояния характеризуется как спад (деградация). Траектория развития свидетельствует о том, что развитие имело место в 4-м квартале 1998 г., 3-м и 4-м кварталах 1999 г.; спад происходил в 3-м квартале 1998 г., 1-м и 2-м кварталах 1999 г.

Задача 1.4.1. Проанализировать динамику уровня развития организации, имеющей следующие показатели финансово-хозяйственного состояния:

Показатель	Данные по периодам									
	1 кв.98	2 кв.98	3 кв.98	4 кв.98	1 кв.99	2 кв.99	3 кв.99	4 кв.99	1 кв.00	
Объем реализованной продукции, млн. руб.	125	160	112	121	17	39	49	99	38	
Себестоимость реализованной продукции, млн. руб.	125,3	168,7	117	132	27,1	49,7	66	106,2	26	
Средняя стоимость оборотных фондов, млн. руб.	454,5	134	130,5	100	95,9	227,9	340,3	452,35	576,4	
Средняя стоимость основных средств, млн. руб.	5442	3379,5	2048,5	1705	1402,5	1106,5	786,5	738	724	

Задача 1.4.2. Проанализировать динамику уровня развития организации, имеющей следующие показатели финансово-хозяйственного состояния:

Показатель	Данные по периодам									
	1 кв.98	2 кв.98	3 кв.98	4 кв.98	1 кв.99	2 кв.99	3 кв.99	4 кв.99	1 кв.00	
Объем реализованной продукции, млн. руб.	5,7	11,5	18,1	234,0	155,0	399,6	413,0	583,0	67,4	
Себестоимость реализованной продукции, млн. руб.	4,4	9,3	15,1	98,4	102,6	303,5	314,6	466,0	48,7	
Средняя стоимость оборотных фондов, млн. руб.	416,9	866,1	967,7	1077,4	1135,3	1093,0	1081,2	1134,6	1219,9	
Средняя стоимость основных средств, млн. руб.	760,0	2621,3	3692,4	3644,8	3610,2	3575,6	3538,2	3501,3	3467,6	

Задача 1.4.3. Проанализировать динамику уровня развития организации, имеющей следующие показатели финансово-хозяйственного состояния:

Показатель	Данные по периодам									
	1 кв.98	2 кв.98	3 кв.98	4 кв.98	1 кв.99	2 кв.99	3 кв.99	4 кв.99	1 кв.00	
Объем фондов социальной сферы, млн. руб.	4	6	8	5	10	12	8	7	5	
Прибыль реализации, млн. руб.	50	60	40	45	70	75	80	70	82	
Объем реализованной продукции, млн. руб.	6	5	8	4	3	7	10	12	13	
Сума капиталовложений, млн. руб.	20	25	22	30	14	10	24	30	35	
Численность производственного персонала, тыс. чел.	1,22	1,2	1,24	1,1	1,01	1,3	1,4	1,6	1,65	

§5. Организационно-правовая основа инновационной деятельности

Существует две основных формы организационно-правового обеспечения инновационной деятельности: государственное регулирование и внебюджетные источники поддержки и финансирования.

Прямое государственное регулирование инновационной деятельности

• Гражданский кодекс РФ определяет организационно-правовые формы предпринимательской деятельности, механизмы создания коммерческих и некоммерческих организаций, систему договорных отношений хозяйствующих субъектов.

• Федеральный закон “О науке и государственной научно-технической политике” от 23.08.96 №127-ФЗ регулирует отношения между создателями и потребителями научной и научно-технической продукции; определяет понятия

• научно-исследовательская деятельность - направлена на получение и применение новых знаний;

• научно-техническая деятельность - направлена на получение и применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных и иных проблем, обеспечения функционирования науки и техники как единой системы.

• Закон РФ “Об авторском праве и смежных правах” от 05.07.93 №5351-1, который определил, что авторское право распространяется на произведения, существующие в объективной форме (письменной, устной, звуко- и видеозаписи, изображения на рисунке, чертеже и т.п.) и не распространяется на идеи, методы, процессы, системы, способы, концепции, принципы, открытия, факты; право на письменные произведения закрепляется указанием на них знака © и реквизитов автора.

• Постановление Правительства РФ “О первоочередных мерах по обеспечению деятельности государственных научных центров РФ” от 25.12.93 №1347 определяет основные направления деятельности научных центров, по которым осуществляется финансирование (проведение фундаментальных и прикладных НИР, поддержание и развитие научно-исследовательской базы, информационное обеспечение и др.).

• Инновационную деятельность регулируют также следующие нормативные акты: Патентный закон РФ от 23.09.92 №3517-1; Закон РФ “О стандартизации”, принят указом Президента РФ от 10.06.93; Закон РФ “О сертификации”, принят указом Президента РФ от 10.06.93; Закон РФ “О товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров” от 23.09.92 №3520-1; Постановление Совета Министров - Правительства РФ “О порядке использования изобретений и промышленных образцов, охраняемых действующими на территории РФ авторскими свидетельствами и свидетельствами на промышленный образец, и выплаты их авторам вознаграждения” от 12.07.93 №648; Положение о пошлинах за патентование изобретений, полезных моделей, промышленных образцов... (утверждено постановлением Совета Министров - Правительства РФ от 12.08.93 №793).

Государственные субсидии в инновационной деятельности

В России создана система федеральных внебюджетных фондов в соответствии с Порядком образования и использования отраслевых и межотраслевых внебюджетных фондов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (утвержден постановлением Правительства РФ от 12.04.94 №315 в редакции

постановления от 27.07.96 №898). Средства фондов формируются за счет добровольных отчислений предприятий и организаций и направляются на финансирование НИОКР, работ по стандартизации, сертификации продукции.

Кроме этого, созданы следующие внебюджетные фонды:

- Федеральный фонд производственных инноваций, созданный постановлением Правительства РФ от 26.08.95, предназначен для поддержки инновационных проектов на возвратной основе.
- Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), образованный в соответствии с указом Президента РФ “О неотложных мерах по сохранению научно-технического потенциала Российской Федерации” от 27.04.92 №426, субсидирует проекты безвозмездно в форме грантов.
- Федеральный фонд развития электронной техники, созданный постановлением Правительства РФ 12.01.95 №31, осуществляет целевое финансирование наукоемких разработок.
- Федеральный экологический фонд, образованный постановлением Правительства РФ от 29.06.92 №442, формируется за счет платы организаций за загрязнение окружающей среды, финансирует НИОКР ресурсосберегающих и экологически чистых технологий.
- Российская инжиниринговая сеть технических нововведений, созданная постановлением Правительства РФ от 15.04.94, предназначена для формирования сети федеральных научно-технических центров нововведений, инкубации фирм малого и среднего бизнеса.

§6. Налоговое планирование инновационного процесса

Субъектам инновационного процесса предоставляются налоговые льготы в соответствии со следующими нормативными актами Российской Федерации:

1. **Закон РФ “О налоге на прибыль предприятий и организаций”** от 27.12.91 г. №2116-1 (с изменениями) определяет следующие льготы:

1.1. Не включается в налогооблагаемую прибыль стоимость машин и оборудования, опытных образцов, макетов, других изделий, переданных для испытаний и экспериментов или безвозмездно предоставленных заказчиком научной организации в процессе выполнения договора (заказа) на создание научно-технической продукции в соответствии с условиями договора (заказа).

1.2. Не включаются (с 01.04.99 г.) в налогооблагаемую прибыль безвозмездно полученные предприятиями денежные средства от иностранных инвесторов на финансирование капитальных вложений производственного назначения при условии использования их в течение 1 года с момента получения; при нецелевом использовании указанные средства включаются в налогооблагаемую прибыль.

1.3. При фактически произведенных затратах за счет чистой прибыли облагаемая прибыль уменьшается на суммы

- направленные предприятиями отраслей сферы материального производства на финансирование капитальных вложений производственного назначения, а также на суммы процентов по кредитам банков, использованным на эти цели; при реализации приобретенных объектов в течение 2-х лет льгота подлежит восстановлению;

- направленные предприятиями на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также в Российский фонд фундаментальных исследований и Российский фонд технологического развития, но не более 10% в общей сложности от суммы налогооблагаемой прибыли;

льготы по капиталовложениям и НИОКР не должны уменьшать фактическую сумму налога, исчисленную без учета льгот, более чем на 50%;

- направленные (с 01.04.99 г.) научными организациями, прошедшими государственную аккредитацию, непосредственно на проведение и развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в порядке и по перечню, которые устанавливаются Правительством РФ.

1.4. В первые два года работы не уплачивают налог на прибыль малые предприятия, осуществляющие производство и переработку сельскохозяйственной продукции, производство продовольственных товаров, товаров народного потребления, строительных материалов, медицинской техники, лекарственных средств и изделий медицинского назначения, строительные предприятия, если выручка от указанных видов деятельности превышает 70% общей суммы выручки; в третий и четвертый годы - 25% и 50% общеустановленной ставки налога на прибыль, если выручка от указанных видов деятельности превышает 90% общей суммы выручки.

1.5. Не подлежит (с 01.04.99 г.) обложению прибыль, полученная от вновь созданного производства (за исключением производств в рамках торговой, снабженческо-сбытовой и посреднической деятельности), на период его окупаемости, но не свыше 3-х лет; вновь созданным признается производство, выделенное в обособленное структурное подразделение на базе новых (приобретенных или сооруженных) производственных мощностей, стоимость которых превышает 20 млн. руб., при наличии технико-экономического обоснования, согласованного с государственными органами исполнительной власти субъектов РФ; не признается вновь созданным производство, организованное на базе производственных мощностей, приобретенных как имущественный комплекс.

2. **Положение о составе затрат...**, утвержденное постановлением Правительства РФ от 05.08.92 г. №552 с изменениями от 01.06.96 г. №661, в соответствии с которым в себестоимость продукции (работ, услуг) включаются

2.1. *Затраты на подготовку и освоение производства*

а) затраты на подготовительные работы в добывающих отраслях;

б) затраты на освоение новых организаций, производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы): проверка готовности новых организаций, производств, цехов и агрегатов к вводу их в эксплуатацию путем комплексного опробования (под нагрузкой) всех машин и механизмов (пробная эксплуатация) с пробным выпуском предусмотренной проектом продукции, наладкой оборудования;

в) затраты на подготовку и освоение производства продукции, не предназначенной для серийного и массового производства.

Не относятся к пусковым расходам затраты на индивидуальное опробование отдельных видов машин и механизмов и на комплексное опробование (вхолостую) всех видов оборудования и технических установок с целью проверки качества их монтажа; затраты на шефмонтаж, осуществляемый поставщиками; затраты на содержание дирекции строящихся организаций, а при ее отсутствии - группы технического надзора, а также затраты, связанные с приёмкой новых организаций и

объектов в эксплуатацию; затраты по подготовке кадров для работы на вновь вводимой в действие организации.

2.2. *Затраты некапитального характера, связанные с совершенствованием технологии и организации производства*, а также с улучшением качества продукции, повышением ее надежности, долговечности и других эксплуатационных свойств, осуществляемыми в ходе производственного процесса (затраты по созданию новых и совершенствованию применяемых технологий, а также по повышению качества продукции, связанные с проведением научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, созданием новых видов сырья и материалов, переоснащением производства, в себестоимость продукции не включаются).

2.3. *Затраты, связанные с изобретательством и рационализаторством*: проведение опытно-экспериментальных работ, изготовление и испытание моделей и образцов по изобретениям и рационализаторским предложениям, организация выставок, смотров, конкурсов и других мероприятий по изобретательству и рационализации, выплатой авторских вознаграждений и т.п.

3. **Постановление Правительства РФ “Об использовании механизма ускоренной амортизации и переоценке основных фондов”** от 19.08.94 г. №967 разрешает применять ускоренную амортизацию активной части основных средств производственного назначения, относящейся к высокоэффективным и высокотехнологичным машинам и оборудованию, по перечням, устанавливаемым отраслевыми министерствами, с коэффициентом ускорения не более 2,0; малые предприятия могут включать в амортизацию в течение 1-го года деятельности до 50% стоимости основных средств со сроком службы не менее 3-х лет.

4. **Закон РФ “О налоге на добавленную стоимость”** от 06.12.91 г. №1992-1 (с изменениями) определяет следующие льготы:

4.1. Не облагаются НИОКР, выполненные учреждениями науки и образования на основе хозяйственных договоров. В соответствии с Федеральным законом “О науке и государственной научно-технической политике” определяются следующие понятия:

научно-исследовательские работы - работы поискового, теоретического и экспериментального характера, выполняемые с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела;

опытно-конструкторские работы - технические разработки, доводящие результат научно-исследовательских работ до создания опытного производственного образца.

Учреждения науки, НИОКР которых освобождены от НДС, приведены в письме ГНС РФ от 18.03.97 г. №ВЗ-6-03/213 и ст.5 Федерального закона от 23.08.96 г. №127-ФЗ “О науке и государственной научно-технической политике”: организации, у которых объем научной или научно-технической деятельности составляет не менее 70% объема работ, имеющие академический, отраслевой или конструкторский профиль (коды 95110, 95120 и 95130 по ОКОНХ), в уставе которых одним из органов управления предусмотрен ученый совет.

4.2. Не облагается НДС стоимость НИОКР, выполненных за счет государственного бюджета, а также средств РФФИ, Российского фонда технологического развития, образуемых для этих целей в соответствии с законодательством внебюджетных фондов министерств, ведомств, ассоциаций.

4.3. Не подлежат обложению НДС операции по зачислению научными организациями в состав основных средств спецоборудования для научных

(экспериментальных) работ, опытных образцов, макетов и других изделий, оставляемых заказчиком в научных организациях после оплаты выполненных НИОКР и учитываемых как безвозмездно поступившие ценности (письмо ГНС РФ от 26.09.94 г. №НП-2-01/888).

4.4. Не облагается НДС стоимость произведенного организацией технологического оборудования (комплектующих и запасных частей к нему), аналоги которого не производятся в России, по перечню, утвержденному Правительством РФ (пп. "щ", п. 1, ст. 5 Закона РФ "О налоге на добавленную стоимость" в редакции изменений, внесенных Законом РФ от 02.01.2000 г. №36-ФЗ).

4.5. Услуги учреждений науки по сдаче имущества в аренду облагаются НДС в общеустановленном порядке (п.п.б п.7 инструкции ГНС РФ №39), но если доходы от сдачи учреждениями науки в аренду имущества, находящегося в федеральной собственности, использовались в качестве источника развития материально-технической базы, то расчеты с бюджетом по НДС должны осуществлять государственные органы, в ведении которых находятся имущество (п.1 ст. Федерального закона от 19.07.98 №111-ФЗ "О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон "О науке и государственной научно-технической политике").

5. Закон РФ "О налоге на имущество предприятий и организаций" от 13.12.91 г. №2030-1 (с изменениями) определяет, что налогом не облагается имущество

- научно-исследовательских учреждений, предприятий и организаций Российской академии наук, Российской академии медицинских наук, Российской академии сельскохозяйственных наук, Российской академии образования, Российской академии архитектуры и строительных наук, составляющих их научно-исследовательскую, опытно-производственную и экспериментальную базу;
- государственных научных центров, а также научно-исследовательских, конструкторских учреждений (организаций), опытных и опытно-экспериментальных предприятий независимо от организационно-правовых форм и форм собственности, в объеме работ которых научно-исследовательские, опытно-конструкторские и экспериментальные работы составляют не менее 70%.

Задача 1.6.1. Вычислить налог на прибыль малого предприятия "Дом", занимающегося производством и продажей строительных материалов, за 3 года его деятельности, если имеются следующие данные о финансовых результатах:

Год	Валовая выручка, млн. руб.	Выручка от реализации строительных материалов, млн. руб.	Прибыль, млн. руб.
1	71	63	38
2	106	92	40
3	135	123	62

Задача 1.6.2. Малое предприятие "Здоровье", выпускающее лекарственные препараты, медикаменты и занимающегося посреднической деятельностью, в течении 4 лет получило следующие финансовые результаты своей деятельности:

Год	Валовая выручка, млн. руб.	Выручка от реализации медицинских средств, млн. руб.	Прибыль, млн. руб.
1	146	105	25
2	154	142	58
3	170	156	89
4	185	172	101

Вычислить налог на прибыль за каждый год работы предприятия.

Задача 1.6.3. Определить сумму налога на прибыль с учетом ускоренной амортизации по годовой норме 10% с коэффициентом ускорения 1,7 в первый год деятельности малого предприятия “Прогресс”, производящего сельскохозяйственную продукцию, при условии, что предприятие получает прибыль в размере 45,4 млн. руб. без учета ускоренной амортизации, которой подлежит оборудование стоимостью 41 млн. руб.

Задача 1.6.4. Определить налог на прибыль с учетом ускоренной амортизации по норме 11% с коэффициентом ускорения 2,0, если малое предприятие “Бриг”, работающее первый год, получило прибыль 135 млн. руб. без учета ускоренной амортизации, которой подлежит оборудование стоимостью 25 млн. руб.

Задача 1.6.5. Научно-исследовательский центр “Технолог”, работающий первый год, получил балансовую прибыль в размере 300 млн. руб. без учета ускоренной амортизации, которой подлежит оборудование стоимостью 250 млн. руб. В составе прибыли учтены безвозмездно полученные от заказчиков макеты и опытные образцы для проведения НИР по совершенствованию технологических процессов стоимостью 50 млн. руб. Определить налог на прибыль с учетом ускоренной амортизации по норме 12% с коэффициентом ускорения 1,2, если центр считается малым предприятием.

Задача 1.6.6. АО “Вымпел”, занимающееся выпуском кондитерских изделий, решило начать производство новых наборов конфет. Для этого было приобретено новое оборудование на сумму 40 млн. руб. Вычислить налог на прибыль за каждый год деятельности, если фактическая прибыль вновь созданного производства составила в 1-й год 12 млн. руб., во 2-й год 10,5 млн. руб., в 3-й год 28 млн. руб.

Задача 1.6.7. Производственное объединение “Поиск” закупило производственные мощности на сумму 120 млн. руб. для производства нового вида продукции. Определить налог на прибыль за каждый год деятельности, если фактическая прибыль равна в 1-й год 34 млн. руб., во 2-й год 32 млн. руб., в 3-й год 33 млн. руб., в 4-й год 30 млн. руб.

Задача 1.6.8. Вычислить налог на прибыль АО “Салют”, начавшего освоение нового производства стоимостью 50 млн. руб., если ежегодная прибыль составила в 1-й год 20 млн. руб., во 2-й год 25 млн. руб., в 3-й год 32 млн. руб.

Задача 1.6.9. Научная организация “Центр” в начале 1999 года получила безвозмездно имущество от заказчиков для создания научно-технической продукции стоимостью 35 млн. руб. Определить налог на прибыль, если балансовая прибыль за год составляет 130 млн. руб.

Задача 1.6.10. Институт акустики машин в результате своей деятельности получил годовую прибыль 100 млн. руб., из которых 38 млн. руб. направлено на финансирование капитальных вложений производственного назначения, 25 млн. руб. направлено на проведение НИОКР. Найти налог на прибыль, если сумма начисленной в отчетном году амортизации основных средств 10 млн. руб.

Задача 1.6.11. Рассчитать налог на прибыль, полученную АО “Старт” в результате своей деятельности в размере 90 млн. руб., из которых 25 млн. руб. было направлено на финансирование капитальных вложений производственного назначения и 12 млн. руб. для проведения НИР по автоматизации и механизации работ. Сумма начисленной в отчетном году амортизации основных средств 5 млн. руб.

Задача 1.6.12. АО “Вихрь” заказало у ОКБ им. Баранова выполнение НИР по разработке новых предметов труда на сумму 18 млн. руб. из прибыли, составившей 38 млн. руб., а на оставшуюся сумму приобрело оборудование производственного назначения. Определить налог на прибыль, если сумма начисленной в отчетном году амортизации 12 млн. руб.

Задача 1.6.13. АО “Заря”, занимающееся пошивом женской и мужской верхней одежды, за год получило прибыль в размере 200 млн. руб. В том числе для расширения производства АО получило безвозмездно денежные средства на сумму 90 млн. руб. от иностранных инвесторов. Из прибыли на приобретение оборудования производственного назначения направлено 35 млн. руб. Найти налог на прибыль, если сумма начисленной в отчетном году амортизации основных средств 14 млн. руб.

ТЕМА 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ

§1. Приведение финансовых показателей к сопоставимым значениям

Прогнозирование и анализ показателей финансово-хозяйственной деятельности организации требуют выполнения следующих условий

- а) неизменность ассортимента продукции, причем наиболее информативен инновационный анализ в случае выпуска продукции одного вида;
- б) соответствие объема производства и объема реализации.

При этих условиях выручка от реализации продукции пропорциональна объему производства и имеется *единственная критическая точка объема производства* (будет рассмотрена ниже).

Если перечисленные условия не выполняются, то необходимо осуществить приведение финансово-хозяйственных показателей к сопоставимым значениям в соответствии со следующим порядком [26].

1. **Изменение ассортимента продукции** может быть элиминировано двумя способами.

1.1. Приведение к базисному виду продукции.

Если известны значения характерного показателя (например, мощности, скорости и т.п.) для каждого вида продукции a_1, a_2, \dots , и значения того же показателя для некоторого базисного вида продукции a_6 , то вычисляются коэффициенты приведения

$$\alpha_1 = a_1 / a_6, \alpha_2 = a_2 / a_6, \dots,$$

затем рассчитываются приведенные объемы выпуска продукции исходя из фактических объемов выпуска N_i

$$N'_1 = N_1 \alpha_1, N'_2 = N_2 \alpha_2, \dots,$$

обобщенный приведенный объем продукции $N' = \sum N'_i$ и приведенная цена продукции $p = V / N'$ (V - валовая выручка).

Пример 2.1.1. Привести ассортимент продукции предприятия к базисному виду продукции, вычислить приведенный объем продукции и приведенную цену, если имеются следующие данные об объеме выпуска и ценах на изделия предприятия:

Продукция	a	N	p	V	α	N'
базис	2					
шелк	2,2	100	5	500	1,1	110
шерсть	1,8	200	3	600	0,9	180
ситец	1,5	300	2	600	0,75	225
Итого		600		1700		515

Решение. Расчет выручки, коэффициентов приведения и приведенного объема продукции показан в таблице. Приведенная цена равна $p = V / N' = 1700 / 515 = 3,3$.

1.2. Приведение к условной продукции.

При этом способе приведенный объем продукции определяется вкладом продукции каждого вида в валовую выручку.

Вычисляются удельные веса выручки, полученной от реализации данного вида продукции, в сумме валовой выручки

$$\gamma_1 = \frac{N_1 p_1}{\sum N_i p_i}, \gamma_2 = \frac{N_2 p_2}{\sum N_i p_i}, \dots,$$

затем рассчитываются приведенные объемы выпуска продукции

$$N'_1 = N_1 \gamma_1, N'_2 = N_2 \gamma_2, \dots,$$

обобщенный приведенный объем продукции $N' = \sum N'_i$ и приведенная цена продукции $p = V / N'$.

Пример 2.1.2. Привести ассортимент продукции предприятия к условной продукции, вычислить приведенный объем продукции и приведенную цену, если имеются следующие данные об объеме выпуска и ценах на изделия предприятия:

Продукция	p	N	V	γ	N'
шелк	5	100	500	0,294	29
шерсть	3	200	600	0,353	71
ситец	2	300	600	0,353	106
Итого		600	1700	1,000	206

Решение. Расчет выручки, удельных весов и приведенного объема продукции показан в таблице. Приведенная цена равна $p = V / N' = 1700 / 206 = 8,26$.

2. Отличие объема производства от объема реализации

2.1. Отличие в связи с увеличением задолженности покупателей:

а) определяется доля затрат в выручке от реализации по данным о себестоимости C и выручке V с начала года до конца отчетного периода

$$\%_C = \frac{C}{V},$$

б) определяется себестоимость неоплаченной продукции на конец периода в соответствии с суммой необлаченной выручки $V_{\text{неопл.}}^k$ на конец периода

$$C_{\text{неопл.}}^k = V_{\text{неопл.}}^k \cdot \%_C,$$

в) определяется себестоимость реализованной продукции с учетом начального $C_{\text{неопл.}}^n$ и конечного $C_{\text{неопл.}}^k$ остатков неоплаченной продукции и себестоимости $C_{\text{ОП}}$ отгруженной за период продукции

$$C_{\text{РП}} = C_{\text{неопл.}}^n + C_{\text{ОП}} - C_{\text{неопл.}}^k,$$

г) определяется доля реализации $\%_{\text{РП}} = \frac{C_{\text{РП}}}{C_{\text{ОП}}}$,

д) корректируется объем производства $N' = N \%_{\text{РП}}$.

2.2. Отличие в связи с увеличением остатков готовой продукции:

а) определяется процент отгруженной продукции

$$\%_{\text{ОП}} = \frac{C_{\text{ОП}}^n + C_{\text{ОП}}^п}{C_{\text{ГП}}^n + C_{\text{ГП}}^п},$$

$C_{ОП}^H$ - себестоимость отгруженной продукции на начало периода, $C_{ОП}^П$ - себестоимость отгруженной продукции за период, $C_{ГП}^H$ - себестоимость готовой продукции на складе на начало периода, $C_{ГП}^П$ - себестоимость готовой продукции, поступившей на склад за период.

б) корректируется объем производства $N' = N\%_{ОП}$.

2.3. *Отличие в связи с увеличением задолженности покупателей и с увеличением остатков готовой продукции:* объем производства корректируется

$$N' = N\%_{РП}\%_{ОП}.$$

Пример 2.1.3. Определить приведенный объем выпуска продукции за каждый год при следующих данных об объеме производства и остатках готовой продукции и отгруженной продукции:

Год	Объем выпуска, шт.	Себестоимость 1 шт., руб.	Отгруженная продукция за период, шт.	Цена, руб.	Остатки на конец периода, шт.	
					ГП	ОП
1	50	3	40	5	10	10
2	100	8	80	10	30	8
3	300	9	310	12	20	28

Решение. По данным за 1-й год вычисляется сумма остатка готовой продукции на конец года по себестоимости изготовления ($10 \cdot 3 = 30$ руб.); определяется стоимость остатка отгруженной продукции по цене реализации, то есть сумма неоплаченной на конец года выручки ($10 \cdot 5 = 50$ руб.). Вычисляется себестоимость продукции, выпущенной за год ($50 \cdot 3 = 150$ руб.), а также сумма отгруженной за период продукции а) по себестоимости ($40 \cdot 3 = 120$ руб.); б) по цене реализации, то есть выручка за период ($40 \cdot 5 = 200$ руб.).

Далее вычисляются:

- доля затрат в выручке с учетом нулевых остатков на начало периода ($120/200 = 0,6$);
- себестоимость отгруженной, но не оплаченной на конец года продукции ($50 \cdot 0,6 = 30$ руб.);
- себестоимость реализованной продукции ($0 + 120 - 30 = 90$ руб.);
- процент реализации ($90/120 = 0,75$);
- процент отгрузки ($120/150 = 0,8$);
- приведенный объем выпуска продукции ($50 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 30$ шт.).

Вычисления за последующие годы с учетом остатков продукции на начало года (конец предыдущего года) производятся в следующей таблице:

Год	Остатки на конец периода, руб.		Готовая продукция за период по себестоимости, руб.	Отгруженная продукция за период, руб.		%С	$C_{неопл.}^К$ руб.	$C_{РП}$	%РП	%ОП	N' шт.
	ГП по себестоимости	ОП по цене		по себестоимости	по цене						
1	30	50	150	120	200	0,6	30	90	0,75	0,80	30
2	240	80	800	640	800	0,8	64	606	0,95	0,81	77
3	180	336	2700	2790	3720	0,75	252	2602	0,93	0,97	271

Задача 2.1.1. АО “Доброе тепло” занимается выпуском обогревателей двух моделей в течение 4 лет. Привести ассортимент продукции предприятия к базисному виду продукции, вычислить приведенный объем продукции и приведенную цену, если имеются следующие данные об объеме выпуска и ценах на изделия предприятия:

Год	Объем, шт.		Цена, руб.		Мощность, Вт		
	А	Б	А	Б	базис	А	Б
1	200	80	250	350	20	25	26
2	230	100	325	375	23	29	28
3	280	130	350	450	28	33	30
4	320	145	390	475	32	34	33

Задача 2.1.2. ЗАО “Панорама” занимается выпуском стеклопакетов двух моделей (А и Б) в течение 5 лет. Привести ассортимент продукции предприятия к базисному виду продукции, вычислить приведенный объем продукции и приведенную цену, если имеются следующие данные об объеме выпуска и ценах на изделия предприятия:

Год	Объем, шт.		Цена, тыс. руб.		Трудоемкость, шт. в смену		
	А	Б	А	Б	базис	А	Б
1	400	250	7	18	1	2	1
2	545	375	8	19	1	3	1
3	560	510	10	20	2	3	2
4	600	538	12	21	3	4	3
5	850	600	12	21	3	5	2

Задача 2.1.3. АО “Киркомбинат” производит кирпичи трех видов в течение 4 лет. Привести ассортимент продукции предприятия к базисному виду продукции, вычислить приведенный объем продукции и приведенную цену, если имеются следующие данные об объеме выпуска и ценах на изделия предприятия:

Год	Объем тыс. шт.			Цена руб. за шт.			Морозостойкость, °С			
	А	В	С	А	В	С	базис	А	В	С
1	270	350	450	1,2	1	0,7	33	34	32	30
2	300	360	470	1,4	1,2	0,8	34	35	32	31
3	345	380	500	1,7	1,4	0,88	35	36	33	31
4	350	400	520	2	1,5	1	35	38	33	31

Задачи 2.1.4-2.1.6. В задачах 2.1.1-2.1.3 привести ассортимент продукции предприятия к условной продукции, вычислить приведенный объем продукции и приведенную цену, если данные о базисном виде продукции отсутствуют.

Задача 2.1.7. Определить приведенный объем выпуска продукции АО “Доброе тепло” за каждый год при следующих данных об объеме производства и остатках готовой продукции и отгруженной продукции:

Год	Объем выпуска, шт.	Себестоимость 1 шт., руб.	Отгруженная продукция за период, шт.	Цена, руб.	Остатки на конец периода, шт.	
					ГП	ОП
1	200	140	180	250	20	30
2	230	182	200	325	35	32
3	280	195	265	350	38	35
4	320	215	300	390	40	37

Задача 2.1.8. Определить приведенный объем выпуска продукции АО “Киркомбинат” за каждый год при следующих данных об объеме производства и остатках готовой продукции и отгруженной продукции:

Год	Объем выпуска, тыс. шт.	Себестоимость 1 шт., руб.	Отгруженная продукция за период, тыс. шт.	Цена, руб.	Остатки на конец периода, тыс. шт.	
					ГП	ОП
1	370	0,8	250	1,2	10	10
2	400	0,9	290	1,4	15	15
3	445	1,1	330	1,7	20	20
4	550	1,2	342	2,0	22	22

Задача 2.1.9. Определить приведенный объем выпуска продукции ЗАО “Панорама” за каждый год при следующих данных об объеме производства и остатках готовой продукции и отгруженной продукции:

Год	Объем выпуска, шт.	Себестоимость 1 шт., руб.	Отгруженная продукция за период, шт.	Цена, руб.	Остатки на конец периода, шт.	
					ГП	ОП
1	600	4	495	5	5	4
2	645	5	539	8	8	5
3	660	6	550	10	10	7
4	700	7	570	11	11	10
5	750	9	600	15	8	15

§2. Методы прогнозирования

Процесс прогнозирования, опирающийся на статистические методы, включает в себя два этапа:

1. *Обобщение данных за более или менее продолжительный период времени* и представление статистических закономерностей в виде модели. В работе [7] и в пособии [16] описаны следующие статистические методы определения модели прогнозирования: средний темп роста, простейший метод, метод изменяющегося среднего, экспоненциальное сглаживание, трендовое регулирование.

2. *Определение ожидаемых значений прогнозируемой величины.* Нахождение значений функции в точках, лежащих вне отрезка, принадлежащего области определения функции, называется экстраполированием. Экстраполяция базируется на следующих допущениях: развитие явления может быть с достаточным основанием охарактеризовано плавной траекторией - трендом; основные условия, определяющие развитие в прошлом, не претерпевают существенных изменений в будущем. Операцию экстраполяции можно представить в виде определения значения функции

$$y_{i+L} = \zeta(y_i^*, L, \alpha),$$

где y_i^* - уровень, принятый за базу экстраполяции, L - период упреждения, α - параметр уравнений тренда.

Временные серии (ряды)

Временные серии (ряды) - это последовательности показателей, взятых на последовательности равных интервалов времени. Временной ряд определяется как сумма детерминированной и случайной составляющих.

Временные серии имеют четыре компонента:

1. Тренд (Т) - грация (степень) изменений показателей за период, детерминированная составляющая, зависящая только от времени.
2. Сезонность (С) - модель данных, повторяющаяся через определенные промежутки времени (недели, месяцы, кварталы).
3. Цикл (Ц) - модель данных, повторяющихся через определенное количество лет.
4. Случайные вариации (R) - флуктуации, не влияющие на модель.

Прогнозируемое значение рассматривается либо как произведение компонентов (мультипликативная модель)

$$П = Т \times Ц \times С \times R,$$

либо как сумма компонентов (аддитивная модель)

$$П = Т + Ц + С + R.$$

Аддитивная модель, схема которой показана на рис. 2.1, применяется чаще.

Процедура прогнозирования включает в себя:

- 1) выбор объектов прогнозирования,
- 2) определение временных интервалов прогнозирования,
- 3) выбор и обоснование модели прогнозирования,
- 4) сбор данных, необходимых для формирования прогноза,
- 5) формирование прогноза,
- 6) контроль результатов.

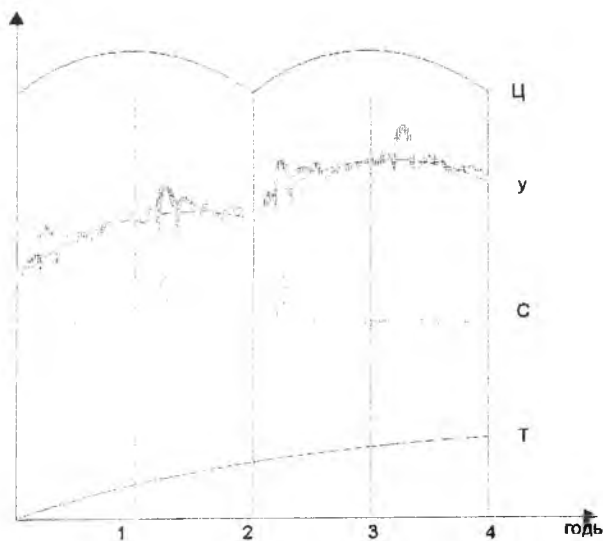


Рис. 2.1. Аддитивная модель прогнозирования

Средний темп роста

Средний темп определяется среднегеометрической ряда последовательных (цепных) темпов роста. Если ряд состоит из значений y_1, y_2, \dots, y_t , то цепные темпы роста равны $x_2 = y_2 / y_1, \dots, x_t = y_t / y_{t-1}$, прирост за $(t-1)$ лет равен

$$\frac{y_2}{y_1} \frac{y_3}{y_2} \dots \frac{y_{t-1}}{y_{t-2}} \frac{y_t}{y_{t-1}} = \frac{y_t}{y_1} = \bar{x}^{t-1},$$

а средний темп роста равен

$$\bar{x} = \sqrt[t-1]{y_t / y_{t-1}}.$$

Экстраполируемое значение равно

$$y_{i+L} = y_i \bar{x}^{*L},$$

где y_i^* - уровень, принятый за базу экстраполяции.

Средний темп роста используется при следующих условиях: 1) периоды расчета определяют средний темп, поскольку он связан с двумя крайними значениями ряда, вследствие чего показатель среднего темпа неустойчив при колебательном характере ряда; 2) траектория развития приближается к кривой, то есть процесс в общем следует геометрической прогрессии, поскольку разложение экспоненты в ряд Маклорена имеет вид степенной функции

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots;$$

3) средний темп скрывает характер динамики исследуемого периода, так как не принимает во внимание промежуточные члены ряда.

§3. Выявление тренда

Широкое практическое использование имеют следующие методы определения тренда.

Простейший метод

Предполагается, что в прогнозируемом периоде значение показателя эквивалентно его значению в ближайшем периоде.

Метод изменяющегося (скользящего) среднего

Скользящее среднее значение может рассчитываться исходя из p значений ряда перед данным (t -м) значением и p значений после данного

$$\bar{y}_t = \frac{1}{2p+1} \sum_{i=t-p}^{t+p} y_i = \frac{1}{m} \sum_{i=t-p}^{t+p} y_i, m = 2p+1,$$

а также рекуррентно

$$\bar{y}_t = \bar{y}_{t-1} + (y_{t+p} - y_{t-p-1}) / (2p+1).$$

Используется также адаптивное скользящее среднее, значение которого смещено на p шагов к концу расчетного интервала (соответственно, усредненная величина относится не к середине интервала расчета, а к его концу). В этом случае прогноз (среднее значение показателя) рассчитывается по m ближайшим к нему прошлым периодам

$$\bar{y}_t = \frac{1}{m} \sum_{i=(t-m+1)}^t y_i,$$

где t - номер текущего периода. Рекуррентная формула имеет вид

$$\bar{y}_t = \bar{y}_{t-1} + (y_t - y_{t-m}) / m,$$

поскольку

$$\bar{y}_t = (y_{t-m+1} + y_{t-m+2} + \dots + y_{t-1} + y_t) / m,$$

$$\bar{y}_{t-1} = (y_{t-m} + y_{t-m+1} + y_{t-m+2} + \dots + y_{t-1}) / m.$$

Используется также вариант взвешенной изменяющейся средней, при котором в расчете среднего значения показателя учитывается весовой коэффициент значимости каждого из прошлых периодов

$$\bar{y}_t = \frac{\sum_{i=(t-m+1)}^t y_i k_i^{3H}}{m},$$

где k_i^{3H} - коэффициент значимости i -го периода,

$$\frac{\sum_{i=1}^t k_i^{3H}}{m} = 1.$$

Например, для $m=3$ применяются коэффициенты значимости $k_t^{3H} = 3/2, k_{t-1}^{3H} = 2/2, k_{t-2}^{3H} = 1/2$

Метод эффективен в сглаживании случайных флуктуаций, однако:

- при увеличении m улучшается сглаживание флуктуации, но снижается чувствительность прогноза к последним по времени изменениям,
- недостаточно точно отражается тренд, поскольку тренд формируется за прошлый интервал (запаздывание выражается в том, что при динамике подъема прогноз показателя занижен, а при динамике спада - завышен),
- необходима регистрация прошлых значений показателей.

Пример 2.3.1. Задан ряд показателей, зависимость между которыми неизвестна. Определить тренд методами среднего темпа роста, адаптивного скользящего среднего и взвешенного скользящего среднего.

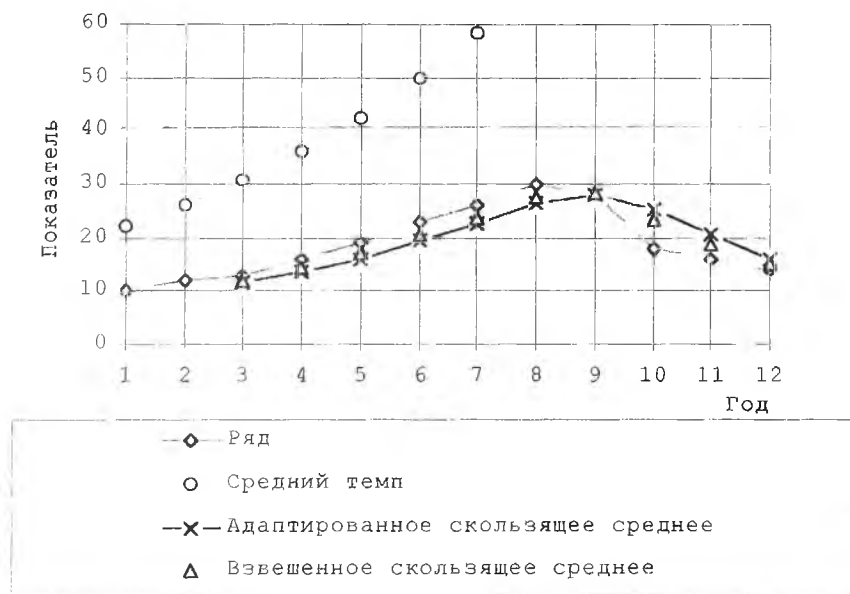


Рис. 2.2. Пояснение к примеру 2.3.1

Решение. Графики заданного ряда и расчетных показателей приведены на рис. 2.2. Очевидно, что наиболее точно соответствует прогнозируемому ряду взвешенное скользящее среднее, для определения которого взяты три предшествующих расчетному году с весовыми коэффициентами (1/6, 2/6, 3/6). Наименее точна аппроксимация с использованием среднего темпа роста, поскольку анализируемый ряд не является экспоненциальной функцией.

Экспоненциальное сглаживание

Метод экспоненциального сглаживания [17] позволяет анализировать временной ряд и получать прогноз без предварительного задания формы тренда. Необходимо лишь, чтобы исследуемый тренд изменялся достаточно постепенно.

Из первоначального временного ряда y_t сглаженный ряд $\tilde{y}_t(y)$ можно получить, применяя следующий линейный оператор сглаживания

$$\tilde{y}_t(y) = \alpha y_t + (1 - \alpha)\tilde{y}_{t-1}(y), \quad 0 < \alpha < 1. \quad (*)$$

Применяя оператор последовательно ко всем значениям отрезка ряда длиной T , можно получить

$$\begin{aligned} \tilde{y}_T(y) &= \alpha y_T + (1 - \alpha)\tilde{y}_{T-1}(y) = \alpha y_T + (1 - \alpha)[\alpha y_{T-1} + (1 - \alpha)\tilde{y}_{T-2}(y)] = \dots \\ &= \alpha y_T + \alpha(1 - \alpha)y_{T-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{T-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{T-2} y_2 + (1 - \alpha)^T y_1 = \alpha \sum_{i=1}^T (1 - \alpha)^i y_{T-i} \end{aligned}$$

в котором сумма коэффициентов $\alpha + \alpha(1 - \alpha) + \alpha(1 - \alpha)^2 + \dots + \alpha(1 - \alpha)^N \rightarrow 1$.

В этом равенстве разложение применяется до тех пор, пока в выражение не войдет первое известное значение исходного ряда, то есть сглаженное значение $\tilde{y}_{T-i}(y)$ заменяется на y_{T-i} и исходя из этого осуществляется прогнозирование. Таким образом наблюдения входят в обработку не с одинаковыми, а с экспоненциально убывающими весами.

Доказано, что дисперсия сглаженного ряда равна

$$D\tilde{y}_t(\varepsilon) = \frac{\alpha}{2 - \alpha} \sigma^2,$$

то есть меньше дисперсии исходного ряда σ^2 (поскольку $\frac{\alpha}{2 - \alpha} \leq 1$), что говорит о том, что действительно имеет место сглаживание.

Оператор сглаживания можно применить и к уже сглаженным значениям (рассматривается ниже), в результате чего практически полностью исключается случайная составляющая.

При стремлении $\alpha \rightarrow 1$ уравнение принимает вид

$$\tilde{y}_t = y_{t-1},$$

что соответствует простейшему методу.

Экспоненциальное сглаживание с трендовым регулированием

Уравнение для значения тренда T_t (сглаженного ряда) имеет вид

$$T_t = \beta(\tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \quad (**)$$

где $\tilde{y}_t, \tilde{y}_{t-1}$ - сглаженные значения показателя за текущий и предыдущий периоды, β - константа сглаживания, $0 < \beta < 1$.

В этом случае алгоритм сглаживания имеет вид:

1. Расчет экспоненциального прогноза для периода t по формуле (*).
2. Расчет тренда T_t по формуле (**); для первого периода начальное значение тренда задается по обзору прошлых данных.
3. Расчет прогноза с регулируемым трендом

$$\tilde{y}_t'(y) = \tilde{y}_t(y) + T_t.$$

Пример 2.3.2. Задан ряд показателей, зависимость между которыми неизвестна. Определить тренд методами экспоненциального сглаживания и сглаживания с трендовым регулированием.

Решение. Константа сглаживания принята равной $\alpha = 0,1$, константа регулирования тренда $\beta = 0,1$. Результаты расчетов показаны на рис. 2.3. Уменьшение константы сглаживания α позволяет в большей степени сгладить исходный ряд; уменьшение константы регулирования тренда β приводит к более выровненному тренду, однако ослабляет влияние произошедшего в последнем периоде заметного роста зарегистрированного значения ряда.



Рис. 2.3. Пояснение к примеру 2.3.1.

Задача 2.3.1. Считая данные задачи 2.1.2 продолжением данных задачи 2.1.1 за следующие отчетные периоды, определить тренд объема выпуска методами среднего темпа роста, адаптивного скользящего среднего и взвешенного скользящего среднего.

Задача 2.3.2. Считая данные задачи 2.1.8 продолжением данных задачи 2.1.7 за следующие отчетные периоды, определить тренд объема выпуска методами среднего темпа роста, адаптивного скользящего среднего и взвешенного скользящего среднего.

Задача 2.3.3. Считая данные задачи 2.1.9 продолжением данных задач 2.1.7, 2.1.8 за следующие отчетные периоды, определить тренд объема выпуска методами среднего темпа роста, адаптивного скользящего среднего и взвешенного скользящего среднего.

Задача 2.3.4. Считая данные задачи 2.1.2 продолжением данных задачи 2.1.1 за следующие отчетные периоды, определить тренд объема выпуска методами экспоненциального сглаживания и сглаживания с трендовым регулированием.

Задача 2.3.5. Считая данные задачи 2.1.8 продолжением данных задачи 2.1.7 за следующие отчетные периоды, определить тренд объема выпуска методами экспоненциального сглаживания и сглаживания с трендовым регулированием.

Задача 2.3.6. Считая данные задачи 2.1.9 продолжением данных задач 2.1.7, 2.1.8 за следующие отчетные периоды, определить тренд объема выпуска методами экспоненциального сглаживания и сглаживания с трендовым регулированием.

Сезонные изменения

Во многих ежемесячных измерениях проявляется сезонный фактор [14]. Если изучаемую функцию записать в виде

$$y_t = f(t) + c(t),$$

где $c(t)$ имеет период n ($n=12$ для ежемесячных данных, $n=4$ для ежеквартальных данных), то сезонный эффект t -го периода равен (по методу скользящего среднего)

$$c(t) = \frac{1}{h} \sum_{j=0}^{h-1} y_{t+nj} - \frac{1}{T} \sum_{s=1}^T y_s,$$

где $T=nh$, h - количество обрабатываемых лет. Например, если исследуются сезонные факторы восьмого месяца ($t=8$) по данным за три года ($h=3$), то

$$c(t) = \frac{1}{3} (y_8 + y_{20} + y_{32}) - \frac{1}{36} \sum_{s=1}^T y_s,$$

§4. Трендовое проектирование (экстраполяция)

Для определения прогнозирующих зависимостей показателей используются [7] следующие функции (рис. 2.4):

- линейная функция (для описания равномерно изменяющихся во времени процессов)

$$y_t = a_0 + a_1 t,$$

- квадратичная функция (для описания процессов с равноускоренным ростом или снижением)

$$y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2,$$

- экспонента (для лавинообразных процессов, при которых прирост зависит в основном от уже достигнутого уровня)

$$y_t = a_0 b^t,$$

параметр b равен отношению последовательных приростов,

- модифицированная экспонента (для описания процессов, характеризующихся насыщением - поскольку имеет асимптоту $y=k$)

$$y_t = k - a_0 b^t,$$

- логистическая функция (для описания двух последовательных лавинообразных процессов - один с ускорением развития, другой с замедлением, поскольку кривая симметрична относительно точки перегиба)

$$y_t = k / (1 - b e^{-at}),$$

- экологическая функция (для описания процессов замещения старых методов или продуктов новыми)

$$y_t = a e^{-w^2(t-\tau)^2}.$$

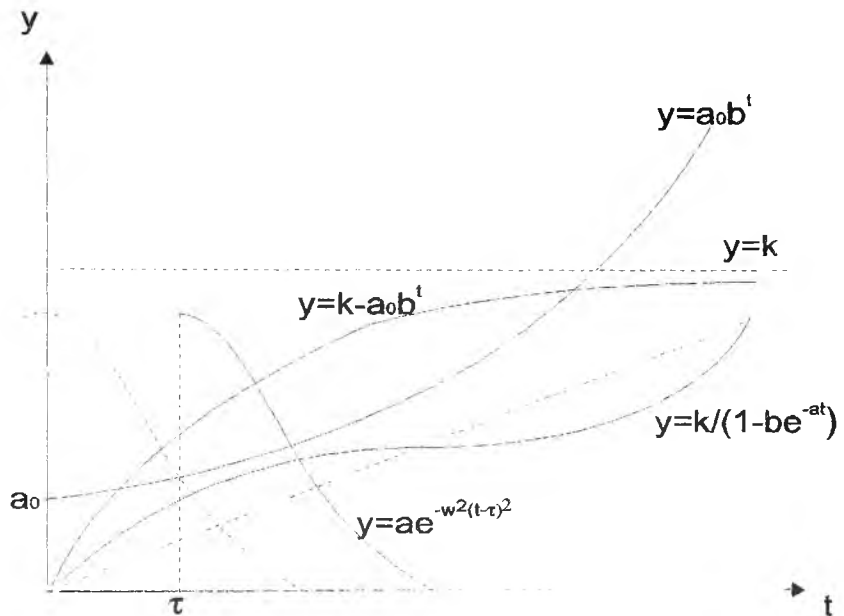


Рис. 2.4. Виды прогнозирующих кривых

Для выбора подходящей формы кривой применяют либо визуальный подход на основе анализа графического изображения экспериментальных данных, либо метод последовательных разностей для подбора полиномиальных кривых: рассчитывают первые, вторые и т.д. разности

$$\begin{aligned} u_t^{(1)} &= y_t - y_{t-1}, \\ u_t^{(2)} &= u_t^{(1)} - u_{t-1}^{(1)}, \\ u_t^{(3)} &= u_t^{(2)} - u_{t-1}^{(2)}, \dots \end{aligned}$$

до тех пор пока они не будут примерно постоянны. Порядок разностей принимается за степень выравнивающего полинома. Затем строят регрессию методом наименьших квадратов (см. ниже).

Регрессионный анализ (определение коэффициентов регрессии)

В пособии [17] описана следующая модель парной линейной регрессии

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x,$$

где α_0 - значение детерминированной составляющей при $x=0$, α_1 - теоретический коэффициент регрессии, показывающий, насколько изменится детерминированная составляющая, если фактор x изменится на единицу. Для определения коэффициентов регрессии составляется сумма квадратов отклонений, как функция неизвестных параметров α_0 , α_1

$$Q(\alpha_0, \alpha_1) = \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 x_j)^2,$$

где N - число обследуемых точек. Приравниваются нулю частные производные этой функции

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial \alpha_0} &= -2 \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 x_j) = 0, \\ \frac{\partial Q}{\partial \alpha_1} &= -2 \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 x_j) x_j = 0, \end{aligned}$$

получается система

$$N\alpha_0 + \alpha_1 \sum_{j=1}^N x_j = \sum_{j=1}^N y_j,$$

$$\alpha_0 \sum_{j=1}^N x_j + \alpha_1 \sum_{j=1}^N x_j^2 = \sum_{j=1}^N y_j x_j.$$

решение которой позволяет определить коэффициенты парной линейной регрессии.

При использовании регрессионного анализа в формировании прогнозирующих функций необходимо учитывать следующее:

1. Если ряд показателей, на которых основан прогноз, не имеет ярко выраженных свойств линейной или квадратичной функций, а также какой-либо из зависимостей, изображенных на рис. 2.4, это означает, что в этом ряде не выявлен тренд, и следует применить один из способов выявления тренда, а затем подбирать регрессионную модель.
2. Если ряд показателей, на которых основан прогноз, имеет вид экспоненты, логистической или экологической функций, то до расчета коэффициентов регрессии необходимо прологарифмировать прогнозирующую функцию, а затем определять логарифмы соответствующих коэффициентов регрессии.

Контроль точности прогноза

Для контроля точности прогноза вычисляется коэффициент ошибки

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \tilde{y}_i)}{\delta}, \text{ где } \delta - \text{средняя ошибка, равная } \delta = \frac{\sum_{i=1}^N |\delta_i|}{N}, \delta_i - \text{ошибка } i\text{-го}$$

прогноза $\delta_i = y_i - \tilde{y}_i$, y_i, \tilde{y}_i - фактическое и прогнозируемое значения показателей соответственно.

Также применяют среднегеометрический критерий расхождения

$$\xi = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \tilde{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^T y_t^2}}.$$

Если $\xi = 0$, то имеет случай совершенного прогнозирования. Если процесс прогнозирования приводит к ошибке, то $\xi > 1$.

Пример 2.4.1. Спланировать объем производства новой модели, осваиваемой в 5-м году деятельности предприятия, если спрос на новую модель имеет динамику спроса на существующую продукцию и даны следующие показатели:

Год	Объем производства, шт.		Цена за единицу, руб.	
	модель А	модель Б	модель А	модель Б
1	100	20	2	3
2	150	40	4	5
3	220	50	5	8
4	310	55	7	10

Решение. Расчет приведенного объема производства и приведенной цены проводится исходя из удельного веса в выручке в следующей таблице.

Год	Выручка, руб.			Удельные веса		Приведенный объем., шт.			Приведенная цена, p' , руб.
	А	Б	Итого	γ_A	γ_B	N'_A	N'_B	Итого	
1	200	60	260	0,77	0,23	77	4,6	81,6	3,2
2	600	200	800	0,75	0,25	112,5	10	122,5	6,5
3	1100	400	1500	0,73	0,23	160,6	13,5	174,1	8,6
4	2170	550	2720	0,8	0,2	248	11	259	10,5

Графики изменений приведенного объема производства и приведенной цены показаны на рис. 2.5.

Прогнозирование объема производства с учетом графического вида зависимости осуществляется с помощью уравнения регрессии 2-го порядка $y = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2$. Функция суммы квадратов отклонений

$Q(\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2) = \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 t_j - \alpha_2 t_j^2)^2$ имеет следующие производные

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha_0} = -2 \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 t_j - \alpha_2 t_j^2) = 0,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha_1} = -2 \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 t_j - \alpha_2 t_j^2) t_j = 0,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha_2} = -2 \sum_{j=1}^N (y_j - \alpha_0 - \alpha_1 t_j - \alpha_2 t_j^2) t_j^2 = 0,$$

откуда следует

$$N\alpha_0 + \alpha_1 \sum_{j=1}^N t_j + \alpha_2 \sum_{j=1}^N t_j^2 = \sum_{j=1}^N y_j,$$

$$\alpha_0 \sum_{j=1}^N t_j + \alpha_1 \sum_{j=1}^N t_j^2 + \alpha_2 \sum_{j=1}^N t_j^3 = \sum_{j=1}^N y_j t_j,$$

$$\alpha_0 \sum_{j=1}^N t_j^2 + \alpha_1 \sum_{j=1}^N t_j^3 + \alpha_2 \sum_{j=1}^N t_j^4 = \sum_{j=1}^N y_j t_j^2.$$

Для $N=4$ и данных об объеме продукции (y) система уравнений имеет вид (с учетом $\sum_{j=1}^N y_j = \sum_{j=1}^4 N'_j = 637$, $\sum_{j=1}^N y_j t_j = \sum_{j=1}^4 N'_j t_j = 1885$, $\sum_{j=1}^N y_j t_j^2 = \sum_{j=1}^4 N'_j t_j^2 = 6283$):

$$4\alpha_0 + 10\alpha_1 + 30\alpha_2 = 637,$$

$$10\alpha_0 + 30\alpha_1 + 100\alpha_2 = 1885,$$

$$30\alpha_0 + 100\alpha_1 + 354\alpha_2 = 6283.$$

откуда значения коэффициентов уравнений регрессии равны $\alpha_0 = 59$, $\alpha_1 = 11,5$, $\alpha_2 = 9,5$ и имеет место следующая прогнозирующая функция приведенного объема производства:

$$N' = 59 + 11,5t + 9,5t^2.$$

Подставив $t=5$, можно определить объем выпуска в пятом году $N'(t=5) = 354$.

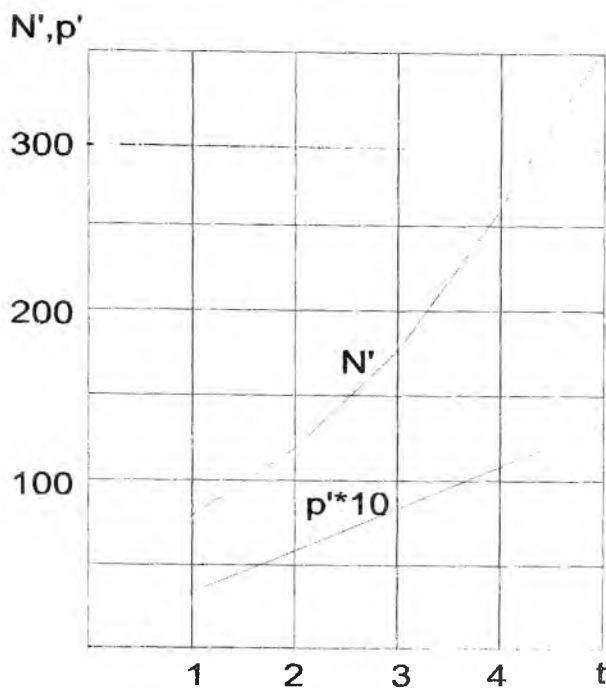


Рис. 2.5. Пояснение к примеру 2.4.1

Прогнозирование приведенной цены осуществляется с использованием уравнения регрессии 1-го порядка $y = \alpha_0 + \alpha_1 t$. Полученная выше система уравнений для коэффициентов линейной регрессии имеет следующий вид (с

учетом $\sum_{j=1}^N y_j = \sum_{j=1}^4 p'_j = 28,2$, $\sum_{j=1}^N y_j t_j = \sum_{j=1}^4 p'_j t_j = 84$):

$$4\alpha_0 + 10\alpha_1 = 28,2,$$

$$10\alpha_0 + 30\alpha_1 = 84,$$

откуда значения коэффициентов уравнений регрессии равны $\alpha_0 = 1,2$, $\alpha_1 = 2,4$ и имеет место следующая прогнозирующая функция приведенной цены:

$$p' = 1,2 + 2,4t.$$

Подставив $t=5$, можно определить цену в пятом году $p'(t=5) = 13,2$.

На рис. 2.5. наряду с фактическими значениями цены и объема выпуска изображены прогнозируемые значения.

В том случае, если планируемая к освоению в 5-й год продукция наиболее близка по своим характеристикам к одному из рассмотренных видов продукции, следует выполнить прогноз спроса на соответствующее изделие.

Задачи 2.4.1.-2.4.9. В задачах 2.1.1.-2.1.9 сделать прогноз приведенных значений объема выпуска продукции и цены в следующий год за последним отчетным годом деятельности предприятия, если спрос на продукцию сохраняет динамику спроса в предшествующие годы.

ТЕМА 3. ПЛАНИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

§1. Условно переменные и условно постоянные затраты

По характеру зависимости от объема выпускаемой продукции различают два вида расходов предприятия (рис. 3.1).

Условно переменные затраты, нормируемые на единицу выпускаемой продукции и возрастающие при увеличении объема производства (например, материальные затраты, сдельная заработная плата рабочих).

Условно постоянные затраты, определяемые по цеху или предприятию в целом и не зависящие от объема производства (например, повременная заработная плата управленческого персонала, оплата коммунальных услуг).

Для себестоимости и ее составных частей выполняются следующие соотношения:

$$C = C_F + C_V = C_F + c_V N,$$

$$C_V = c_V N,$$

$$c_F = C_F / N,$$

где C - полная себестоимость продукции; C_V - сумма переменных затрат на производство продукции; c_V - переменные затраты на производство одного изделия; C_F - сумма постоянных затрат за период; c_F - сумма постоянных затрат за период, отнесенных к количеству изделий; N - количество изготовленных изделий.

В соответствии с приведенными соотношениями затраты при изменении объема выпуска изменяются следующим образом: c_V , являясь удельными затратами, постоянны; C_V возрастают при увеличении объема выпуска; C_F не изменяются при изменении объема выпуска; c_F , уменьшаются при увеличении объема выпуска.

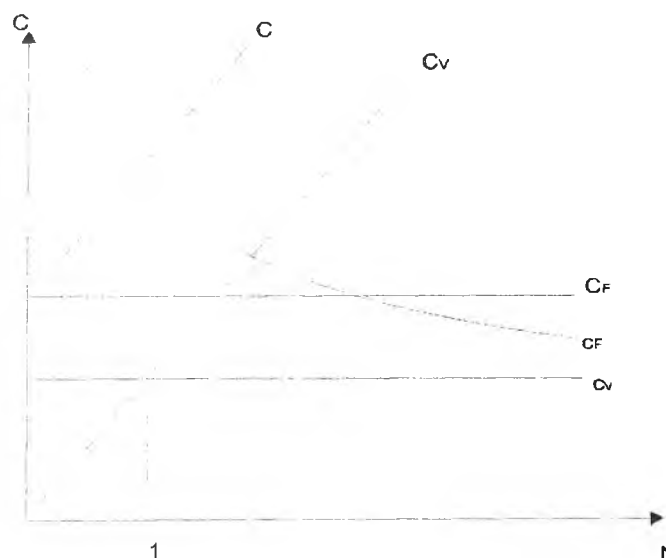


Рис. 3.1. Условно-постоянные и условно-переменные затраты

Затраты могут изменяться с увеличением объема выпуска N

- пропорционально, являясь переменными затратами C_V при $c_V = 1$;
- опережающими (замедленными) темпами, являясь переменными затратами C_V при $c_V > 1$ ($c_V < 1$);

- обратно пропорционально, являясь удельными постоянными затратами C_F ;
- не изменяться, как суммарные постоянные затраты C_F .

Условность приведенной классификации [21] заключается в том, что при рассмотрении длительного интервала времени все затраты являются переменными; это обусловлено:

- срочностью юридических отношений (трудовых или гражданско-правовых договоров); например, поскольку срок предупреждения об увольнении составляет две недели, при снижении объема производства невозможно сразу уволить сотрудников; следовательно, в течение 2-х недель затраты на оплату труда, отнесенные к переменным, сохраняются на неизменном уровне;
- неделимостью некоторых производственных факторов; например, при увеличении объема производства на 10 единиц требуется дополнительно использовать 0,5 человеко-дня рабочего времени и 0,5 машино-смены оборудования; однако приходится нанимать нового рабочего и покупать новый станок, оплата труда и амортизация которых останутся постоянными затратами до того момента, когда объем продукции возрастет еще на 10 единиц; в последнем примере часть совершенных расходов будет непроизводительными ("холостыми") затратами.

Для определения характера различных видов затрат на конкретном предприятии необходимо проводить дополнительные исследования в следующей последовательности:

1. Определяются значения объемов производства N_k , затраты по видам C_k^j и общая сумма затрат C_k ($k=1, \dots, K$) за ряд отчетных периодов (месяцев, лет), где k - номер отчетного периода, j - вид затрат, K количество выбранных периодов.

2. Записывается уравнение регрессии для каждого отчетного периода по каждому виду затрат

$$C_k^j = C_{Fk}^j + c_{Vk}^j N_k.$$

3. Решая полученные уравнения, определяют значения C_{Fk}^j и c_{Vk}^j ; если количество отчетных периодов, выбранных для расчета, превышает 2, то определяются средние значения, например, методом наименьших квадратов.

4. Определяется среднее значение объема выпуска

$$N_{cp} = (\sum N_k) / K.$$

5. Значение N_{cp} подставляется в уравнение парной регрессии для каждого вида затрат и определяется доля (процент) постоянных и переменных расходов в общей сумме затрат. В зависимости от величины доли тех или иных затрат делается вывод о том, относятся ли затраты данного вида к постоянным или переменным.

§2. Планирование ассортимента при определенном объеме спроса

Объем производства нового вида продукции определяется объемом его реализации, который, в свою очередь, непосредственно связан с прогнозируемым объемом спроса на планируемый к освоению продукт. Вначале рассматривается случай полной определенности объема спроса (данный показатель имеет детерминированное, то есть заранее заданное и не зависящее от случайных факторов, значение). Этот вариант плана продаж реализуется при условии предварительного размещения заказов на инновационную продукцию и заключения соответствующих

договоров с покупателями; предполагается, что договоры купли-продажи не могут быть расторгнуты.

В этом случае постановка проблемы планирования ассортимента зависит от того, в полном или не в полном объеме используются производственные возможности предприятия-производителя.

Планирование ассортимента при неполной загрузке

В случае неполной загрузки производственных мощностей отсутствуют ограничения по ресурсам и ассортимент выпускаемой продукции определяется исходя из прибыли, получаемой от реализации каждого изделия. В производственную программу включаются те виды продукции, которые обеспечивают получение прибыли.

Алгоритм планирования ассортимента (формирования производственной программы) включает в себя следующие действия:

- 1) определяются предварительные значения объемов производства в соответствии с заказами;
- 2) калькулируется себестоимость выпуска;
- 3) вычисляется себестоимость единицы продукции;
- 4) с учетом заданной отпускной цены вычисляется прибыль (предельная прибыль в методе "директ-костинг") с единицы реализованной продукции;
- 5) в зависимости от суммы прибыли с единицы реализованной продукции принимается решение об освоении новой продукции или исключении ее из производственной программы.

При расчете прибыли по методу учета полной себестоимости можно прийти к неверным выводам, поскольку при этом, в отличие от метода "директ-костинг", не учитывается снижение суммы постоянных расходов на единицу продукции при росте

объема производства с N_0 до N_1 , величина которого равна $\Delta C_F = C_F \frac{N_1}{N_0} - C_F$.

Следовательно, при расчете полной себестоимости происходит ее завышение на указанную величину.

Пример 3.2.1. Предприятие планирует освоить выпуск новых моделей при следующих характеристиках:

Изделие	Объем выпуска, шт.	Прямые затраты на единицу, тыс. руб.	Цена, тыс. руб.
А	100	2	5
В	200	4	6
С	300	6	7

Определить производственную программу, если сумма накладных расходов составляет 560 тыс. руб. и решение принимается на основе полной себестоимости.

Решение. Расчеты проводятся в следующей таблице (тыс. руб.).

Изделие	Объем шт.	Прямые		Накладные		Себестоимость		Выручка		Прибыль	
		на единицу	всего	на единицу	всего	на единицу	всего	на единицу	всего	на единицу	всего
А	100	2	200	0,4	40	2,4	240	5	500	2,6	260
В	200	4	800	0,8	160	4,8	960	6	1200	1,2	240
В	300	6	1800	1,2	360	7,2	2160	7	2100	-0,2	-60
Итого			2800		560		3360		3800		440

Сумма накладных расходов составляет 20% ($560/2800=0,2$) от суммы прямых расходов; соответственно этому проценту проводится их распределение. По данным расчета убыточным является изделие "В", и прибыль может быть увеличена на 60 руб. при снятии его с производства.

Пример 3.2.2. Решить пример 3.2.1, если из суммы накладных расходов 50% составляют переменные и решение принимается на основе метода "директ-костинг".

Решение. Ставка распределения переменных расходов равна 10% ($560/2800/2=0,1$). Постоянные расходы при использовании метода "директ-костинг" не распределяются, а относятся на уменьшение финансового результата реализации. Расчеты проводятся в следующей таблице (тыс. руб.).

Изделие	Объем шт.	Переменные				Выручка		Предельная прибыль	
		Прямые		Накладные		на ед.	всего	на ед.	всего
		на ед.	всего	на ед.	всего				
А	100	2	200	0,2	20	5	500	2,8	280
Б	200	4	800	0,4	80	6	1200	1,6	320
В	300	6	1800	0,6	180	7	2100	0,4	120
Итого			2800		280		3800		720

Расчет показывает, что изделие "В" является прибыльным; сумма предельной прибыли должна быть уменьшена на сумму постоянных расходов 280 (50% от 560), то есть прибыль составит $720-280 = 440$ тыс. руб.

Планирование ассортимента при полной загрузке

При полной загрузке производственных мощностей имеют место ограничения на ресурсы (материальные, финансовые, фондовые). В этом случае необходимо решить задачу линейного программирования с ограничениями на ресурсы:

$$\begin{aligned} \max \sum_{j=1}^J p_j^{e\partial} \cdot N_j, \\ \sum_{j=1}^J r_{ij} N_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, I), \\ N_j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, J), \end{aligned}$$

где r_{ij} - норма расхода i -го ресурса на производство продукции j -го вида, b_i - запас i -го ресурса, $p_j^{e\partial}$ - прибыль от реализации единицы продукции j -го вида. При расчете полной себестоимости в качестве $p_j^{e\partial}$ фигурирует величина, равная

$$p_j^{e\partial} = p - c,$$

в расчете по методу "директ-костинг"

$$p_j^{e\partial} = p - c_v.$$

Поэтому производственная программа по методу "директ-костинг" обеспечит выпуск в наибольших количествах тех видов изделий, которые приносят наибольшую предельную прибыль, и разность величин прибыли, соответствующих производственным программам, рассчитанным этими методами, составит

$$\Delta P = \sum_{j=1}^J (p_j - c_{vj}) N_j^{sup} - \sum_{j=1}^J (p_j - c_j) N_j^{полн} \geq C_F.$$

Выполнение этого условия подтверждается следующими преобразованиями:

$$\sum_{j=1}^J (p_j - c_{vj}) N_j^{\text{dup}} - \sum_{j=1}^J (p_j - c_j) N_j^{\text{полн}} - C_F = \sum_{j=1}^J (p_j - \beta_j c_j) N_j^{\text{dup}} - \sum_{j=1}^J (p_j - c_j) N_j^{\text{полн}} -$$

$$- \sum_{j=1}^J (1 - \beta_j) c_j N_j^{\text{dup}} = \sum_{j=1}^J (p_j - c_j) N_j^{\text{dup}} - \sum_{j=1}^J (p_j - c_j) N_j^{\text{полн}} = \sum_{j=1}^J (p_j - c_j) (N_j^{\text{dup}} - N_j^{\text{полн}}),$$

где $\beta = c_v / c$ - доля переменных затрат в себестоимости. Найдем оптимальное решение задачи линейного программирования приближенным методом Эйлера, приняв начальное значение плана N^0 :

- по полной себестоимости $N_j^{\text{полн}} = N_j^0 + \Delta N_j^0 = N_j^0 + N_j^0 [(p_j - c_j) + \sum_{i=1}^I r_{ij}]$,
 - по ограниченной себестоимости $N_j^{\text{dup}} = N_j^0 + \Delta N_j^0 = N_j^0 + N_j^0 [(p_j - \beta_j c_j) + \sum_{i=1}^I r_{ij}]$,
- Разность двух векторов равна $N_j^{\text{dup}} - N_j^{\text{полн}} = N_j^0 [p_j - \beta_j c_j - p_j + c_j] = N_j^0 [c_j - \beta_j c_j] \geq 0$, поскольку $\beta \leq 1$.

Оптимальное планирование ассортимента при совершенной конкуренции

Согласно [5] основные черты рынка совершенной конкуренции составляют:

- наличие множества фирм, продающих стандартизированные товары;
- доступ на рынок и выход из него совершенно свободны, свободно также перемещение ресурсов;
- не способность отдельного продавца влиять на цену продаваемого товара; цена устанавливается рынком.

В долгосрочном периоде фирма может выбрать любой вектор затрат из пространства затрат (ограничения на ресурсы отсутствуют).

Решение задачи максимизации прибыли возможно на основе следующей методики [38]. Вводятся понятия предельного дохода и предельных издержек. Предельный доход - это прирост выручки на единицу прироста объема продукции. Предельные издержки - прирост затрат на единицу прироста объема продукции.

Стремление получить максимум прибыли может быть представлено в виде функции

$$R = (P \cdot Q) - C \Rightarrow \max,$$

где Q - объем реализации в натуральном выражении, P - цена единицы товара, C - издержки производства (затраты), R — прибыль от реализации.

Применение предельного подхода к этой функции дает следующее соотношение:

$$\frac{dR}{dQ} = \frac{d(P \cdot Q)}{dQ} - \frac{dC}{dQ} = 0, \quad \frac{d(P \cdot Q)}{dQ} = \frac{dC}{dQ},$$

где $\frac{dC}{dQ}$ — предельные издержки; $\frac{d(P \cdot Q)}{dQ}$ — предельный доход.

Для того, чтобы прибыль была максимальной, необходимо равенство предельных издержек и предельного дохода.

Это соотношение позволяет найти оптимальный размер объема производства при известных (или заданных) функциях спроса $P = P(Q)$ и издержек $C = C(Q)$.

Анализ зависимости между ценой продукта и его количеством позволяет выбрать для функции спроса линейную форму вида

$$P = a_0 + a_1 Q.$$

По методу наименьших квадратов определяются неизвестные параметры a_0 и a_1 на основе составления и решения системы уравнений вида

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum Q = \sum P \\ a_0 \sum Q + a_1 \sum Q^2 = \sum PQ, \end{cases}$$

где n — число наблюдений (вариантов).

Анализ зависимости между издержками и количеством выпускаемой продукции позволяет для функции издержек выбрать также линейную форму связи вида

$$C = b_0 + b_1 Q.$$

Параметры b_0 и b_1 находятся аналогично параметрам a_0 и a_1 . После определения P и Q определяются предельный доход и предельные издержки. Приравнивая их друг другу, определяется величина оптимального выпуска продукции. Исходя из объема оптимального выпуска рассчитывается цена продукта, выручка, прибыль и издержки производства.

Задача 3.2.1. АО «Панорама» планирует начать производство новых моделей стеклопакетов (поворотное-откидное, поворотное-двойное, поворотное-тройное) при следующих характеристиках:

Изделие	Объем выпуска, шт.	Прямые затраты на единицу, тыс. руб.	Цена, тыс. руб.
А	600	7	12
В	538	12	13
С	435	14	16

Определить производственную программу, если сумма накладных расходов составляет 1300 тыс. руб. и решение принимается на основе полной себестоимости.

Задача 3.2.2. АО «Киркомбинат» осваивает выпуск четырех видов кирпичей при следующих характеристиках:

Изделие	Объем выпуска, тыс. шт.	Прямые затраты на единицу, руб.	Цена, тыс. руб.
А	350	1,2	1,4
В	400	0,8	1,5
С	520	0,6	1
Д	600	0,45	0,5

Определить производственную программу, если сумма накладных расходов составляет 490 тыс. руб. и решение принимается на основе полной себестоимости.

Задача 3.2.3. АО «Промэк» начинает производство трех видов шкафов-купе (2-х секционных, 3-х секционных, 4-х секционных) при следующих условиях:

Изделие	Объем выпуска, шт.	Прямые затраты на единицу, тыс. руб.	Цена, тыс. руб.
А	50	5	8
В	80	6,3	7
С	100	7,5	12

Спланировать ассортимент выпускаемых изделий при сумме накладных расходов 800 тыс. руб. на основе полной себестоимости.

Задачи 3.2.4.-3.2.6. Решить задачи 3.2.1-3.2.3, если из суммы накладных расходов 40% составляют переменные и решение принимается на основе метода «директ-костинг».

Задачи 3.2.7-3.2.9. В задачах 2.1.7-2.1.9 сформировать оптимальную программу выпуска.

§3. Определение статистических характеристик спроса

Инновационная продукция исходя из перспектив сбыта может быть подразделена на два вида: 1) продукция широкого потребления; 2) предметы, используемые в узких сферах деятельности, преимущественно специалистами.

Спрос на продукцию широкого потребления является функцией большого количества взаимно независимых факторов [19]:

- демографическая среда (снижение рождаемости, старение нации, миграция населения и т.д.);
- социальные сдвиги (повышение образовательного уровня, рост числа служащих и т.д.);
- экономическая среда (инфляция, безработица и др.);
- природная среда (дефицит некоторых видов сырья, удорожание энергии, экологические проблемы);
- научно-технический прогресс;
- политические факторы (законодательное регулирование);
- социо-культурные факторы (субкультуры, колебания вторичных культурных ценностей).

В связи с этим, согласно центральной предельной теореме теории вероятностей [17], *распределение спроса является асимптотически нормальным*. При нормальном распределении спроса (рис. 3.4), которое встречается наиболее часто, риск ошибки планирования ассортимента нового вида продукции значительно ниже, чем при других известных распределениях, поскольку нормальному распределению соответствует незначительный разброс (дисперсия) значений спроса относительно среднего значения (математического ожидания).

Статистические характеристики спроса определяются по *выборке*,

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

то есть реализации случайной величины, компоненты которой независимы и имеют одну и ту же функцию распределения. Удобно использовать в качестве x_i объемы продаж n фирм, реализующих идентичную (однородную) продукцию. Объем выборки n должен быть статистически значимым (порядка 100).

По выборке оценивается функция плотности распределения, для чего строится гистограмма частот:

1) интервал (x_i^{min}, x_i^{max}) разбивается на участки длиной h ;

2) определяется количество фирм v_i , объем продаж которых попадает в интервал h_i ;

3) вычисляются высоты прямоугольников гистограммы $f_i = \frac{v_i}{h_i n}$.

По выборке вычисляются значения среднего (математического ожидания) и среднеквадратического отклонения (квадратного корня из дисперсии):

$$M\tilde{X} = \sum_{i=1}^n x_i P(\tilde{X} = x_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x},$$

$$D\tilde{X} = M(\tilde{X} - M\tilde{X}) = \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2 P(\tilde{X} = x_i)] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sigma^2.$$

Пример 3.3.1. Для 100 фирм получены следующие значения объемов продаж продукции, аналогичной изделию, планируемому к освоению:

Объем продаж, тыс. шт.	1	1,5	2	3	5	5,9	7	7,5	9	9,5	10	11
Количество фирм	1	2	2	4	15	23	24	20	5	2	1	1

Определить статистические характеристики спроса на продукцию.

Решение. Расчет параметров гистограммы распределения спроса при интервале $h=2$ тыс. шт. производится в таблице.

Интервал объема продаж, тыс. штук	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12
Число фирм в интервале	3	6	38	44	7	2
Функция распределения (частота)	0,015	0,03	0,19	0,22	0,035	0,01

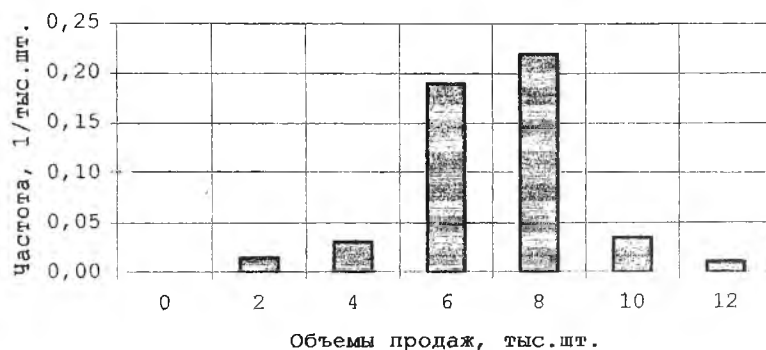


Рис. 3.2. Пояснение к примеру 3.3.1

Показанная на рис. 3.2 гистограмма распределения спроса свидетельствует о близости закона спроса к нормальному.

Значение среднего (математического ожидания) равно

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{100} (1 + 2 * 1,5 + 2 * 2 + 4 * 3 + 15 * 5 + 23 * 5,9 + 24 * 7 + 20 * 7,5 + 5 * 9 + 2 * 9,5 + 10 + 11) = 6,337 \text{ тыс. шт.}$$

Значение среднеквадратического отклонения составляет

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{100} \{ (1 - 6,34)^2 + 2(1,5 - 6,34)^2 + 2(2 - 6,34)^2 + 4(3 - 6,34)^2 + 15(5 - 6,34)^2 + 23(5,9 - 6,34)^2 + 24(7 - 6,34)^2 + 20(7,5 - 6,34)^2 + 5(9 - 6,34)^2 + 2(9,5 - 6,34)^2 + (10 - 6,34)^2 + (11 - 6,34)^2 \} = 2,65.$$

$$\sigma = \sqrt{2,65} = 1,63 \text{ тыс. шт.}$$

Задача 3.3.1. Для 50 фирм получены следующие значения объемов продаж продукции, аналогичной изделию, планируемому к освоению:

Объем продаж, тыс. шт.	2	4,5	6	7	9	10	12	15	16	18	20	25
Количество фирм	1	2	2	3	5	12	14	4	3	2	1	1

Определить статистические характеристики спроса.

Задача 3.3.2. Для составления статистического справочника 80 частных предприятий, занимающихся производством мебели, представили следующие данные о продажах продукции, аналогичной изделию, планируемому к освоению:

Объем продаж, тыс. шт.	1	1,5	2	3	5	5,9	12	15	16	18	20	25
Количество фирм	1	2	4	8	10	16	18	10	7	2	1	1

Определить статистические характеристики спроса.

§4. Планирование ассортимента при известной статистике спроса

Предположим, что фирма планирует начать производство трех новых моделей, причем себестоимость единицы изделия каждого вида составляет c_j , а цена реализации единицы равна p_j . Спрос на модели q_j распределен по нормальному закону вероятности с математическим ожиданием μ_j и среднеквадратическим отклонением σ_j . Если фирма не удовлетворит спрос, то потери прибыли в расчете на одно изделие составят π_j . Продукция, не реализованная до конца года, продается за β_j (доля единицы) от себестоимости. Объем запланированных расходов на освоение нового производства равен K . Требуется сформировать программу выпуска из условия максимума прибыли.

Решение поставленной задачи получено в [34]. Обозначим объем производства (принимаемый равным объему реализации с учетом приведения к сопоставимым значениям, рассмотренного выше) $x = \{x_j\}$.

Поскольку прибыль от реализации j -го вида продукции зависит от соотношения объемов производства и спроса,

$$P_j = p_j \max\{q_j, x_j\} - c_j x_j - \pi_j \max\{(q_j - x_j), 0\} + \beta_j c_j \max\{(x_j - q_j), 0\}$$

то в детерминированной постановке задача максимизации прибыли является нелинейной (рис. 3.3).

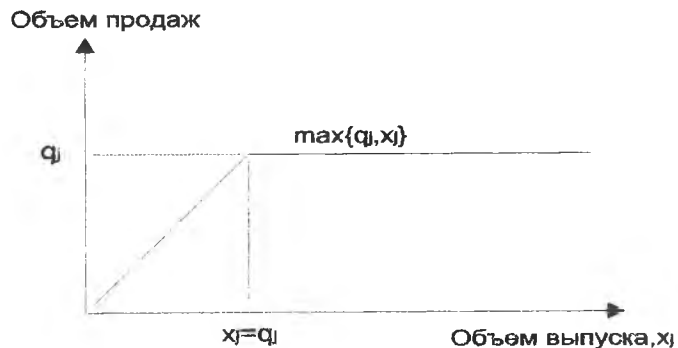


Рис. 3.3. Функция объема продаж

В стохастической постановке обозначим функцию плотности нормального распределения вероятности

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{q-\mu}{\sigma}\right)^2} = n(q, \mu, \sigma) = n.$$

Поскольку вероятность того, что случайная величина спроса меньше объема производства (рис. 3.4) равна

$$F(q_j \leq x_j) = \int_{-\infty}^{x_j} n dq,$$

то:

а) при $q_j > x_j$ выручка равна $V_j = p_j x_j F(q_j > x_j)$, где

$$F(q_j > x_j) = 1 - \int_{-\infty}^{x_j} n dq = \int_{-\infty}^{\infty} n dq - \int_{-\infty}^{x_j} n dq = \int_{-\infty}^{x_j} n dq + \int_{x_j}^{\infty} n dq - \int_{-\infty}^{x_j} n dq = \int_{x_j}^{\infty} n dq,$$

то есть $V_j = p_j x_j \int_{x_j}^{\infty} n dq$;

б) при $q_j \leq x_j$ выручка равна $V_j = p_j \int_{-\infty}^{x_j} q_j n dq$, поскольку (как видно из рис. 3.4) определенное значение плотности вероятности $n = n_j$ соответствует безразмерной частоте попадания случайной величины в интервал $x_l \leq x \leq x_j$, а произведение $q_j n$ представляет собой объем спроса в этом интервале.

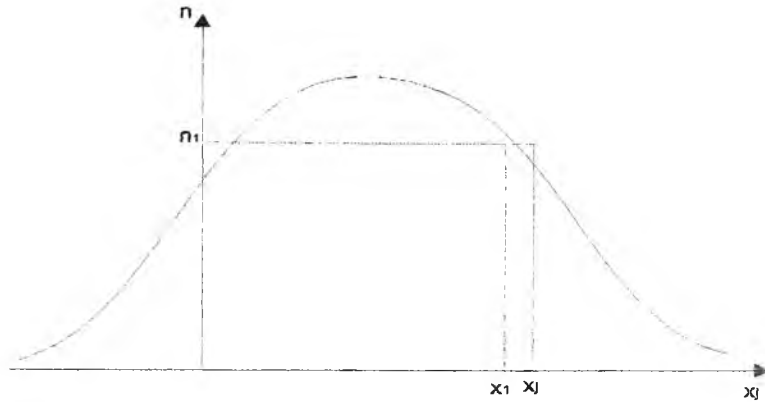


Рис. 3.4. Функция плотности вероятности нормального распределения

В выражениях для выручки интегрирование производится на интервале $-\infty \leq x \leq \infty$ для удобства расчетов вероятности, поскольку предполагается, что на интервале $-\infty \leq x \leq 0$ площадь под кривой нормального распределения мала.

Определяется вероятная прибыль от реализации продукции j -го вида

$$P_j = p_j x_j \int_{x_j}^{\infty} n dq + p_j \int_{-\infty}^{x_j} q_j n dq - c_j x_j - \pi_j \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq + \beta_j c_j \int_{-\infty}^{x_j} (x_j - q_j) n dq.$$

Данное выражение можно преобразовать, учитывая, что

$$\int_{-\infty}^{x_j} q_j n dq = \int_{-\infty}^{\infty} q_j n dq - \int_{x_j}^{\infty} q_j n dq = \mu_j - \int_{x_j}^{\infty} q_j n dq,$$

$$\int_{-\infty}^{x_j} (x_j - q_j) n dq = \int_{-\infty}^{\infty} (x_j - q_j) n dq - \int_{x_j}^{\infty} (x_j - q_j) n dq = x_j - \mu_j + \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq.$$

Поэтому вероятная прибыль равна

$$P_j = p_j x_j \int_{x_j}^{\infty} n dq + p_j \left(\mu_j - \int_{x_j}^{\infty} q_j n dq \right) - c_j x_j - \pi_j \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq +$$

$$\beta_j c_j \left(x_j - \mu_j + \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq \right) = \mu_j (p_j - \beta_j c_j) - (1 - \beta_j) c_j x_j - p_j \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq -$$

$$\pi_j \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq + \beta_j c_j \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) n dq$$

Следовательно

$$P_j = \mu_j(p_j - \beta_j c_j) - (1 - \beta_j)c_j x_j - (p_j + \pi_j - \beta_j c_j) \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) ndq.$$

Таким образом, задача нелинейного программирования формулируется следующим образом:

$$P = \sum_1^J P_j \rightarrow \max,$$

$$\sum_1^J c_j x_j \leq K.$$

Определяется экстремум прибыли без учета ограничений из условий $\frac{\partial P}{\partial x_j} = 0, j = 1, \dots, J$.

Производная интеграла по пределу равна

$$\frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) ndq = \frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} q_j dq - \frac{d}{dx_j} x_j \int_{x_j}^{\infty} ndq \quad (*)$$

Поскольку известна формула производной интеграла по параметру

$$\frac{d}{dx} \int_{\alpha(x)}^{\gamma(x)} f(q, x) dq = \int_{\alpha(x)}^{\gamma(x)} \frac{\partial f(q, x)}{\partial x} dq + \gamma'_x(x) f(\gamma(x), x) - \alpha'_x(x) f(\alpha(x), x),$$

то производная первого интеграла в выражении (*) равна

$$\frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} q_j dq = -x_j n(x_j) \quad (\text{так как } \frac{\partial f(q, x)}{\partial x} = 0, \gamma'_x(x) = 0, \alpha'_x(x) = x_j),$$

а производная второго интеграла как производная произведения равна

$$\frac{d}{dx_j} x_j \int_{x_j}^{\infty} ndq = \frac{dx_j}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} ndq + x_j \frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} ndq = \int_{x_j}^{\infty} ndq - x_j n(x_j).$$

$$\text{Таким образом } \frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) ndq = - \int_{x_j}^{\infty} ndq = -\Phi^* \left(\frac{x_j - \mu_j}{\sigma_j} \right),$$

где $\Phi^*(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} e^{-\frac{\tau^2}{2}} d\tau$, причем табулированная функция Лапласа равна

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{\tau^2}{2}} d\tau = 1 - \Phi^*(t). \text{ Поэтому } \frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) ndq = \Phi \left(\frac{x_j - \mu_j}{\sigma_j} \right) - 1.$$

Если табулирован интеграл $\Phi'(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{\tau^2}{2}} d\tau$, то $\Phi(t) = \Phi'(t) + 0,5$.

Необходимые условия экстремума прибыли без учета ограничений имеют вид

$$\frac{\partial P}{\partial x_j} = -(1 - \beta_j)c_j - (p_j + \pi_j - \beta_j c_j) \left[\Phi \left(\frac{x_j - \mu_j}{\sigma_j} \right) - 1 \right] = 0, j = 1, \dots, J.$$

Для учета ограничения на общий объем затрат составляется функция Лагранжа

$$L(x, \lambda) = \sum_1^J P_j + \lambda(K - \sum_1^J c_j x_j)$$

и экстремум определяется равенством нулю ее производных

$$\frac{\partial L}{\partial x_j} = -(1 - \beta_j)c_j - (p_j + \pi_j - \beta_j c_j) \left[\Phi\left(\frac{x_j - \mu_j}{\sigma_j}\right) - 1 \right] - \lambda c_j = 0, j = 1, \dots, J.$$

Уравнения, выражающие условия экстремума, зависят от неизвестной λ , которую проще всего определить методом последовательных приближений. Поскольку функция $\Phi(t)$ является монотонно возрастающей, то с увеличением λ значения x монотонно убывают. Поэтому для определения λ следует задаться начальным приближением, затем определить x , проверить ограничение, и, если оно нарушено, увеличить значение λ и повторить вычисления.

Пример 3.4.1. Сформировать производственную программу выпуска нового изделия трех моделей, если известны условия производства и реализации, а также статистические характеристики спроса на продукцию, причем общий объем затрат на освоение не должен превышать 3000 руб., а не реализованная до конца года продукция продается по цене на 20% ниже себестоимости.

Модель	Себестоимость единицы, руб.	Цена за единицу, руб.	Характеристики спроса		Потери π_j , руб.
			μ_j , шт.	σ_j , шт.	
1	35	66	30	8	70
2	20	37	60	12	40
3	50	105	15	3	220

Решение. Скидка от себестоимости равна $\beta_j = 0,8$. Уравнения для определения программы выпуска без учета ограничения на сумму затрат имеют вид:

$$\frac{\partial P}{\partial x_1} = 7 - 108 \left[\Phi\left(\frac{x_1 - 30}{8}\right) - 1 \right] = 0, \quad \frac{\partial P}{\partial x_2} = 4 - 61 \left[\Phi\left(\frac{x_2 - 60}{12}\right) - 1 \right] = 0,$$

$$\frac{\partial P}{\partial x_3} = 10 - 285 \left[\Phi\left(\frac{x_3 - 15}{3}\right) - 1 \right] = 0.$$

Отсюда, с учетом значений интеграла Лапласа

$$\Phi\left(\frac{x_1 - 30}{8}\right) = 1 - \frac{7}{108} = 0,9352, \quad \frac{x_1 - 30}{8} = 1,515, \quad x_1 = 42,12,$$

$$\Phi\left(\frac{x_2 - 60}{12}\right) = 1 - \frac{4}{61} = 0,9344, \quad \frac{x_2 - 60}{12} = 1,510, \quad x_2 = 72,08,$$

$$\Phi\left(\frac{x_3 - 15}{3}\right) = 1 - \frac{10}{285} = 0,9649, \quad \frac{x_3 - 15}{3} = 1,810, \quad x_3 = 20,43.$$

С учетом ограничений экстремум определяется по производным функции Лагранжа

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = -(7 + 35\lambda) - 108 \left[\Phi\left(\frac{x_1 - 30}{8}\right) - 1 \right] = 0, \quad \Phi\left(\frac{x_1 - 30}{8}\right) = 1 - \frac{7 + 35\lambda}{108},$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = -(4 + 20\lambda) - 61 \left[\Phi\left(\frac{x_2 - 60}{12}\right) - 1 \right] = 0, \quad \Phi\left(\frac{x_2 - 60}{12}\right) = 1 - \frac{4 + 20\lambda}{61},$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_3} = -(10 + 50\lambda) - 285 \left[\Phi\left(\frac{x_3 - 15}{3}\right) - 1 \right] = 0, \quad \Phi\left(\frac{x_3 - 15}{3}\right) = 1 - \frac{10 + 50\lambda}{285}.$$

Последовательно увеличивая λ до тех пор, пока не выполнится неравенство $35x_1 + 202x_2 + 285x_3 \geq 3000$, имеем $\lambda_{opt} = 1,52$, $x_1 = 28,8$, $x_2 = 58,0$, $x_3 = 16,55$.

Задача 3.4.1. АО “Панорама” планирует начать производство новых моделей стеклопакетов (поворотное-откидное, поворотное-двойное, поворотное-тройное) с учетом, что объем запланированных расходов на весь выпуск равен 11550 тыс. руб. при следующих условиях производства и реализации, а также статистических характеристиках спроса на продукцию:

Модель	Себестоимость единицы, руб.	Цена за единицу, руб.	Характеристики спроса		Потери π_j , руб.
			μ_j , шт.	σ_j , шт.	
A	7	12	550	50	14
B	12	20	500	38	7
C	14	25	400	35	30

Сформировать программу производства стеклопакетов, если не реализованные до конца года стеклопакеты продаются по цене на 40% ниже себестоимости.

Задача 3.4.2. АО “Промэк” начинает производство трех видов шкафов-купе (2-х секционных, 3-х секционных, 4-х секционных) с учетом, что объем запланированных расходов на весь выпуск равен 30000 тыс. руб. при следующих условиях производства и реализации, а также статистических характеристиках спроса на продукцию:

Модель	Себестоимость единицы, руб.	Цена за единицу, руб.	Характеристики спроса		Потери π_j , руб.
			μ_j , шт.	σ_j , шт.	
A	5	8	2000	10	2,5
B	6,3	10	2000	10	3
C	7,5	12	1000	20	4

Сформировать программу производства, если не реализованная до конца года продукция продается по цене на 30% ниже себестоимости.

Задача 3.4.3. АО “Киркомбинат” с нового года начинает выпуск новых видов кирпичей (кирпич красный, кирпич силикатный, кирпич керамический облицовочный, кирпич керамический с покрытием) с учетом, что объем запланированных расходов на весь выпуск равен 1200 тыс. руб. при следующих условиях производства и реализации, а также статистических характеристиках спроса на продукцию:

Модель	Себестоимость единицы, руб.	Цена за единицу, руб.	Характеристики спроса		Потери π_j , руб.
			μ_j , тыс. шт.	σ_j , тыс. шт.	
A	0.8	1,2	350	20	0,3
B	0,85	1,4	345	15	0,5
C	1,05	1,7	300	12	0,6
D	1,2	2	270	10	0,7

Сформировать программу производства, если не реализованный до конца года кирпич продается по цене на 30% ниже себестоимости.

§5. Функциональные зависимости спроса от дохода

При наличии известной функции плотности распределения вероятности душевого дохода D

$$w(D)$$

и заданной зависимости спроса на продукт от дохода потребителя

$$q(D)$$

можно получить [36] значение среднего рыночного спроса

$$q_{ср.} = \int_0^{\infty} q(D)w(D)dD.$$

Известны следующие функции распределения доходов:

- функция плотности распределения вероятности Парето (для больших доходов)

$$w(x) = \begin{cases} \frac{\alpha}{x^{\alpha+1}}, & x \geq 1 \\ 0, & x < 1 \end{cases},$$

где $x = \frac{D}{D_{min}}$ - нормированное значение душевого дохода.

- функция плотности распределения вероятности *Х.Т. Дейвиса* (для всего диапазона доходов)

$$w(Z) = \frac{\alpha}{Z^{\alpha+1}} \frac{1}{e^{b/Z}}, Z = D - D_{min},$$

где $w(D_{min}) = 0$, D_{min} - так называемая "голодная точка", то есть при доходе ниже D_{min} невозможно выжить. При больших значениях дохода функция Дейвиса переходит в функцию Парето (для ненормированного дохода).

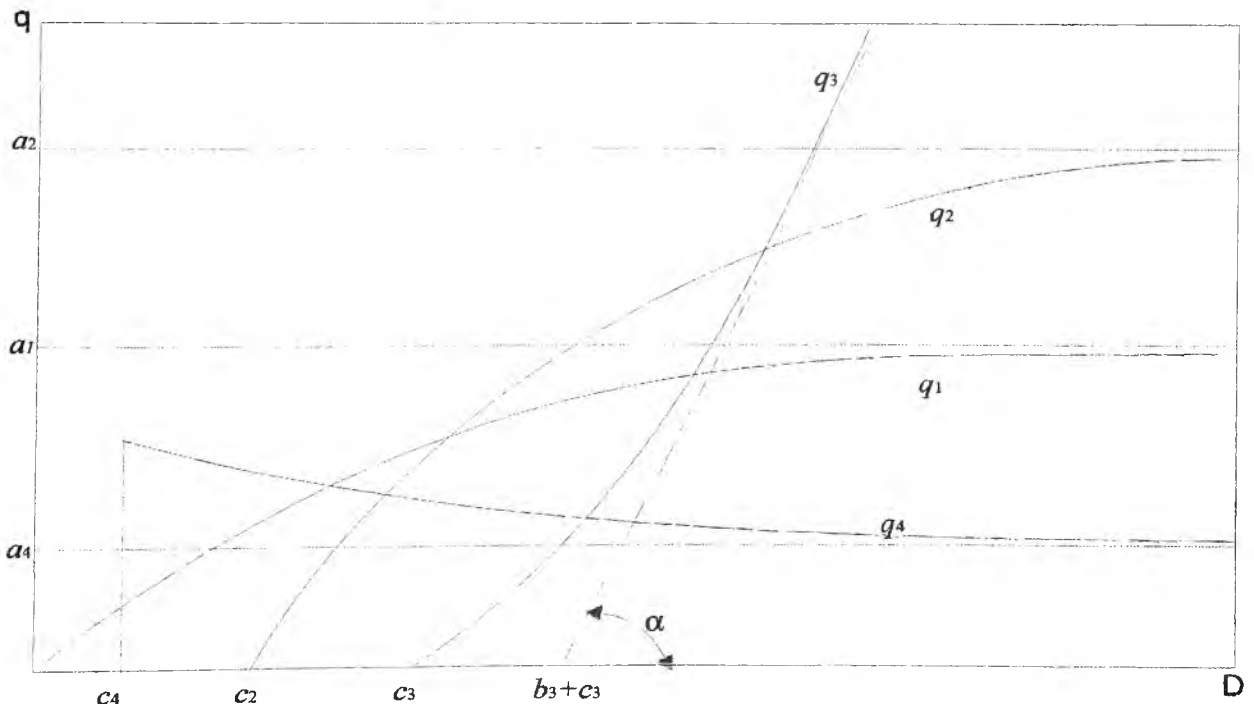


Рис. 3.5. Кривые Тёрнквиста

Основные зависимости спроса от душевого дохода определяются кривыми Тёрнквиста (рис. 3.5):

- спрос на предметы первой необходимости

$$q_1 = a_1 \frac{D}{D + b_1}, a_1 > 0, b_1 > 0,$$

- спрос на предметы относительной роскоши

$$q_2 = a_2 \frac{D - c_2}{D + b_2}, a_2 > 0, c_2 > 0, b_2 > -c_2,$$

- спрос на предметы роскоши

$$q_3 = a_3 D \frac{D - c_3}{D + b_3}, a_3 > 0, c_3 > 0, b_3 > -c_3, \alpha = \arctg a_3,$$

- спрос на малоценные товары

$$q_4 = a_4 \frac{D - c_4}{D - b_4}, a_4 > 0, D > b_4 > c_4.$$

Функция распределения спроса на основе закона Парето

Для функции плотности распределения вероятности Парето (для больших доходов)

$$w(x) = \begin{cases} \frac{\alpha}{x^{\alpha+1}}, x \geq 1 \\ 0, x < 1 \end{cases}$$

математическое ожидание определено при $\alpha > 1$

$$\mu_x = \int_{-\infty}^{\infty} x w(x) dx = \int_1^{\infty} x \frac{\alpha}{x^{\alpha+1}} dx = \frac{\alpha x^{-\alpha+1}}{-\alpha+1} \Big|_1^{\infty} = \frac{\alpha}{\alpha-1},$$

откуда параметр

$$\alpha = \frac{\mu_x}{\mu_x - 1}.$$

Математическое ожидание нормированного душевого дохода равно

$$\mu_x = M\left(\frac{D}{D_{min}}\right) = \frac{M(D)}{D_{min}} = \frac{D_{ср.}}{D_{min}}.$$

Спрос на дорогостоящие товары в соответствии с кривыми Тёрнквиста определяет по степенному закону

$$q_{ср.} = a(D_{ср.})^\varepsilon,$$

где ε близко к единице, то есть $\varepsilon = 1 + \xi, \xi \ll 1$. Поэтому приближенно принимает среднее душевое потребление (спрос) в виде

$$q_{ср.} = a D_{ср.}.$$

Поскольку $x = \frac{D}{D_{min}}$, то, с учетом (1)

$$x = \frac{D}{D_{ср.} / \mu_x} = \frac{D}{D_{ср.}} \mu_x.$$

Считая, что спрос пропорционален доходу

$$\frac{D}{D_{ср.}} = \frac{q}{q_{ср.}},$$

вводим новую переменную относительного спроса

$$y = \frac{q}{q_{ср.}},$$

после чего производится замена переменной

$$x = y\mu_x$$

в законе Парето согласно правилу

$$w(y) = w[\varphi(y)] \frac{d\varphi(y)}{dy},$$

где $\varphi(y) = \mu_x y$ - обратная у функция, $\frac{d\varphi(y)}{dy} = \mu_x$. В соответствии с этим

$$w(y) = \begin{cases} \frac{\alpha}{\mu_x^\alpha y^{\alpha+1}}, & y \geq 1 \\ 0, & y < 1 \end{cases}.$$

Для данной функции плотности вычисляется вероятность того, что аргумент больше значения k

$$\Phi(k) = \int_k^\infty w(y) dy = \int_k^\infty \frac{\alpha}{\mu_x^\alpha y^{\alpha+1}} dx = \frac{\alpha}{\mu_x^\alpha} \frac{y^{-\alpha-1+1}}{-\alpha-1+1} \Big|_k^\infty = \frac{1}{(k\mu_x)^\alpha},$$

которая показывает вероятность превышения среднего значения спроса в k раз (или долю населения, приобретающего в k раз больше среднего объема покупок данного товара).

§6. Планирование ассортимента при известной зависимости спроса от дохода

Предполагается, что фирма планирует начать производство трех новых моделей, причем на производство единицы изделия каждого вида расходуется ресурс стоимостью c_j , а цена реализации единицы равна p_j . Спрос на модели q_j пропорционален душевому доходу. Минимальный душевой доход составляет D_{min} , средний доход $D_{ср.}$. По каждой модели известен средний спрос за период $q_{jср.}$, определенный по ряду фирм. Если фирма не удовлетворит спрос, то потери прибыли в расчете на одно изделие составят π_j . Продукция, не реализованная до конца года, продается за β_j (доля единицы) от себестоимости. Объем запланированных расходов на освоение нового производства равен K . Необходимо спланировать программу производства из условия максимизации прибыли.

Обозначим относительный объем производства

$$\bar{x}_j = \frac{x_j}{q_{jср.}}$$

При $q_j > x_j$ выручка равна

$$V_j = p_j x_j \Phi(\bar{x}_j) = p_j x_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} w(y) dy.$$

При $q_j \leq x_j$ выручка равна

$$V_j = p_j \int_{-\infty}^{\bar{x}_j} q_j w(y) dy = \int_l^{\bar{x}_j} q_j w(y) dy.$$

Определяется вероятная прибыль от реализации продукции j-го вида

$$P_j = p_j x_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} w(y) dy + p_j \int_l^{\bar{x}_j} q_j w(y) dy - c_j x_j - \pi_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy + \beta_j c_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (x_j - q_j) w(y) dy.$$

Данное выражение можно преобразовать, учитывая, что

$$\int_l^{\bar{x}_j} q_j w(y) dy = \int_{-\infty}^{\infty} q_j w(y) dy - \int_{\bar{x}_j}^{\infty} q_j w(y) dy = \mu_{qyj} - \int_{\bar{x}_j}^{\infty} q_j w(y) dy,$$

$$\int_l^{\bar{x}_j} (x_j - q_j) w(y) dy = \int_{-\infty}^{\infty} (x_j - q_j) w(y) dy - \int_{x_j}^{\infty} (x_j - q_j) w(y) dy = x_j - \mu_{qyj} + \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy,$$

где

$$\mu_{qyj} = \int_{-\infty}^{\infty} q_j w(y) dy = \frac{l}{q_{jcp}} \int_l^{\infty} q_j \frac{\alpha}{\mu_x^\alpha \left(\frac{q_j}{q_{jcp}} \right)^{\alpha+1}} dq = \frac{\alpha (q_{jcp})^\alpha}{\mu_x^\alpha} \int_l^{\infty} \frac{l}{(q_j)^\alpha} dq = \frac{\alpha (q_{jcp})^\alpha}{\mu_x^\alpha (\alpha - 1)}.$$

Поэтому вероятная прибыль равна

$$\begin{aligned} P_j &= p_j x_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} w(y) dy + p_j \left(\mu_{qyj} - \int_{\bar{x}_j}^{\infty} q_j w(y) dy \right) - c_j x_j - \pi_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy + \\ &+ \beta_j c_j \left(x_j - \mu_{qyj} + \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy \right) = \mu_{qyj} (p_j - \beta_j c_j) + (\beta_j - 1) c_j x_j - p_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy - \\ &- \pi_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy + \beta_j c_j \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy \end{aligned}$$

Следовательно

$$P_j = \mu_{qyj} (p_j - \beta_j c_j) + (\beta_j - 1) c_j x_j - (p_j + \pi_j - \beta_j c_j) \int_{\bar{x}_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy.$$

Таким образом, задача нелинейного программирования формулируется следующим образом:

$$P = \sum_l^J P_j \rightarrow \max,$$

$$\sum_l^J c_j x_j \leq K.$$

Вначале определяется экстремум прибыли без учета ограничений из условий

$$\frac{\partial P}{\partial x_j} = 0, j = 1, \dots, J.$$

При вычислении производных следует учесть, что производная интеграла по пределу равна

$$\frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy = \frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} q_j w(y) dy - \frac{d}{dx_j} x_j \int_{x_j}^{\infty} w(y) dy. \quad (*)$$

Поскольку известна формула производной интеграла по параметру:

$$\frac{d}{dx} \int_{\alpha(x)}^{\gamma(x)} f(q, x) dq = \int_{\alpha(x)}^{\gamma(x)} \frac{\partial f(q, x)}{\partial x} dq + \gamma'_x(x) f(\gamma(x), x) - \alpha'_x(x) f(\alpha(x), x),$$

то производная первого интеграла в выражении (*) равна

$$\frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} q_j w(y) dy = \frac{d}{dx_j} q_{jcp.} \int_{x_j}^{\infty} \frac{q_j}{q_{jcp.}} w\left(\frac{q_j}{q_{jcp.}}\right) \frac{dq_j}{q_{jcp.}} = -\bar{x}_j w(\bar{x}_j)$$

(так как $\frac{\partial f(q, x)}{\partial x} = 0, \gamma'_x(x) = 0, \alpha'_x(x) = \frac{1}{q_{jcp.}}, f(\alpha) = \bar{x}_j w(\bar{x}_j)$),

а производная второго интеграла в (*) как производная произведения равна

$$\frac{d}{dx_j} x_j \int_{x_j}^{\infty} w(y) dy = \frac{dx_j}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} w(y) dy + x_j \frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} w(y) dy =$$

$$\int_{x_j}^{\infty} w(y) dy - x_j \left(-\frac{1}{q_{jcp.}} w(\bar{x}_j) \right) = \int_{x_j}^{\infty} w(y) dy + \bar{x}_j w(\bar{x}_j)$$

Таким образом

$$\frac{d}{dx_j} \int_{x_j}^{\infty} (q_j - x_j) w(y) dy = - \int_{x_j}^{\infty} w(y) dy = -\Phi(\bar{x}_j) = -\frac{l}{(\bar{x}_j \mu_x)^\alpha}.$$

Необходимые условия экстремума прибыли без учета ограничений имеют вид

$$\frac{\partial P}{\partial x_j} = (\beta_j - 1)c_j + (p_j + \pi_j - \beta_j c_j) \frac{l}{(\bar{x}_j \mu_x)^\alpha} = 0, j = 1, \dots, J.$$

Для учета ограничения на общий объем затрат составляется функция Лагранжа

$$L(x, \lambda) = \sum_1^J P_j + \lambda (K - \sum_1^J c_j x_j)$$

и экстремум определяется равенством нулю ее производных

$$\frac{\partial L}{\partial x_j} = (\beta_j - 1)c_j + (p_j + \pi_j - \beta_j c_j) \frac{l}{(\bar{x}_j \mu_x)^\alpha} - \lambda c_j = 0, j = 1, \dots, J.$$

Пример 3.6.1. Объем затрат на выпуск новой продукции равен 1000 руб., минимальный месячный душевой доход составляет 800 руб., средний доход равен 1200 руб. Сформировать производственную программу выпуска нового изделия трех моделей, если известны условия производства и реализации, а также среднемесячное значение спроса на аналогичную продукцию:

Модель	Себестоимость единицы, руб.	Цена за единицу, руб.	Потери π_j , руб.	Скидка β_j .	Среднемесячный спрос, единиц
1	2	4	1	0,2	60
2	3	6	2	0,1	100
3	5	10	3	0,4	200

Решение. Математическое ожидание нормированного дохода равно

$$\mu_x = \frac{D_{cp.}}{D_{min}} = \frac{1200}{800} = 1,5,$$

а параметр распределения Парето

$$\alpha = \frac{\mu_x}{\mu_x - 1} = \frac{1,5}{1,5 - 1} = 3.$$

Согласно необходимым условиям экстремума

$$(\bar{x}_j)^\alpha = \frac{p_j + \pi_j - \beta_j c_j}{(1 - \beta_j) c_j (\mu_x)^\alpha}, j = 1, 2, 3.$$

Поэтому

$$(\bar{x}_1)^3 = \frac{4 + 1 - 0,2 * 2}{(1 - 0,2) 2 (1,5)^3} = 0,852, \quad \bar{x}_1 = 0,948, \quad x_1 = \bar{x}_1 q_{1cp.} = 0,948 * 60 = 56,88,$$

$$(\bar{x}_2)^3 = \frac{6 + 2 - 0,1 * 3}{(1 - 0,1) 3 (1,5)^3} = 0,845, \quad \bar{x}_2 = 0,945, \quad x_2 = \bar{x}_2 q_{2cp.} = 0,945 * 100 = 94,5,$$

$$(\bar{x}_3)^3 = \frac{10 + 3 - 0,4 * 5}{(1 - 0,4) 5 (1,5)^3} = 1,086, \quad \bar{x}_3 = 1,028, \quad x_3 = \bar{x}_3 q_{3cp.} = 1,028 * 200 = 205,6.$$

С учётом ограничений

$$(\bar{x}_j)^\alpha = \frac{p_j + \pi_j - \beta_j c_j}{[\lambda + (1 - \beta_j)] c_j (\mu_x)^\alpha}, j = 1, 2, 3.$$

Подбор оптимального значения множителя Лагранжа проводится итерационно в следующей таблице:

λ	x_1	x_2	x_3	$2x_1 + 3x_2 + 5x_3$
0,5	48,4	85,9	168,0	1194,5
1,0	43,4	73,3	148,0	1047,9
1,2	41,9	71,2	142,5	1009,9
1,25	41,5	70,7	141,0	1000,1

Задача 3.6.1. АО "Панорама" планирует начать производство новых моделей стеклопакетов (поворотное-откидное, поворотное-двойное, поворотное-тройное), причем объем расходов на весь выпуск равен 11550 тыс. руб., не реализованные до конца года стеклопакеты продаются со скидкой и спрос на модели пропорционален душевому доходу при минимальном доходе 1000 руб. и среднем доходе 2000 руб. Сформировать производственную

программу выпуска нового изделия трех моделей, если известны условия производства и реализации, а также среднемесячное значение спроса на аналогичную продукцию:

Модель	Себестоимость шт., тыс. руб.	Цена за шт., тыс. руб.	Потери π_j , тыс. руб.	Скидка β_j .	Среднемесячный спрос, единиц
A	7	12	6	0,3	40
B	12	20	8	0,2	70
C	14	25	35	0,1	100

Задача 3.6.2. АО “Промэк” начинает производство трех видов шкафов-купе (2-х секционных, 3-х секционных, 4-х секционных), причем объем расходов на весь выпуск равен 30000 тыс. руб., не реализованные до конца года шкафов-купе продаются со скидкой и спрос на модели пропорционален душевому доходу при минимальном доходе 300 руб. и среднем доходе 1100 руб. Сформировать производственную программу выпуска нового изделия трех моделей, если известны условия производства и реализации, а также среднемесячное значение спроса на аналогичную продукцию:

Модель	Себестоимость шт., тыс. руб.	Цена за шт., тыс. руб.	Потери π_j , тыс. руб.	Скидка β_j .	Среднемесячный спрос, единиц
A	5	8	2,5	0,3	2000
B	6,3	10	3	0,8	2000
C	7,5	12	4	0,5	1000

Задача 3.6.3. АО “Киркомбинат” с нового года начинает выпуск новых видов кирпичей (кирпич красный, кирпич силикатный, кирпич керамический облицовочный, кирпич керамический с покрытием), причем объем расходов на весь выпуск равен 1200 тыс. руб., не реализованная до конца года продукция продается со скидкой и спрос на модели пропорционален душевому доходу при минимальном доходе 100 руб. и среднем доходе 1100 руб. Сформировать производственную программу выпуска нового изделия трех моделей, если известны условия производства и реализации, а также среднемесячное значение спроса на аналогичную продукцию:

Модель	Себестоимость шт., руб.	Цена за шт., руб.	Потери π_j , руб.	Скидка β_j .	Среднемесячный спрос, тыс. шт.
A	0,80	1,2	0,3	0,3	350
B	0,85	1,4	0,5	0,2	345
C	1,05	1,7	0,6	0,1	300
D	1,20	2,0	0,7	0,1	270

ТЕМА 4. ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИКИ ЦЕН НА ИННОВАЦИОННУЮ ПРОДУКЦИЮ

§1. Ценообразование и фактор спроса

Цены на новую продукцию устанавливаются с учетом следующих факторов [37]:

- тип рынка сбыта продукции (совершенная конкуренция, монополистическая или олигополистическая конкуренция, монополия) - в сфере инновационной продукции действуют закономерности олигополии или совершенной монополии, когда продавец может существенно влиять на цены;
- стратегическое направление фирмы
 - ◆ стратегия освоения ("захвата") рынка обуславливает временное снижение цены;
 - ◆ стратегия максимизации прибыли, как правило, приводит к установлению максимальной цены, однако для обеспечения наибольшей прибыли может оказаться целесообразней снизить цену для увеличения объема продаж с учетом *эластичности спроса*; на рис. 4.1 показаны кривые спроса, для которых $E_2 > E_1$, поэтому для прироста выручки вследствие снижения цены с p_1 до p'_1 выполняется условие $V_2 > V_1$;
 - ◆ стратегия достижения лидирующего положения на рынке за счет качества продукции - цена должна возмещать затраты на обеспечение качества;
- соотношение уровней предложения и спроса - приводит к установлению цены равновесия; однако для инновационной продукции цена равновесия, как правило, достигается уже после перехода изделия в "*постинновационную стадию*" жизненного цикла; в начальный период освоения цена на новый продукт не равна цене равновесия;
- изменение цен на дополнительные товары и субституты - может привести к изменению цены равновесия с учетом *перекрестной эластичности*;
- величина издержек на производство и реализацию продукции, исходя из покрытия которых устанавливается нижний предел цены;
- уровень плановой рентабельности исходя из плановой прибыли, которая должна покрывать затраты на уплату налогов и других обязательных платежей из прибыли (проценты по займам и по кредитам на капиталовложения, формирование фондов потребления и социальной сферы);
- окупаемость риска затрат на реализацию инновационного проекта.

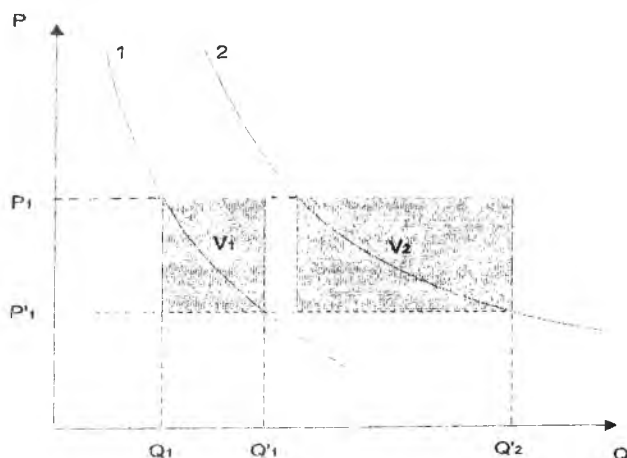


Рис. 4.1. Влияние эластичности спроса на изменение выручки

Пределы цены и оценка рентабельности затрат

При проведении политики "освоения новых рынков сбыта" на новую продукцию можно устанавливать пониженную цену. Нижним пределом цены называется такой минимальный уровень цены, при котором могут быть покрыты издержки производства. Различают два предела цены:

- *краткосрочный предел*, который должен покрывать переменные затраты на единицу изделия $P_{крат.} = c_v$;
- *долгосрочный предел*, который должен соответствовать сумме постоянных и переменных затрат на единицу изделия $P_{долг.} = c_v + C_F / N$.

В соответствии с этими пределами определяются:

- *рентабельность* по долгосрочному пределу цены и характеристикам существующей продукции (обозначены индексами со штрихом) $R = \frac{p'}{c'_v + C_F / N'}$;
- *минимально допустимая цена* на осваиваемую продукцию в краткосрочном периоде $p_{доп.} = R c_v$.

Пример 4.1.1. Определить цену на новую продукцию, если на старом рынке сбыта существующая продукция в количестве 100 шт. реализуется по цене 5 руб. при переменных издержках 2 руб. и сумме постоянных затрат 110 руб., а для новой продукции переменные издержки равны 3 руб., выпуск планируется в объеме 200 единиц.

Решение. Долгосрочный предел цены новой продукции равен $p_{долг.} = 3 + 110 / (100 + 200) = 3,37$ руб., а рентабельность при текущем уровне цены равна $R = \frac{5}{2 + 110 / 100} = 1,61$. Краткосрочный предел цены равен $P_{крат.} = 3$,

поскольку постоянные затраты не возрастают и будут покрыты за счет реализации существующей продукции на старых рынках сбыта; для сохранения прежнего уровня рентабельности на дополнительно выпущенную продукцию следует установить цену $p_{нов.} = 1,61 * 3 = 4,83$ руб.

Учет влияния спроса

Эластичность спроса по цене определяется по формуле

$$E = \frac{\Delta N}{N_0} \frac{p_0}{\Delta p},$$

где $\Delta N = N_1 - N_0$ - увеличение объема реализации, $\Delta p = p_0 - p_1$ - уменьшение цены реализации, p_0, N_0 - цена и объем реализации базовой продукции.

В условиях совершенной конкуренции [5] спрос совершенно эластичен (кривая спроса представляет собой прямую, параллельную оси объема реализации), то есть любое количество товара может быть продано по одной и той же цене. Однако для спроса на новую продукцию ближе ситуация совершенной монополии, когда кривая спроса наклонена к оси объема реализации (рис. 4.1), то есть цена зависит от объема: чем больше произведено продукции, тем меньшей будет возможная цена реализации. В этих условиях эластичность спроса по цене изменяется:

- от $E = 0$ - совершенно неэластичный спрос, кривая спроса является прямой, перпендикулярной оси объема реализации;

- до $E \gg 0$ - эластичный спрос, наклон кривой спроса к оси объема реализации достаточно пологий.

Эластичность спроса по цене определяется следующими факторами:

- чем больше имеется товаров, являющихся с точки зрения покупателя, заменителями данного, тем эластичнее спрос;
- чем выше доля расходов на данный товар в бюджете потребителя, тем выше эластичность спроса;
- эластичность спроса ниже всего у товаров первой необходимости.

Из формулы эластичности следует

$$\Delta N = EN_0 \frac{\Delta p}{p_0}.$$

Однако, несмотря на увеличение валовой выручки, прибыль от реализации при новом объеме выпуска может снизиться.

Получим формулу для вычисления приращения объема производства, при котором валовая прибыль сохранится неизменной:

$$\begin{aligned} P &= V - C = pN - c_v N - C_F = const, \\ p_0 N_0 - c_v N_0 - C_F &= p_1 N_1 - c_v N_1 - C_F, \\ p_0 - c_v &= \frac{p_1 N_1}{N_0} - \frac{c_v N_1}{N_0} = (p_1 - c_v) \frac{N_1}{N_0}, \end{aligned}$$

вычитая с обеих сторон равенства величину $(p_1 - c_v)$, имеем

$$p_0 - c_v - (p_1 - c_v) = \frac{(p_1 - c_v)N_1 - (p_1 - c_v)N_0}{N_0} = \frac{(p_1 - c_v)\Delta N}{N_0}.$$

В этом случае снижение цены, необходимое для увеличения объема реализации, равно

$$\Delta p = p_0 - p_1 = \frac{(p_1 - c_v)\Delta N}{N_0}.$$

Обозначим долю переменных затрат в себестоимости $\beta = c_v N / C$, то есть $C_F = (1 - \beta)C$, $p_{ед} = p_0 - c_v - c_f$ - сумма прибыли на единицу продукции при первоначальном объеме выпуска, c - себестоимость единицы выпуска,

$$\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{\Delta p}{p_1 - c_v} = \frac{\Delta p}{p_0 - \Delta p - c_v} = \frac{\Delta p}{p_{ед} - \Delta p + c_f} = \frac{\Delta p}{p_{ед} - \Delta p + (1 - \beta)c};$$

эластичность спроса при условии неизменности прибыли равна

$$E = \frac{\Delta N}{N_0} \frac{p_0}{\Delta p} = \frac{p_0}{p_{ед} - \Delta p + (1 - \beta)c} \quad \text{или} \quad E = \frac{\Delta N}{N_0} \frac{p_0}{\Delta p} = \frac{\Delta N}{N_0} \frac{p_{ед} + c}{\Delta p}.$$

Прирост объема выпуска при условии неизменности прибыли составит

$$\Delta N = N_0 \frac{\Delta p}{p_{ед} - \Delta p + (1 - \beta)c}.$$

Значение эластичности спроса используется для определения типа рынка, на котором возможно получение прибыли, соответствующей реализации базовой продукции. Коэффициент эластичности спроса влияет на объем реализации новой продукции следующим образом:

- чем больше сумма прибыли на единицу продукции $p_{ед.}$ при первоначальном объеме выпуска, тем менее эластичным может быть спрос;
- чем больше уменьшение цены на новую продукцию относительно цены базовой продукции, тем более эластичным должен быть спрос;
- чем больше доля переменных затрат β в себестоимости, тем более эластичным должен быть спрос.

Пример 4.1.2. По условиям примера 4.1.1 определить, насколько объем реализации новой продукции превысит объем реализации существующей продукции, если установить на нее цену на 1 руб. ниже при эластичности спроса, равной 1,5. Каков должен быть прирост объема реализации новой продукции по сравнению с существующей для сохранения прежнего значения валовой прибыли и каково должно быть значение коэффициента эластичности спроса в этом случае?

Решение. При снижении цены на $\Delta p = 1$ объем реализации увеличится на $\Delta N = 1,5 * 100 \frac{1}{5} = 30$. Однако, несмотря на увеличение валовой выручки, прибыль от реализации новой продукции снизится, как это следует из таблицы (вариант 1):

Показатель	Базовый вариант	Вариант 1	Вариант 2
Объем продукции	100	130	150
Цена	5	4	4
Переменные затраты на единицу	2	2	2
Сумма постоянных затрат	110	110	110
Постоянные затраты на единицу	1,1	0,85	0,73
Себестоимость единицы	3,1	2,85	2,73
Доля переменных затрат	0,65	0,65	0,65
Себестоимость выпуска	310	370	410
Выручка	500	520	600
Прибыль	190	150	190
Прибыль на единицу выпуска	1,90	1,53	1,27

Поскольку для базового варианта $\beta = 0,65$, $p_{ед.} = 1,9$, то при условии неизменности прибыли (вариант 2) приращение объема выпуска продукции должно составить:

$$\Delta N = 100 \frac{1}{1,9 - 1 + (1 - 0,65)3,1} \cong 50, \text{ а соответствующее этому приращению значение}$$

$$\text{эластичности равно } E = \frac{\Delta N}{N_0} \frac{p_{ед.} + c}{\Delta p} = \frac{50}{100} \frac{1,9 + 3,1}{1} = 2,5.$$

Задача 4.1.1. АО “Промэк”, занимающееся производством шкафов-купе, имеет объем выпуска 5 тыс. единиц в год при цене 8 тыс. руб., переменных затратах на единицу продукции 5 тыс. руб. и постоянных затратах 800 тыс. руб. в год. Определить цену на новую продукцию, планируемую к выпуску в следующем году в объеме 6 тыс. единиц, если переменные затраты на единицу продукции 3 тыс. руб., постоянные затраты остаются на прежнем уровне.

Задача 4.1.2. АО “АвтоВАЗ” в 1999 году выпустило 10 тыс. автомобилей ВАЗ-21111 по цене 130 тыс. руб. при переменных затратах на единицу 55 тыс. руб. и постоянных затратах 100 млн. руб. в год. Определить цену на новую продукцию, планируемую к выпуску в 2000 году в объеме 2 тыс. единиц, если переменные затраты на единицу продукции 60 тыс., постоянные затраты остаются на прежнем уровне.

Задача 4.1.3. Определить цену на новую продукцию, планируемую к выпуску в следующем году в количестве 30 тыс. штук, если в текущем году объем выпуска кирпичей 100 тыс. шт., цена за 1 шт. - 2 руб. при переменных затратах 0,8 руб. на единицу продукции и постоянных затратах 800 тыс. руб. На новую продукцию переменные затраты на единицу продукции составят 1 руб., постоянные затраты остаются на прежнем уровне.

Задача 4.1.4. По условиям задачи 4.1.1 определить, насколько объем реализации новой продукции превысит объем реализации существующей продукции, если установить на нее цену на 2 тыс. руб. ниже при эластичности спроса, равной 1,8. Каков должен быть прирост объема реализации новой продукции по сравнению с существующей для сохранения прежнего значения валовой прибыли и каково должно быть значение коэффициента эластичности спроса в этом случае?

Задача 4.1.5. По условиям задачи 4.1.2 определить, насколько объем реализации новой продукции превысит объем реализации существующей продукции, если установить на нее цену на 4 тыс. руб. ниже при эластичности спроса, равной 1,2. Каков должен быть прирост объема реализации новой продукции по сравнению с существующей для сохранения прежнего значения валовой прибыли и каково должно быть значение коэффициента эластичности спроса в этом случае?

Задача 4.1.6. По условиям задачи 4.1.3 определить, насколько объем реализации новой продукции превысит объем реализации существующей продукции, если установить на нее цену на 50 коп. ниже при эластичности спроса, равной 2. Каков должен быть прирост объема реализации новой продукции по сравнению с существующей для сохранения прежнего значения валовой прибыли и каково должно быть значение коэффициента эластичности спроса в этом случае?

§2. Экспертные способы оценки инновационной продукции

В работе [28] рассматриваются следующие способы оценки новых видов продукции:

1. Способ рыночных сравнений. Предусматривает оценку нового изделия по цене аналога, для чего вводится интегральный показатель оцениваемого объекта и аналога, вычисляемый путем агрегирования отдельных технических параметров объектов с учетом коэффициентов важности

$$\pi = \prod_{j=1}^J (a_j)^{e_j},$$

где $a_j = \pi(o)_j / \pi(a)_j$, если j -й параметр должен максимизироваться, $a_j = \pi(a)_j / \pi(o)_j$ - если j -й параметр должен минимизироваться, $\pi(o)_j, \pi(a)_j$ - значения j -го параметра оцениваемого объекта и аналога, e_j - весовые коэффициенты, которые могут определяться экспертно или по данным многофакторной модели (содержащей J уравнений для определения искомых коэффициентов e_j)

$$p_i = p_0 \prod_{j=1}^J (a_{ij})^{e_j}, \quad i = 1, 2, \dots, J,$$

где p_i - цена i -го вида продукции, аналогичной оцениваемому объекту, p_0 - цена некоторого базового вида аналогичной продукции.

Показатель π показывает, во сколько раз объект лучше ($\pi > 1$) или хуже ($\pi < 1$) аналога. В качестве аналога, используемого для оценки, принимается объект, для которого показатель π наиболее близок к единице.

Оценочная стоимость определяется по формуле

$$P_o = P_a \pi I_p,$$

где P_a - рыночная цена выбранного аналога, I_p - индекс изменения цен за период между датой оценки и датой определения рыночной цены аналога.

1а. Способ цены последующей реализации. В соответствии с п. 10 ст. 40 Налогового кодекса РФ при отсутствии на соответствующем рынке идентичных (однородных) товаров рыночная цена может определяться как разность цены, по которой такие товары реализованы покупателем этих товаров при последующей их реализации (перепродаже), и обычных в подобных случаях затрат, понесенных покупателем

$$P_o = P_o^{\Pi} - C^{\Pi},$$

где P_o^{Π} - цена последующей реализации, C^{Π} - затраты на последующую реализацию.

Способ цены последующей реализации является апостериорным, вследствие чего не может использоваться для планирования цены.

2. Затратные способы оценки.

По ресурсно-технологической модели оценочная стоимость равна

$$P_o = \sum_i n_i c_i + C + P,$$

где n_i, c_i - количество комплектующих узлов i -го типа и рыночная стоимость одного узла i -го типа, C - стоимость сборки и прочих затрат, P - обычная для данной отрасли прибыль. Этот способ соответствует затратному способу, который рекомендуется в п. 10 ст. 40 Налогового кодекса РФ при невозможности применить способ цены последующей реализации.

По нормативно-параметрической модели оценочная стоимость равна

$$P_o = P_o^{y0} Qk,$$

где P_o^{y0} - удельная (в расчете на единицу производительности или мощности) стоимость базового изделия, Q - мощность или производительность оцениваемого изделия, k - коэффициент, характеризующий зависимость цены изделия от значений его параметров, равный произведению частных коэффициентов, учитывающих влияние параметра на цену. Если частные коэффициенты не известны, они определяются по многофакторной модели.

По индексному способу оценочная стоимость равна

$$P_o = P_6 I_p,$$

где P_6 - стоимость базового образца-аналога (например, его полная восстановительная стоимость на дату последней переоценки), I_p - индекс роста цен (цепочка индексов) за период между датой определения цены объекта и датой последней переоценки аналога.

3. Способ капитализации дохода. Метод позволяет определить максимальную стоимость объекта.

По модели простой (статической) капитализации оценочная стоимость равна

$$P_o = D_e / r - K,$$

где D_e - среднегодовой чистый доход потребителя от владения имуществом, равный разности прогнозируемых доходов (выручки от реализации продукции, доходов от лизинга, амортизации, доходов от продажи имущества) и прогнозируемых расходов

(производственных затрат, затрат на ремонт, расходов на обслуживание лизинга, налога на имущество), r - требуемая ставка капитализации, K - сумма капиталовложений потребителя в улучшение имущества.

Модель выражает тот факт, что стоимость имущества должна быть такой, чтобы чистый доход от владения им окупил соответствующие инвестиции за срок окупаемости $T_{ок.} = 1 / r$, поскольку при этом

$$(p_0 + K) / D_e = 1 / r.$$

По модели динамической капитализации дохода оценочная стоимость равна

$$p_0 = \sum_{t=1}^T [D_t^e - K_t] / (1+r)^{t-1},$$

где T - срок использования изделия потребителем.

Метод капитализации дохода позволяет провести ориентировочную оценку имущества, поскольку в расчетах используются прогнозируемые для перспективного потребителя доходы, расходы и ставка капитализации.

Пример 4.2.1. Определить цену объекта при цене аналога 1000 руб., индексе цен 1,4 и следующих значениях качественных параметров объекта и аналога:

Параметр	Объект	Аналог	Весовой коэффициент
Количество операций в мин.	3000	2800	0,5
Время работы до отказа, месяцев	12	18	0,3
Эксплуатационные расходы за месяц, руб.	800	1000	0,2

Решение. Соотношения качественных параметров вычислены в таблице

Параметр	Направление оптимальности	a_j
Количество операций в мин.	<i>max</i>	1,071
Время работы до отказа, месяцев	<i>max</i>	0,667
Эксплуатационные расходы за месяц, руб.	<i>min</i>	1,25

Интегральный параметр равен

$$\pi = 1,071^{0,5} 0,667^{0,3} 1,25^{0,2} = 0,958$$

Оценочная стоимость составляет

$$p_0 = p_a \pi I_p = 1000 * 0,958 * 1,4 = 1342 \text{ руб.}$$

Задача 4.2.1. Определить цену планируемой к производству модели VOLVO 960, если цена на модель VOLVO 940 составляет 952,5 тыс. руб., индекс изменения цен равен 1,8 при следующих характеристиках:

Параметры	VOLVO 960	VOLVO 940	Весовые коэффициенты
Потребление топлива, литров	15	11	0,1
Рабочий объем двигателя, куб. см	3000	2316	0,2
Мощность (л.с.)	204	135	0,4
Максимальная скорость, км/ч	210	190	0,3

Задача 4.2.2. Определить цену на модель газовой плиты "Гефест 1457-Э", планируемой к выпуску АО "Брестгазоаппарат", если цена на модель "Гефест 1457" составляет 2,99 тыс. руб., индекс изменения цен равен 1,3 при следующих показателях:

Параметры	1457-Э	1457	Весовые коэффициенты
Габаритные размеры, см×см	82×82	84×84	0,25
Срок службы, лет	18	15	0,25
Гарантийный срок эксплуатации, лет	3	2	0,1
Максимальная температура, °C	290	275	0,4

Задача 4.2.3. Определить цену объекта при цене аналога 1500 руб., индексе цен 2 и следующих значениях качественных параметров объекта и аналога:

Параметр	Объект	Аналог
Температура достижимого нагрева, °C	1800	1200
Потребляемая мощность, Вт	5	4
Выработка, ед. /час	600	500

а по другим представителям-аналогам имеются следующие данные:

№ ана- лога	Параметры			Цена, руб.
	Температура	Мощность	Выработка	
1	1300	3	400	5000
2	1400	4	200	3000
3	1500	5	450	5300
4	1700	5	400	6000

Задача 4.2.4. Определить цену планируемой к производству модели VOLVO 960, если цена на модель VOLVO 940 составляет 952,5 тыс. руб., индекс изменения цен равен 3 при качественных характеристиках, соответствующих задаче 4.2.1, а весовые коэффициенты определить по данным аналогичных моделей VOLVO:

№ аналога	Потребление топлива, литров	Объем двигателя, см ³	Мощность (л.с.)	Максимальная скорость, км/ч	Цена, тыс. руб.
1	11	2300	130	250	547,125
2	16	2400	122	250	679,275
3	11	2316	135	190	977,175
4	11	2300	130	190	1018,75
5	11	2300	135	190	800,000

§3. Конкурентоспособность цены инновационного продукта

Конкурентоспособность - это свойство объекта удовлетворять потребность по сравнению с аналогичными объектами, представленными на данном рынке. Конкурентоспособность - относительная величина. В основе оценки конкурентоспособности лежит маркетинговое исследование потребности в данном объекте (товаре) на рынке. Потребителя интересует не материалоемкость, трудоемкость, технологичность изготовления объекта, а набор технических параметров потребности

$$\pi^{\Pi} = (\pi_1^{\Pi}, \pi_2^{\Pi}, \dots, \pi_n^{\Pi})$$

и соответствие их с техническими параметрами предлагаемого продавцом товара

$$\pi^T = (\pi_1^T, \pi_2^T, \dots, \pi_n^T).$$

Поэтому цена товара есть функция соотношения векторов параметров потребности и товара

$$p = f\left(\frac{\pi^T}{\pi^{\Pi}}\right)$$

а основным принципом ценообразования является равенство соотношения цен конкурирующих товаров (p_1, p_2) соотношению их конкурентоспособностей (K_1, K_2)

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{K_1}{K_2}.$$

Для получения количественной оценки конкурентоспособности [25] рассмотрим

- потребительскую предпочтительность объекта относительно i -го конкурента

$$\Pi_{\Pi} = \frac{\pi_o}{\pi_{ik}},$$

- стоимостную предпочтительность, включающую в себя
 - предпочтительность по цене приобретения

$$\Pi_p = \frac{P_{ik}}{P_o},$$

- предпочтительность по эксплуатационным затратам

$$\Pi_z = \frac{Z_{ik}}{Z_o},$$

где P_o, P_{ik} - цены оцениваемого образца и i -го конкурента, Z_o, Z_{ik} - затраты на эксплуатацию оцениваемого образца и i -го конкурента за равные периоды.

Введем мультипликативную модель стоимостной предпочтительности в виде среднегеометрического взвешенного соотношения

$$\Pi_c = \Pi_p^f \Pi_z^w, \quad (*)$$

где f - коэффициент относительной значимости цены образца к суммарным расходам на его приобретение и содержание,

$$f = \frac{p}{p+z} = \frac{l}{\frac{z}{p} + l} = \frac{l}{a_{cp} + l},$$

поскольку $\frac{z}{p} = \frac{\sum_{t=1}^T z_t}{p} \frac{1}{(1+r)^{t-1}}$, то, считая, что эксплуатационные расходы за каждый

год использования одинаковы $z_t = Const = z_{cp}$, и принимая их равными линейному

износу $z_t = \frac{p}{T}$, имеем $\frac{z}{p} = \frac{\sum_{t=1}^T z_{cp} \frac{1}{(1+r)^{t-1}}}{p} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^{t-1}} = a_{cp}$, где a_{cp} - среднее

значение коэффициента дисконтирования за ряд лет, r - ставка дисконта, t - число лет приведения,

w - коэффициент относительной значимости расходов на содержание образца к суммарным расходам на его приобретение и содержание

$$w = \frac{z}{p+z} = 1 - f = \frac{a_{cp}}{a_{cp} + l}.$$

В соответствии с формулой (*) выражение для уровня конкурентоспособности (количественной оценки конкурентоспособности) примет вид:

$$K_o = (\Pi_{\Pi})^{\alpha} (\Pi_c)^{\beta} = (\Pi_{\Pi})^{\alpha} \left((\Pi_p)^f (\Pi_z)^w \right)^{\beta},$$

$$K_o = \left(\frac{\pi_o}{\pi_{ki}} \right)^{\alpha} \left(\frac{P_{ik}}{P_o} \right)^{\beta f} \left(\frac{Z_{ik}}{Z_o} \right)^{\beta w}, \quad (**)$$

α - коэффициент относительной значимости потребительных свойств,

β - коэффициент относительной значимости стоимости,

$$\alpha + \beta = 1,$$

коэффициенты α и β оцениваются экспертным путем, например, при равнозначном отношении потребителя к полезности (потребительной стоимости) и затратам на приобретение, коэффициенты принимаются равными $\alpha = \beta = 0,5$.

Формула (***) дает количественную оценку привлекательности перспективного образца для потребителя по отношению к образцу-конкуренту того же назначения и класса. Уровень конкурентоспособности K_o принимает нулевое значение, если нулю равен хотя бы один из сомножителей, то есть либо цена конкурента равна нулю, либо эксплуатационные затраты потребителя при использовании образца-конкурента равны нулю, либо относительный уровень потребительной стоимости оцениваемого новшества равен нулю. На практике возможен только третий вариант, который может иметь место в том случае, если все потребительские свойства образца оцениваются как неудовлетворительные (оценкой 0).

Из формулы (***) можно получить выражение для верхнего предела цены на перспективный образец (обеспечивающий заданный уровень конкурентоспособности)

$$p_0^{max} = \min p_{ki} \frac{\left(\frac{\pi_0}{\pi_{ki}}\right)^{\alpha/(\beta f)} \left(\frac{z_{ik}}{z_0}\right)^{w/f}}{\left(K_{зад.}\right)^{1/(\beta f)}},$$

где $K_{зад}$ - заданный уровень конкурентоспособности (при $K_{зад} > 1$ цена образца может быть предпочтительнее цен конкурентов, если выполняется относительная предпочтительность по другим компонентам).

Пример 4.3.1. Рассчитать уровень конкурентоспособности образца относительно двух конкурентов при сроке использования 3 года, ставке дисконта 0,1 и равнозначности потребительной стоимости и стоимости. Найти верхний предел цены при заданном уровне конкурентоспособности 1,2.

Показатель	Образец	Конкуренты	
		1	2
Качественный параметр	120	105	100
Цена, руб.	800	900	1000
Эксплуатационные расходы, руб.	2000	1600	1700

Решение. Определим среднее значение коэффициента дисконтирования

$$a_{cp} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^{t-1}} = \frac{1}{T} \frac{\frac{1}{(1+r)^T} - 1}{\frac{1}{1+r} - 1} = \frac{1}{3} \frac{\frac{1}{(1+0,1)^3} - 1}{\frac{1}{1+0,1} - 1} = 0,912,$$

Показатели равны

$$f = \frac{1}{a_{cp} + 1} = \frac{1}{0,912 + 1} = 0,52, \quad w = \frac{a_{cp}}{a_{cp} + 1} = \frac{0,912}{0,912 + 1} = 0,48, \quad \alpha = \beta = 0,5,$$

Уровни конкурентоспособности равны

$$K_{ol} = \left(\frac{\pi_0}{\pi_{k1}}\right)^\alpha \left(\frac{p_0}{p_{k1}}\right)^{\beta f} \left(\frac{z_0}{z_{k1}}\right)^{\beta w} = \left(\frac{120}{105}\right)^{0,5} \left(\frac{900}{800}\right)^{0,5*0,52} \left(\frac{1600}{2000}\right)^{0,5*0,48} = 1,045,$$

$$K_{o2} = \left(\frac{\pi_0}{\pi_{\kappa 2}} \right)^\alpha \left(\frac{P_0}{P_{\kappa 2}} \right)^{\beta f} \left(\frac{z_0}{z_{\kappa 2}} \right)^{\beta w} = \left(\frac{120}{100} \right)^{0,5} \left(\frac{1000}{800} \right)^{0,5*0,52} \left(\frac{1700}{2000} \right)^{0,5*0,48} = 1,116.$$

Таким образом, предлагаемый к освоению образец в 1,045 раза конкурентоспособнее первого аналога и в 1,116 раза - второго.

Определяются пределы цены относительно аналогов

$$P_{01} = P_{\kappa 1} \frac{\left(\frac{\pi_0}{\pi_{\kappa 1}} \right)^{\alpha/(\beta f)} \left(\frac{z_0}{z_{\kappa 1}} \right)^{w/f}}{(K_{\text{зад.}})^{1/(\beta f)}} = 900 \frac{\left(\frac{120}{105} \right)^{0,5/(0,5*0,52)} \left(\frac{1600}{2000} \right)^{0,48/0,52}}{(1,2)^{1/(0,5*0,52)}} = 900 * 0,522 = 470,$$

$$P_{02} = P_{\kappa 2} \frac{\left(\frac{\pi_0}{\pi_{\kappa 2}} \right)^{\alpha/(\beta f)} \left(\frac{z_0}{z_{\kappa 2}} \right)^{w/f}}{(K_{\text{зад.}})^{1/(\beta f)}} = 1000 \frac{\left(\frac{120}{100} \right)^{0,5/(0,5*0,52)} \left(\frac{1700}{2000} \right)^{0,48/0,52}}{(1,2)^{1/(0,5*0,52)}} = 1000 * 0,606 = 606,$$

Таким образом

$$p_0^{\text{max}} = \min\{p_{01}, p_{02}\} = 470 \text{ руб.}$$

Задача 4.3.1. Рассчитать уровень конкурентоспособности образца автомобиля относительно конкурентов: AUDI, BMW, Cadillac, Mercedes-Benz при планируемом сроке использования 10 лет, ставке дисконтирования 0,9 и одинаковых коэффициентах значимости качественных и стоимостных параметров образца при следующих показателях:

Показатели	Образец	AUDI	BMW	Cadillac	Mercedes-Benz
Мощность (л.с.)	250	285	286	260	231
Затраты на обслуживание, тыс. руб.	156	189	190	178	187
Цена, тыс. руб.	2012	2037,5	2050	2225	2200

Найти верхний предел цены при заданном уровне конкурентоспособности 1,5.

Задача 4.3.2. Рассчитать уровень конкурентоспособности образца пылесоса относительно конкурентов: Simens, Bosh, DAEWOO, LG, при планируемом сроке использования 5 лет, ставке дисконтирования 0,3, коэффициенте значимости качественных параметров образца 0,4 и коэффициенте значимости стоимости 0,6 при следующих показателях:

Показатели	Образец	Simens	Bosh	DAEWOO	LG
Цена, тыс. руб.	4,8	5,5	7	3,3	4,3
Затраты на обслуживание, тыс. руб.	9,7	10	12,5	8	9,3
Нормативный срок службы, лет	10	13	15	8	12

Найти верхний предел цены при заданном уровне конкурентоспособности 1,3.

Задача 4.3.3. Рассчитать уровень конкурентоспособности образца аккумулятора относительно конкурентов: Varta, Fiamm, Exide, Varen при планируемом сроке использования 2 года, ставке дисконтирования 0,2, коэффициенте значимости качественных параметров образца 0,3 и коэффициенте значимости стоимости 0,7 при следующих показателях:

Показатели	Образец	Varta	Fiamm	Exide	Varen
Цена, руб.	320	175	285	350	610
Затраты на обслуживание, руб.	75	55	60	88	200
Емкость, мкФ	330	200	290	360	700

Найти верхний предел цены при заданном уровне конкурентоспособности 1,2.

§4. Анализ безубыточности инновационной программы

Анализ безубыточности программы освоения инновационной продукции, то есть совокупности плана ассортимента и ценовой стратегии, основан на исследовании критических значений [21].

Выручка от реализации продукции (без НДС) определяется по формуле (рис. 4.2)

$$V = C_V + C_F + P,$$

где C_V, C_F, P - суммы переменных и постоянных затрат и суммы прибыли соответственно. С другой стороны, выручка равна

$$V = Np,$$

где N - объем выпуска продукции, p - цена реализации (без НДС). Следовательно

$$Np = C_V + C_F + P. \quad (1)$$

Отсюда сумма прибыли равна

$$P = Np - C_V - C_F. \quad (2)$$

Разность выручки и суммы переменных затрат называется *предельной прибылью* (суммой покрытия, маржинальным доходом)

$$P_{np} = V - C_V = N(p - c_v),$$

где c_v - переменные затраты на единицу продукции. Предельное значение прибыли показывает сумму прибыли с единицы продукции при $N \rightarrow \infty$, (то есть $\frac{C_F}{N} \rightarrow 0$).

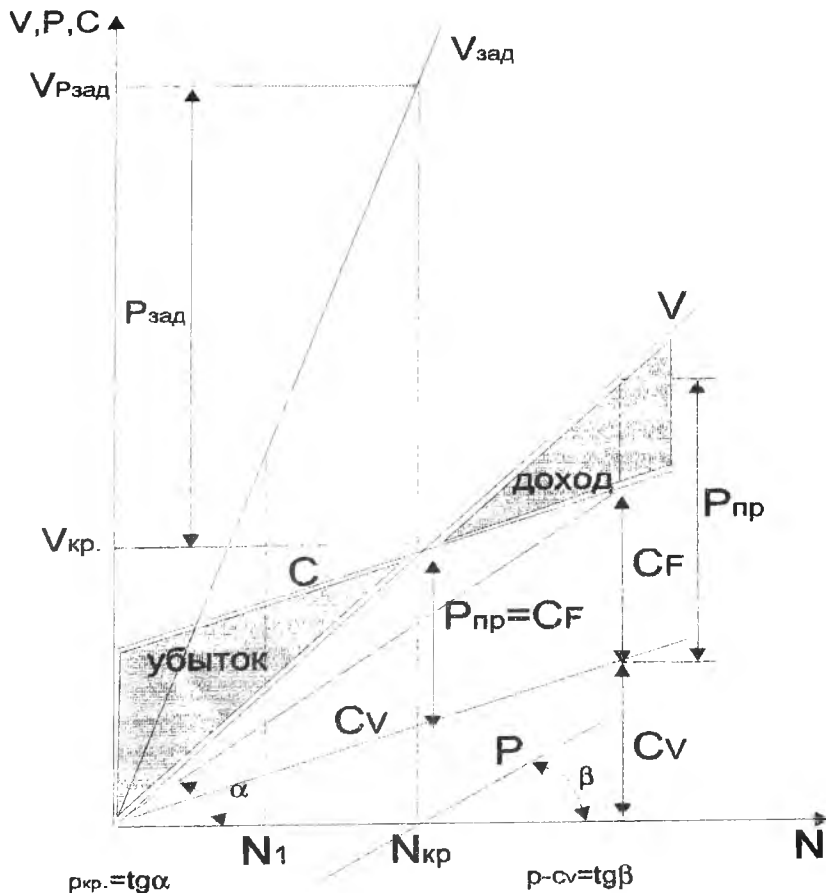


Рис. 4.2. Анализ безубыточности

Критические значения - это значения перечисленных выше показателей, полученные из условия безубыточности, то есть из уравнения (1) при нулевой прибыли $P=0$.

$$P = Np - C_V - C_F = 0.$$

• Критический объем производства равен $N_{кр.} = \frac{C_F}{p - c_v}$, поскольку из условия равенства затрат и выручки вытекает $pN_{кр.} = c_v N_{кр.} + C_F$, то есть $(p - c_v)N_{кр.} = C_F$. При критическом объеме производства предельная прибыль равна постоянным затратам $P_{нр.} = N_{кр.}(p - c_v) = C_F$.

• Критическая цена реализации $p_{кр.} = c_v + C_F / N$.

• Критическая выручка (то есть выручка при цене p и объеме $N_{кр.}$)

$$V_{кр.} = c_v N + C_F = c_v \frac{V_{кр.}}{p} + C_F, \text{ откуда } V_{кр.} = \frac{C_F}{1 - c_v / p} = \frac{C_F}{(p - c_v) / p} = \frac{C_F}{P_{нр.}}, \text{ где}$$

$\bar{P}_{нр.}$ - доля предельной прибыли в выручке. Доля предельной прибыли может быть равна нулю, если ценой покрываются только переменные затраты $\bar{P}_{нр.}^{min} = 0$,

соответствовать критической цене $\bar{P}_{нр.}^{кр.} = \frac{p_{кр.} - c_v}{p_{кр.}} = \frac{C_F}{C} \geq \bar{P}_{нр.}^{min}$, соответствовать

заданной прибыли $\bar{P}_{нр.}^{зад.} = \frac{C_F + P_{зад.}}{C + P_{зад.}}$.

• Значение выручки при заданной прибыли $V_{P_{зад.}} = \frac{C_F + P_{зад.}}{1 - c_v / p}$.

• Значение цены при заданной доле $\bar{p}_{нр.}$: поскольку $p = p_{нр.} + c_v$, то

$$1 = \frac{p_{нр.}}{p} + \frac{c_v}{p} = \frac{\bar{p}_{нр.}}{p} + \frac{c_v}{p}; \text{ следовательно } p = \frac{c_v}{1 - \bar{p}_{нр.}}$$

• Критическое значение постоянных расходов $C_{F_{кр.}} = N(p - c_v) = Np_{нр.}$. Показывает максимально допустимое значение C_F при данных N и p .

• Постоянная затрат $C_F = const$: $C_F = N_0 p_{нр.0} = N_1 p_{нр.1}$, откуда получается выражение для объема реализации, для которого при условии снижения цены

сохраняется прежняя предельная прибыль на единицу продукции: $N_1 = N_0 \frac{p_{нр.0}}{p_{нр.1}}$.

Алгоритм анализа безубыточности

1. Оценка текущего состояния.

1.1. Определение запаса по цене. Если соотношение $p > p_{кр.}$, то имеется запас по снижению цены до $p_{кр.}$ при заданном N .

1.2. Определение запаса по объему реализации. Если $N > N_{кр.}$, то возможно снижать

объем выпуска до $N_{кр.}$.

1.3. Определение запаса по выручке. В условиях "запаса по выручке" $V > V_{кр.}$ имеется возможность снизить цену при увеличении объема или увеличить цену при снижении объема реализации при сохранении неизменной доли предельной прибыли в цене.

1.4. Определение критического значения постоянных расходов. Если $C_{Фкр.} \geq C_F$, то можно увеличивать постоянные затраты до точки безубыточности.

1.5. Потери от недоиспользования мощностей предприятия при плановой мощности $N_{план.}$ равны $\Delta C_F = C_F - C_F \frac{N}{N_{план.}}$.

2. Разработка стратегии.

2.1. Снижение цены до $p_{кр.}$ с целью сохранения неизменной предельной прибыли

должно компенсироваться увеличением объема реализации до $N_1 = N_0 \frac{P_{нр.0}}{P_{нр.кр.}}$;

- снижение цены до уровня, соответствующего плановой мощности, обеспечивает предельную прибыль, равную $P_{нр.} = P_{нр.0} \frac{N_0}{N_{план.}}$.

2.2. Снижение объема реализации до N_1 должно компенсироваться увеличением цены

до $p_1 = p_0 \frac{N_0}{N_1}$.

2.3. Доведение прибыли до значения $P_{зад.}$, то есть обеспечение соответствующего значения выручки $V_{P_{зад.}} = \frac{C_F + P_{зад.}}{(p - c_v) / p}$ путем увеличения объема выпуска до

$N = \frac{V_{P_{зад.}}}{p_0}$ или увеличения цены до $p = \frac{V_{P_{зад.}}}{N_0}$.

3. Оценка стратегии.

Осуществляется по критериям

а) максимума прибыли

$$\max P = \max [N(p - c_v) - C_F];$$

б) минимума потерь

$$\min [\Delta C_F];$$

в) по комплексному критерию

$$\max [P - \Delta C_F].$$

Пример 4.4.1. Объем планируемой к освоению продукции равен 100 единицам, выручка от реализации (без НДС) составляет 500 руб. Плановая загрузка 150 единиц. Сумма прямых затрат составляет 200 руб., сумма косвенных (постоянных) расходов равна 110 руб. Оценить программу производства с точки зрения безубыточности.

Решение. При $N=100$ единиц цена составит $p=5$ руб.. Затраты на производство равны: $c_v = C_V / N = 200 / 100 = 2$ руб., $C_F = 110$ руб.

1.1. Определение запаса по критической цене $p_{кр.} = c_v + C_F / N = 2 + 110 / 100 = 3,1$. Поскольку $p > p_{кр.}$ больше единицы, то имеется возможность снизить цену до $p_{кр.}$ при заданном N .

1.2. Определение $N_{кр.} = \frac{C_F}{p - c_v} = \frac{110}{5 - 2} \cong 37$. Так как $N \geq N_{кр.}$, то имеется возможность снижать N до $N_{кр.}$.

1.3. Определение запаса по выручке $V_{кр.} = \frac{C_F}{(p - c_v) / p} = \frac{110}{(5 - 2) / 5} = \frac{110}{0,6} = 183,33$,
 $\frac{V}{V_{кр.}} = \frac{500}{183,33} = 2,73$. В условиях "запаса по выручке" имеется возможность

варьировать цену и объем реализации при сохранении неизменной доли предельной прибыли в цене $P_{нр.} = \frac{p - c_v}{p} = \frac{5 - 2}{5} = 0,6$.

1.4. Определение критического значение постоянных расходов $C_{Fкр.} = N(p - c_v) = 100(5 - 2) = 300$. Поскольку $C_{Fкр.} \geq C_F$, то можно увеличивать постоянные затраты до точки безубыточности.

1.5. Потери от недоиспользования мощностей предприятия равны

$$\Delta C_F = C_F - C_F \frac{N}{N_{план.}} = 110 - 110 \cdot 100 / 150 = 36,67.$$

2.1. Снижение цены до $p_1 = 4$ с целью сохранения неизменной предельной прибыли должно компенсироваться увеличением объема реализации д

$$N_1 = N_0 \frac{P_{нр.0}}{P_{нр.1}} = 100 \frac{5 - 2}{4 - 2} = 150; \text{ при этом } \Delta C_F = 0.$$

- снижение цены до $p_{кр.}$ вызывает увеличение объема выпуска д

$$N_1 = N_0 \frac{P_{нр.0}}{P_{нр.кр.}} = 100 \frac{5 - 2}{3,1 - 2} = 273, \text{ что нереализуемо при имеющихся мощностях;}$$

- снижение цены до уровня плановой мощности обеспечивает предельную прибыль

$$P_{нр.} = P_{нр.0} \frac{N_0}{N_{план.}} = (5 - 2) \frac{100}{150} = 2, \text{ то есть } p = P_{нр.} + c_v = 2 + 2 = 4.$$

2.2. Снижение объема реализации до $N_1 = 80$ должно компенсироваться увеличением

$$\text{цены до } p_1 = p_0 \frac{N_0}{N_1} = (5 - 2) \frac{100}{80} = 3,75; \text{ при этом } \Delta C_F = 51,33.$$

2.3. Доведение прибыли до значения $P_{зад.} = 250$ руб. может быть обеспечено выручкой

$$V_{P=250.} = \frac{C_F + P_{зад.}}{(p - c_v) / p} = \frac{110 + 250}{(5 - 2) / 5} = 600 \text{ путем увеличения объема выпуска д}$$

$$N = \frac{V_{P=250.}}{p_0} = \frac{600}{5} = 120 \text{ или увеличения цены до } p = \frac{V_{P=250.}}{N_0} = \frac{600}{100} = 6.$$

3. Оценка стратегии.

Вариант стратегии	N, единиц	p, руб.	Критерии		
			$N(p-c_v) - C_F$	ΔC_F	$P - \Delta C_F$
2.1. Снижение цены до $p_1 = 4$	150	4	190	0	190
Снижение цены до $p_{кр.}$	273	3,1	190	<0	-
Снижение цены до $p = p(N_{план.})$	150	4	190	0	190
2.2. Снижение объема реализации до $N_1 = 80$	80	5,75	190	51	139
2.3. Доведение прибыли до $P_{зад.} = 250$ путем увеличения объема выпуска	120	5	250	22	228
путем увеличения цены	100	6	290	37	<u>253</u>

Таким образом, наилучшее значение комплексного критерия $P - \Delta C_F = 253$ руб. соответствует стратегии обеспечения заданной прибыли путем увеличения цены.

Задача 4.4.1. Объем планируемой к освоению продукции равен 20 единицам, цена реализации (без НДС) составляет 480 руб. Плановая загрузка 30 единиц. Сумма прямых затрат составляет 144 руб. на единицу, сумма косвенных (постоянных) расходов равна 3000 руб. Оценить программу производства с точки зрения безубыточности.

Задачи 4.4.2.- 4.4.4. В задачах 4.1.1-4.1.3 оценить программу производства с точки зрения безубыточности, если плановая мощность предприятия равна сумме объема выпуска продукции в отчетном году и объема вновь осваиваемой продукции.

ТЕМА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ

§1. Планирование капитальных затрат

Капитальные вложения (долгосрочные инвестиции) - это совокупность затрат на строительство и реконструкцию зданий и сооружений, техническое перевооружение оборудования, а также на приобретение новых объектов основных средств и нематериальных активов. Следует учесть, что в инвентарную стоимость объектов законченных капитальных вложений согласно нормативным актам по бухгалтерскому учету затрат и налогообложению включаются не все расходы предприятия; часть затрат относится к текущим расходам, а некоторые финансируются за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после уплаты налога на прибыль, как было указано в §6 темы 1. Однако для целей планирования капитальных вложения необходимо учитывать всю сумму расходов на освоение новых производств и видов продукции.

В состав капитальных вложений (K) [22], эффективность которых подлежит оценке, включаются затраты на развитие данного объекта K_o и сопряженные затраты K_c , то есть

$$K = K_o + K_c,$$

причем затраты на данный объект включают в себя прямые капиталовложения K_{np} затраты на пуск, наладку и освоение производства $K_{осв}$ и сопутствующие затраты K_{con} (подготовка кадров, транспортное строительство для доставки сырья и т.п.):

$$K_o = K_{np} + K_{осв} + K_{con}.$$

В свою очередь, в сумму прямых капиталовложений включаются балансовая стоимость основных фондов, необходимых для внедрения $K_{бал}$, изменение расходов средств в смежных производствах при внедрении $K_{см}$, убытки в связи с высвобождением оборудования $K_{уб}$:

$$K_{np} = K_{бал} + K_{см} + K_{уб}.$$

Балансовая стоимость новых основных фондов оценивается суммой следующих затрат

$$K_{бал} = K_{НИОКР} + K_{мод} + K_{стр} + K_{оборуд} + K_{уст},$$

где $K_{НИОКР}$ - затраты на НИОКР; $K_{мод}$ - стоимость модернизации имеющегося оборудования; $K_{стр}$ - стоимость строительства (реконструкции); $K_{оборуд}$ - вложения в оборудование (технологическое, энергетическое, подъемно-транспортное оборудование, средства контроля и управления); $K_{уст}$ - затраты на доставку установку и монтаж оборудования.

Убытки в связи с высвобождением оборудования включают в себя

$$K_{уб} = K_{дем} + K_{ост} - K_{отх} - K_{исп} - K_{выс},$$

где $K_{дем}$ - стоимость демонтажа; $K_{ост}$ - остаточная стоимость оборудования; $K_{отх}$ - стоимость металлолома и других отходов; $K_{исп}$ - стоимость высвобожденного оборудования, используемого на других участках; $K_{выс}$ - стоимость

высвобожденного оборудования за счет увеличения производительности нового оборудования

Сопряженные затраты определяются вложениями поставщиков основных и оборотных средств предприятия.

Планирование капитальных затрат осуществляется на основе смет на капитальное строительство, модернизацию и реконструкцию производства.

Методика планирования капитальных вложений

1. Составляются сметы капитальных затрат по различным вариантам.
2. Определяется лаг L , то есть запаздывание превращения капиталовложений в основные фонды

$$L = (a_1 T + a_2 (T-1) + \dots + a_T \times 1) = \sum_{t=1}^T a_t (T - (t-1)),$$

a_t - доля освоения капиталовложений в t -й год, T - срок освоения. Предполагается, что ввод законченного объекта в эксплуатацию произойдет в $(T+1)$ -й год.

3. Определяется сумма приведенных (дисконтированных) капитальных затрат, которые при технико-экономических расчетах, как правило, приводятся к сроку запланированного окончания освоения, то есть к $(T+1)$ -му году.

$$K_{np.} = \sum_{t=1}^T K_t (1+j)^{T-t}$$

где K_t - сумма капиталовложений в t -й год, j - ставка дисконта (капитализации), обеспечивающая учет текущей доходности финансовых операций (в соответствии со средней ставкой по банковским депозитам j_b) и уровня инфляции (в соответствии с индексом инфляции j_u) $j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1$.

4. Определяются дополнительные капитальные вложения $K_{дон.}$, равные разности удельных капитальных затрат по различным вариантам, приведенным к одному значению выпуска продукции.

$$K_{дон.}^i = (K_i^{уд.} - K_b^{уд.}) N_{план} = \left(\frac{K_i}{N_i} - \frac{K_b}{N_b} \right) N_{план}$$

где K_i, K_b - стоимость капиталовложений по i -му и базовому вариантам, N_i, N_b - объем выпуска продукции по i -му и базовому вариантам, $N_{план}$ - объем выпуска продукции в планируемом периоде.

Если сравниваемые варианты различаются по срокам службы, то следует использовать формулу

$$K_{дон.}^i = \left(K_i^{уд.} - K_b^{уд.} \frac{T_i}{T_b} \right) N_{план} = \left(\frac{K_i}{N_i} - \frac{K_b}{N_b} \frac{T_i}{T_b} \right) N_{план}$$

T_i, T_b - сроки службы результата инновационного проекта по i -му и базовому вариантам. Если $K_{дон.}^i$ отрицательны, то это означает экономию капитальных вложений при реализации i -го варианта по сравнению с базовым.

5. По интегральному показателю, учитывающему приведенные дополнительные капиталовложения и лаг, выбирается наилучший вариант:

$$\min \left(\frac{K_{дон.}^i}{K_{дон.}^{max}} \times \frac{L^i}{L^{max}} \right).$$

Пример 5.1.1. Выбрать вариант капитальных вложений при ставке банковского депозита 60% годовых, уровне инфляции 30% в год, плановом объеме выпуска 1000 единиц и следующих капитальных затратах:

Показатель	Вариант			
	Базовый	1	2	3
Капиталовложения, млн. руб. всего, в т.ч. по годам	1000	1200	2800	700
1-й	1000	200	2000	500
2-й	600	600	400	100
3-й	300	400	400	100
Объем выпуска, единиц	900	1000	1500	1100

Решение. Ставка капитализации равна $j = (0,6 + 1)(0,3 + 1) - 1 = 1,08$. Расчеты проводятся в следующей таблице:

Показатель	Вариант			
	Базовый	1	2	3
Удельный вес капиталовложений, всего в т.ч. по годам	1	1	1	1
1-й	0,1	0,17	0,71	0,71
2-й	0,6	0,5	0,14	0,14
3-й	0,3	0,33	0,15	0,15
Лаг	1,8	1,84	2,55	2,55
Приведенные капиталовложения	1981	2513	9885	2471
Дополнительные капиталовложения	-	312	4389	45
L^i / L^{max}	-	0,72	1	1
$K_{доп.}^i / K_{доп.}^{max}$	-	0,07	1	0,01
Интегральный критерий	-	0,05	1	0,01

В соответствии со значением интегрального критерия наилучшим следует признать третий вариант.

Задача 5.1.1. С учетом данных примера 5.1.1 по базовому варианту (срок службы 5 лет, срок освоения 3 года) выбрать вариант капитальных вложений при ставке банковского депозита 80% годовых, уровне инфляции 40% в год, плановом объеме выпуска 1000 единиц и следующих капитальных затратах:

Показатель	Вариант		
Капиталовложения по годам	1	2	3
1-й	1800	3000	2000
2-й	600	300	1000
3-й	400	300	1000
4-й	200	400	1000
Объем выпуска, единиц	1200	1300	1800
Срок службы, лет	6	7	8

Задача 5.1.2. Варианты капитальных вложений характеризуются следующими показателями:

Показатель за год	Варианты капитальных вложений тыс. руб.		
	базисный	A	B
1	1016	3215	1287
2	1145	-	1286
3	1280	-	1608
4	1400	-	642
5	1589	3215	1608
Объем выпуска, тыс. шт.	1270	1300	1350

Какой вариант наиболее выгоден для предприятия, если ставка банковского депозита 63%, уровень инфляции в расчете на год 20%, плановый объем выпуска 1200 единиц.

Задача 5.1.3. Некто делает вашему предприятию предложение в нескольких вариантах:

Показатель за год	Варианты капитальных вложений, тыс. руб.			
	базис	А	В	С
1	12000	18000	60000	19000
2	15450	21789	-	20000
3	18900	24760	-	21000
Объем выпуска, ед.	600	2900	2000	3000

Какой вариант следует выбрать, если ставка банковского депозита 60%, уровень инфляции в расчете на год 35%, плановый объем выпуска 2000 единиц.

Задача 5.1.4. Частная фирма "Анкор" в результате своей деятельности получила прибыль, часть которой планируется направить на финансирование капитальных вложений производственного назначения. Какой вариант наиболее выгоден для финансирования, если ставка банковского депозита 50%, уровень инфляции в расчете на год 30%, плановый объем выпуска 2500 единиц?

Показатель	Вариант		
	базис	2	3
Капиталовложения по годам			
1-й	30100	75000	40500
2-й	34000	55700	43780
3-й	38900	-	38000
4-й	41300		1000
Объем выпуска, единиц	1500	2800	3000
Срок службы, лет	10	15	20

§2. Планирование текущих затрат на НИОКР

В отличие от капитальных (единовременных) затрат текущие затраты представляют собой себестоимость продукции данного периода.

В соответствии с [32] к научно-технической продукции относятся законченные научно-исследовательские, конструкторские, проектно-конструкторские, технологические, другие инновационные (внедренческие) и научно-технические работы (услуги), опытные образцы или опытные партии изделий (продукции), изготовленные в процессе выполнения НИОКР в соответствии с условиями, предусмотренными в договоре (заказе) и принятые заказчиком.

Себестоимость научно-технической продукции представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе НИОКР природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных средств, трудовых ресурсов, а также других затрат на ее создание и реализацию.

Классификация затрат

Затраты по созданию научно-технической продукции группируются:

1. По договорам (заказам) на создание научно-технической продукции.
2. По календарным периодам, по истечении которых подводятся итоги исполнения сметы затрат.
3. По видам затрат
 - а) экономическим элементам: материальные затраты (за вычетом возвратных отходов), затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды, амортизация основных средств, прочие затраты;
 - б) по статьям: материалы, затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями, спецоборудование для научных (экспериментальных) работ, затраты на оплату труда работников, непосредственно

связанных с созданием научно-технической продукции, отчисления на социальные нужды, затраты на содержание и эксплуатацию научно-исследовательского оборудования, установок и сооружений, прочие прямые затраты, накладные расходы.

Для определения себестоимости научно-технической продукции из общей суммы затрат на производство исключаются:

- стоимость работ, подлежащих выполнению одним подразделением для нужд другого подразделения (внутренний оборот);
- прирост (прибавляется уменьшение) остатков расходов будущих периодов;
- уменьшение (прибавляется прирост) остатков резервов предстоящих расходов и платежей.

Планирование себестоимости научно-технической продукции (НТП) осуществляется на основе технико-экономических расчетов в виде смет (калькуляций) расходов, составляемых в следующей форме:

СМЕТА ЗАТРАТ НА СОЗДАНИЕ НТП

Элементы затрат	Предусмотрено на 19__ г., тыс. руб.		
	Всего	В т. ч. по кварталам	
		III	IV
1. Материальные затраты	50	20	30
2. Затраты на оплату труда	200	100	100
3. Отчисления на социальные нужды	78	39	39
4. Амортизация основных средств	22	11	11
5. Прочие затраты	30	20	10
6. Итого затрат на создание НТП	380	190	190
7. Прирост остатков расходов будущих периодов (вычитается)	10	5	5
8. Прирост остатков резервов предстоящих расходов (прибавляется)	7	3	4
9. Себестоимость НТП	377	188	189

Планирование бюджета НИОКР

НИОКР относится к таким областям деятельности, в которых вложенные средства не дают немедленной отдачи; поэтому при планировании бюджета НИОКР невозможно принять решение на основе модели "затраты-прибыль", так как лишь в редких случаях можно связать затраты на НИОКР непосредственно с видимыми изменениями прибыльности, поскольку динамика последней определяется большим количеством разнородных факторов.

Выделение средств на НИОКР должно быть оформлено в виде стратегического решения, основанного на прогнозе перспектив развития.

Используются следующие основные подходы к формированию бюджетного плана НИОКР [30].

1. Способ сравнительного планирования. При этом исходят из того, что конкурентоспособные предприятия в одной отрасли будут расходовать примерно равный объем средств на поддержание своей конкурентоспособности, следовательно, анализ затрат на НИОКР различных предприятий соответствующего профиля может дать ориентировочный размер расходов, которые понесет данное предприятие. Однако поскольку методы оперативного учета затрат могут существенно различаться для того или иного предприятия, то суммы затрат на НИОКР для разных предприятий могут быть несопоставимы. В связи с тем, что стадия НИОКР является одной из самых трудоемких среди других стадий промышленного производства, наиболее

адекватно уровень затрат на НИОКР отражает численность исследовательского персонала и его средняя заработная плата.

2. Способ постоянного отношения к обороту. Поскольку объем оборота реализованной продукции (работ, услуг) не подвержен резким ежегодным колебаниям, использование показателя отношения затрат на НИОКР к сумме оборота гарантирует обоснованную стабильность объема средств, выделяемых на НИОКР, и увеличение этого объема в процессе развития предприятия. Недостаток такого подхода состоит в том, что достигнутая величина оборота является результатом прошлых инвестиций, а не будущих, с которыми связаны текущие затраты на НИОКР.

3. Способ постоянного отношения к сумме прибыли. Планирование затрат на НИОКР исходя из постоянного отношения их суммы к величине прибыли продаж подразумевает, что НИОКР - роскошь, которую могут позволить себе только предприятия, успешно работающие сегодня. Однако следует учитывать, что если в краткосрочном периоде финансовая стабилизация убыточного предприятия осуществляется за счет сокращения текущих расходов (например на рекламу, обучение, НИОКР), то восстановление разрушенной научно исследовательской базы (в отличие от рекламного статуса) может потребовать значительных затрат и длительного времени. Кроме того, текущая убыточность может быть обусловлена низкой конкурентоспособностью реализуемых товаров, что предполагает скорее увеличение затрат на НИОКР.

4. Нормативный способ планирования. Оценка уровня затрат на НИОКР в текущем периоде осуществляется на основе некоторого норматива, например суммы затрат на НИОКР в предшествующем периоде (базового показателя), умноженной на коэффициенты, учитывающие требуемый темп развития и прогнозируемый темп инфляции.

Распределение ресурсов, выделенных на проведение НИОКР, между отдельными видами НИОКР осуществляется на основе анализа "разрыва", то есть разности между требуемым и прогнозируемым значениями прибыли к концу выбранного горизонта планирования. Сумма прибыли, планируемой к получению от внедрения результатов каждого вида НИОКР, должна компенсировать указанный "разрыв"; исходя из этого подхода формируется портфель НИОКР.

Долевое участие в разработке и внедрении НИОКР определяется [22] пропорционально оплате труда (или прямым расходам) организаций-исполнителей.

$$K_{\text{ду.}}^i = \frac{C_i K_i^{\text{ЗН}}}{\sum_1^n (C_i K_i^{\text{ЗН}})}$$

где C_i - оплата труда (или сумма прямых расходов) i -й организации-исполнителя, $K_i^{\text{ЗН}}$ - коэффициент значимости i -го этапа (для этапа исследования и разработки технического задания принимается $K_i^{\text{ЗН}}=3$, для этапа эскизного проекта - $K_i^{\text{ЗН}}=2,5$, для этапа технического проекта - $K_i^{\text{ЗН}}=2$, для этапа создания рабочей документации - $K_i^{\text{ЗН}}=1,5$, для этапа изготовления опытных образцов - $K_i^{\text{ЗН}}=1$).

По мере завершения создания научно-технической продукции ее себестоимость представляет собой сумму $K_{\text{НИОКР}}$, о которой говорилось в §1 данной темы.

Коэффициент экономической эффективности НИОКР i -го исполнителя равен

$$E_{\text{НИОКР}}^i = \frac{\mathcal{E}K_{\text{д.}}^i}{K_{\text{НИОКР}}},$$

где \mathcal{E} - плановый экономический эффект разработки, расчет которого рассматривается ниже.

§3. Эффект и эффективность затрат

Экономический эффект \mathcal{E} - это стоимостная оценка повышения производительности труда, улучшения качества и увеличения выпуска продукции, снижения ее себестоимости, обусловленных произведенными капитальными и текущими затратами.

Критерием экономического эффекта является увеличение прибыли по i -му варианту P_i по сравнению с базовым P_6

$$P_i - P_6 = (p_i - C_i)N_i - (p_6 - C_6)N_6,$$

где p - отпускная цена, C - полная себестоимость, N - годовой объем реализации.

Экономическая эффективность E капитальных затрат - это относительный экономический эффект

$$E = \mathcal{E}/K,$$

показывающий долю годового экономического эффекта \mathcal{E} в капитальный затратах. Учитывая, что часть экономического эффекта предназначена для покрытия текущих расходов, нормативная экономическая эффективность равна

$$E_n = \frac{\mathcal{E} - C}{K}.$$

Величина, обратная E_n , представляет собой нормативный срок окупаемости

$$T_n = \frac{1}{E_n} = \frac{K}{\mathcal{E} - C}.$$

Различают *абсолютную* экономическую эффективность (эффект) затрат по определенному варианту и *сравнительную* экономическую эффективность затрат по различным вариантам. Сравнительный экономический эффект для i -го варианта капиталовложений равен

$$\mathcal{E}_i = p_i N_i - p_6 N_6 + C_6 + E_n K_6 - C_i + E_n K_i.$$

Эти формулы не учитывают изменения временной стоимости денежных средств и применяются в том случае, если капитальные вложения осуществляются единовременно, а текущие затраты постоянны в течение всего срока службы. Если эти условия не выполняются, то необходимо приведение (дисконтирование) капитальных и текущих затрат к началу или концу временного интервала, охватывающего срок освоения капиталовложений T' и срок службы объекта T :

- к последнему году срока службы $K_{np} = \sum_{t=1}^{T+T'} K_t (1+j)^{T+T-t}$, $C_{np} = \sum_{t=1}^{T+T'} C_t (1+j)^{T+T-t}$,

где j - ставка капитализации;

- к первому году совершения затрат $K_{np} = \sum_{t=1}^{T+T'} \frac{K_t}{(1+j)^{t-1}}$, $C_{np} = \sum_{t=1}^{T+T'} \frac{C_t}{(1+j)^{t-1}}$.

Нормативная экономическая эффективность и ставка капитализации

Для упрощенных расчетов сравнительного эффекта необходимо определить нормативную эффективность, учитывающую изменение текущей стоимости инвестиций в течение ряда лет.

Рассмотрим задачу на сложные проценты: найти будущую стоимость \tilde{K} капитала K через t лет.

$$\tilde{K} = K \left(1 + \frac{j}{n} \right)^{nt}, t = 1, 2, 3, \dots,$$

где j - номинальная годовая процентная ставка (в долях единицы), n показывает, сколько раз в год начисляются проценты [36].

Согласно этой формуле, на капитал за год начисляется процент, равный

$$i = \left(1 + \frac{j}{n} \right)^n,$$

представляющий собой действительную процентную ставку.

Показатель нормативной эффективности можно получить как предел действительной процентной ставки

$$E_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{j}{n} \right)^n - 1 \right] = \left| \begin{array}{l} k = \frac{n}{j} \\ n = kj \end{array} \right| = \lim_{k \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{j}{kj} \right)^{kj} - 1 \right] = \left[\lim_{k \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{k} \right)^k \right]^j - 1 = e^j - 1.$$

В качестве j может приниматься произведение годовой процентной ставки банковского депозита и годового индекса инфляции

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1.$$

Нормативный коэффициент эффективности E_n может также определяться исходя из требуемого срока окупаемости $T_{ок}$ из условия

$$K = \sum_{t=1}^{T_{ок}} \Pi_t^{\partial} = \sum_{t=1}^{T_{ок}} \frac{\Pi_t}{(1 + E_n)^{t-1}},$$

где K - сумма капиталовложений, Π_t^{∂} - дисконтированное значение прибыли в t -й год. В этом случае E_n представляет собой внутреннюю норму доходности инновационного проекта.

§4. Экономический эффект НИОКР

В целях определения экономического эффекта различают [22] следующие группы НИОКР.

1. НИОКР, результаты которых имеют единичное применение:

- Разработка новых (совершенствование существующих) технологических процессов, методов проведения работ и контроля параметров, способов организации производства.
- Автоматизация и механизация работ.
- Разработка новых средств труда долговременного применения с улучшенными качественными характеристиками в случае их разового изготовления.
- Разработка новых предметов труда, а также средств труда со сроком службы менее года в случае их разового изготовления.

- Разработка алгоритмов и программ решения локальных задач с помощью ЭВМ (вне АСУ).
- Разработка методов механизированного (или автоматизированного) получения, передачи, обработки информации (вне АСУ).

Годовой экономический эффект НИОКР связан со снижением затрат на производство единицы продукции при новом C_1 и базисном вариантах C_6 :

$$\mathcal{E} = [(C_6 - C_1) + E_n(K_6 / N_6 + K_1 / N_1)]N_1 - E_n K_{\text{НИОКР}}, \quad (1)$$

где N_1 - годовой объем производства после внедрения новой техники.

2. Разработка новых средств труда долговременного применения (машины, оборудование и приборы) с улучшенными качественными характеристиками в случае передачи их в промышленное (серийное или массовое) производство. Определяется эффект в сферах производства и эксплуатации с учётом эффекта от реновации (амортизационных отчислений). Сумма годового эффекта равна

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \mathcal{E}^{ed} N_1 - E_n K_{\text{НИОКР}} = \\ &= \left[p_6 \alpha_{\text{эkv}} \frac{H_6 + E_n}{H_1 + E_n} - p_1 + \frac{c_6^{\text{II}} \alpha_{\text{эkv}} - c_1^{\text{II}} + (K_6^{\text{con}} \alpha_{\text{эkv}} - K_1^{\text{con}}) E_n}{H_1 + E_n} \right] N_1 - E_n K_{\text{НИОКР}}, \end{aligned} \quad (2)$$

где \mathcal{E}^{ed} - годовой эффект с единицы выпущенной продукции,

H_6, H_1 - нормы амортизации базового и нового средств труда,

p_6, p_1 - цены базисного и нового средств труда, равные их себестоимости ($p = c + E_n K$) поскольку оборудование используется на самом предприятии,

$c_6^{\text{II}}, c_1^{\text{II}}$ - годовые издержки потребителя на единицу продукции,

$K_6^{\text{con}}, K_1^{\text{con}}$ - сопутствующие капиталовложения потребителя на единицу продукции,

$\alpha_{\text{эkv}}$ - коэффициент эквивалентности старой и новой техники по качеству (увеличение производительности труда, снижение трудоемкости)

$$\alpha_{\text{эkv}} = \frac{N_1}{N_6}.$$

В формуле (2) компонент $p_6 \alpha_{\text{эkv}} \frac{H_6 + E_n}{H_1 + E_n} - p_1$ отражает экономию в сфере производства в результате внедрения нового средства труда, а компонент $\frac{c_6^{\text{II}} \alpha_{\text{эkv}} - c_1^{\text{II}} + (K_6^{\text{con}} \alpha_{\text{эkv}} - K_1^{\text{con}}) E_n}{H_1 + E_n}$ показывает экономию с сфере эксплуатации.

Формула (2) выводится следующим образом. Полный эффект за T лет с учетом приведения ежегодных эффектов к 1-му году (году ввода средств труда в эксплуатацию) равен

$$\mathcal{E}^T = \sum_{t=1}^T N_1 \frac{\mathcal{E}_t^{ed}}{(1 + E_n)^{t-1}}.$$

Предполагая ежегодные объемы реализации и ежегодные эффекты одинаковыми, имеем

$$\mathcal{E}^T = N \mathcal{E}^{ed} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E_n)^{t-1}}.$$

Рассчитаем сумму убывающей геометрической прогрессии с единичным первым членом и знаменателем $\frac{1}{1 + E_n}$

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E_n)^{t-1}} = \frac{1 - \frac{1}{(1 + E_n)^T}}{1 - \frac{1}{1 + E_n}} = \frac{(1 + E_n)^T - 1}{E_n (1 + E_n)^T} = \frac{(1 + E_n)^T - 1}{E_n + E_n [(1 + E_n)^T - 1]} = \frac{1}{E_n + \frac{E_n}{(1 + E_n)^T - 1}}$$

Найдем норму амортизации H средства труда ценой p из условия приведения годовых сумм амортизации A к последнему году срока службы

$$\sum_{t=1}^T A(1 + E_n)^{T-t} = p.$$

Рассчитаем сумму возрастающей геометрической прогрессии с единичным первым членом и знаменателем $1 + E_n$

$$\sum_{t=1}^T (1 + E_n)^{T-t} = \frac{(1 + E_n)^T - 1}{(1 + E_n) - 1} = \frac{(1 + E_n)^T - 1}{E_n}.$$

Определяя норму амортизации в долях цены средства труда, имеем

$$H = \frac{A}{p} = \frac{E_n}{(1 + E_n)^T - 1}, \text{ то есть } \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E_n)^{t-1}} = \frac{1}{E_n + H}.$$

Поскольку $H = \frac{1}{T}$, то величина $E_n + H = \frac{1}{\tau}$, где $\tau < T$ - срок окупаемости цены средства труда с учетом реновации.

Вводится коэффициент эквивалентности старой и новой техники по качеству

$$\alpha_{\text{экс}} = \frac{N_1}{N_6}.$$

Сравнивая приведенные затраты с помощью базовой и новой техники, можно получить выражение для эффекта, приносимого единицей продукции

$$\mathcal{E}_{\text{ед}}^T = \sum_{t=1}^T \frac{(c'_6 + E_n K'_6) \alpha_{\text{экс}} - (c'_1 + E_n K'_1)}{(1 + E_n)^{t-1}},$$

в которой использованы обозначения $c' = c^{\text{II}} + Hp$ - сумма текущих издержек потребителя, $K' = p + K^{\text{con}}$ - сумма капитальных издержек потребителя.

Предполагая затраты одинаковыми в течение всего срока службы, имеем выражение для годового эффекта

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{ед}} &= \frac{(c'_6 + E_n K'_6) \alpha_{\text{экс}} - (c'_1 + E_n K'_1)}{E_n + H_1} = \\ &= \frac{(c_6^{\text{II}} + H_6 p_6 + E_n [p_6 + K_6^{\text{con}}]) \alpha_{\text{экс}} - (c_1^{\text{II}} + H_1 p_1 + E_n [p_1 + K_1^{\text{con}}])}{E_n + H_1} = \\ &= p_6 \alpha_{\text{экс}} \frac{E_n + H_6}{E_n + H_1} + \frac{c_6^{\text{II}} \alpha_{\text{экс}} - c_1^{\text{II}} + E_n [K_6^{\text{con}} \alpha_{\text{экс}} - K_1^{\text{con}}]}{E_n + H_1} - p_1. \end{aligned}$$

3. Разработка новых или усовершенствованных предметов труда (материалы, сырье, топливо), а также средств труда со сроком службы менее года в случае передачи их в серийное или массовое производство.

$$\mathcal{E} = \left[p_6 \frac{Y_6}{Y_1} - p_1 + \frac{(c_6^{\Pi} - c_1^{\Pi}) + E_n(K_6^{con.} - K_1^{con.})}{Y_1} \right] N_1 - E_n K_{НИОКР}, \quad (3)$$

где Y_6, Y_1 - удельные расходы (в натуральных единицах) соответственно базового и нового предметов труда в расчете на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем, p_6, p_1 - цены (по себестоимости) базового и нового предметов труда, расходуемому на единицу продукции, c_6^{Π}, c_1^{Π} - текущие затраты на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем при использовании базового и нового предметов труда (без учета их стоимости), $K_6^{con.}, K_1^{con.}$ - сопутствующие капиталовложения на единицу выпуска при использовании базового и нового предметов труда. В формуле (3) компонент $\frac{(c_6^{\Pi} - c_1^{\Pi}) + E_n(K_6^{con.} - K_1^{con.})}{Y_1}$

показывает снижение затрат на единицу израсходованного предмета труда.

4. Разработка новой продукции или продукции повышенного качества (с более высокой ценой) для реализации на потребительском рынке.

$$\mathcal{E} = [P - E_n K_{y\delta}] N_1 - E_n K_{НИОКР}, \quad (4)$$

где $P = P_1 - P_6$ - прирост прибыли от реализации единицы продукции, $K_{y\delta}$ - удельные капиталовложения на производство новой продукции,

$$K_{y\delta} = K / N_1. \quad (4a)$$

5. Разработка автоматизированных систем управления (АСУ) предприятием.

$$\mathcal{E} = \frac{N_1 - N_6}{N_6} P + [c_6 - c_1] N_1 - E_n K_{НИОКР}, \quad (5)$$

где N_6, N_1 - годовой объем реализуемой продукции (в стоимостном выражении) до и после внедрения АСУ, P_6 - прибыль от реализации продукции до внедрения АСУ, c_6, c_1 - себестоимость единицы продукции до и после внедрения АСУ.

6. Прочие НИОКР (социального или поискового характера).

Расчет эффекта выполняют с учётом ущерба, обусловленного ликвидацией недоамортизированной части заменяемой техники (остаточной стоимости)

$$\mathcal{E} = \frac{F_o^{\delta} - F_n^{\delta}}{T_1} - E_n (F_o^{\delta} - F_n^{\delta}), \quad (6)$$

где $F_o^{\delta}, F_n^{\delta}$ - остаточная и ликвидационная стоимости заменяемой (базовой) техники, T_1 - срок использования новой техники, лет.

Деятельность предприятия по проведению НИОКР обобщенно оценивается в соответствии с коэффициентом результативности работ, оптимальное значение которого равно единице,

$$k_{рез} = 3 / \sum_{i=1}^N [K_i^{НИОКР} - (НЗП_{ki}^{НИОКР} - НЗП_{ni}^{НИОКР})],$$

где Z - затраты на НИОКР, по которым начато серийное производство, $K_i^{\text{НИОКР}}$ - фактические затраты на НИОКР за i -й период, $HЗП_{ki}^{\text{НИОКР}}$, $HЗП_{ni}^{\text{НИОКР}}$ - незавершенное производство НИОКР на конец и начало i -го периода.

Пример 5.4.1. Оценить годовой экономический эффект НИР, связанных с разработкой компьютерного технологического процесса, если затраты на единицу продукции составляют 100 руб., а при введении в действие результатов НИР составят 80 руб., плановая сумма капиталовложений за год равна 500 тыс. руб., а при переходе на новый процесс составит 400 тыс. руб. Сумма капиталовложений в НИР равна 105 тыс. руб. Объем выпуска продукции в текущем году 20 тыс. единиц, в плановом году 30 тыс. единиц. Ставка банковского депозита 60% годовых, уровень инфляции 30% в год.

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,6 + 1)(0,3 + 1) - 1 = 1,08.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{1,08} - 1 = 1,945.$$

Годовой эффект НИР в соответствии с (1) составит

$$\mathcal{E} = [(100 - 80) + 1,945(500000 / 20000 + 400000 / 30000)]30000 - 1,945 * 105000 = 1545775 \text{ руб.}$$

Пример 5.4.2. Оценить эффект разработки нового станка при следующих данных:

Показатель	Вариант	
	базисный	1
Производительность, единиц в год	100	120
Срок службы, лет	4	5
Годовые эксплуатационные издержки, руб.	6000	5000
Себестоимость производства, руб.	20000	24000
Сопутствующие капиталовложения в год, руб.	3000	2000

Сумма капиталовложений в проведение НИР равна 8000 тыс. руб. Ставка банковского депозита 15% годовых, уровень инфляции 1% в год.

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,15 + 1)(0,01 + 1) - 1 = 0,16.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{0,16} - 1 = 0,17.$$

Нормы амортизации равны

$$H_6 = \frac{1}{T_6} = \frac{1}{4} = 0,25, \quad H_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{5} = 0,2.$$

Коэффициент эквивалентности равен

$$\alpha_{\text{экр}} = \frac{N_1}{N_6} = \frac{120}{100} = 1,2.$$

Эффект НИР в год по формуле (2) составит

$$\mathcal{E} = \left[20000 * 1,2 \frac{0,17 + 0,25}{0,17 + 0,2} - 24000 + \frac{6000 * 1,2 - 5000 + 0,17 [3000 * 1,2 - 2000]}{0,17 + 0,2} \right] 120 - 0,17 * 8000000 = 9924 * 120 - 1360000 = 169091 \text{ руб.}$$

Пример 5.4.3. Оценить эффект разработки нового вида резины, используемой для герметизации стыков продукции, при следующих данных:

Показатель	Вариант		
	базисный	1	2
Расход резины на единицу продукции, кг	20	18	16
Себестоимость единицы продукции, руб.	600	500	550
Сопутствующие капиталовложения на единицу выпуска, руб.	4000	2000	3000
Цена массы резины в расчете на единицу продукции, руб.	80	60	70
Объем выпуска, единиц	300	400	500

Сумма капиталовложений в проведение НИР равна 50 тыс. руб. Ставка банковского депозита 25% годовых, уровень инфляции 15% в год.

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,25 + 1)(0,15 + 1) - 1 = 0,44.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{0,44} - 1 = 0,55.$$

Определяются эффекты по вариантам в соответствии с формулой (3)

$$\mathcal{E}_1 = \left[80 \frac{20}{18} + \frac{(600 - 500) + 0,55(4000 - 2000)}{18} - 60 \right] 400 - 0,55 * 50000 = 10724 \text{ руб.},$$

$$\mathcal{E}_2 = \left[80 \frac{20}{16} + \frac{(600 - 550) + 0,55(4000 - 3000)}{16} - 70 \right] 500 - 0,55 * 50000 = 6250 \text{ руб.}$$

Таким образом, более эффективным является первый вариант.

Пример 5.4.4. Оценить эффект разработки новой продукции при следующих данных:

Показатель	Вариант		
	базисный	1	2
Прибыль от реализации единицы, руб.	4000	16000	20000
Капиталовложения в освоение производства, тыс. руб.	-	7200	12000
Объем выпуска, единиц	1000	1200	1500

Сумма капиталовложений в проведение НИР равна 100 тыс. руб. Ставка банковского депозита 60% годовых, уровень инфляции 30% в год.

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,6 + 1)(0,3 + 1) - 1 = 1,08.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{1,08} - 1 = 1,94.$$

Удельные капиталовложения по формуле (4а) для двух вариантов составят

$$K_{уд.}^1 = 7200 / 1200 = 6 \text{ тыс.руб.}, \quad K_{уд.}^2 = 12000 / 1500 = 8 \text{ тыс.руб.}$$

Определяются эффекты по вариантам согласно формуле (4)

$$\mathcal{E}_1 = [(16000 - 4000) - 1,94 * 6000] 1200 - 1,94 * 100000 = 238000 \text{ руб.},$$

$$\mathcal{E}_2 = [(20000 - 4000) - 1,94 * 8000] 1500 - 1,94 * 100000 = 526000 \text{ руб.}$$

Таким образом, более эффективным является второй вариант.

Пример 5.4.5. Оценить эффект разработки АСУ, если прибыль реализации за год составляет 100 тыс. руб., объем реализации увеличится при внедрении АСУ с 500 ед. до 520 ед., а затраты на единицу выпуска снизятся с 600 руб. до 400 руб.; стоимость разработки АСУ равна 90 тыс. руб., ставка банковского депозита 30%, уровень инфляции 20% в год.

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,3 + 1)(0,2 + 1) - 1 = 0,56.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{0,56} - 1 = 0,75.$$

Определяется эффект АСУ по формуле (5)

$$\mathcal{E} = \frac{520 - 500}{500} 100000 + [600 - 400]520 - 0,75 * 90000 = 40500 \text{ руб.}$$

Пример 5.4.6. Оценить эффект разработки новой техники, срок службы которой равен 5 лет, если остаточная стоимость используемого оборудования 800 тыс. руб., ликвидационная стоимость 10 тыс. руб., ставка банковского депозита 20%, уровень инфляции 10% в год.

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,1 + 1)(0,05 + 1) - 1 = 0,155.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{0,155} - 1 = 0,17.$$

Эффект по формуле (6) равен $\mathcal{E} = \frac{800 - 10}{5} - 0,17(800 - 10) = 23,7 \text{ тыс.руб.}$

Задача 5.4.1. Завод “Старт” в результате своей деятельности получил прибыль, из которой 12 млн. руб. было направлено на проведение НИР по автоматизации и механизации работ. Подсчитать годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 67%, уровне инфляции 30% в год, если прогнозируется изменение следующих показателей:

Показатели	До проведения НИР	После проведения НИР
Затраты на единицу продукции, тыс. руб.	50	42
Сумма капиталовложений, млн. руб.	40	25
Объем выпуска, единиц	2120	2500

Задача 5.4.2. Подсчитать экономический эффект НИР по разработке новых технологических процессов, проведенных Институтом акустики на сумму 120 тыс. руб. при ставке банковского депозита 60%, уровне инфляции в расчете на год 25%, если при введении этих технологических разработок в производство затраты на единицу продукции уменьшились с 4 тыс. руб. до 3 тыс. руб., удельные капитальные затраты уменьшились со 150 тыс. руб. до 90 тыс. руб., объем выпуска возрос с 5 тыс. до 6 тыс. единиц.

Задача 5.4.3. АО “Вихрь” заказало у ОКБ им. Баранова выполнение НИР по разработке новых способов автоматизации и механизации работ на сумму 18 млн. руб. Оценить годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 70%, уровне инфляции 20% в год, если при применении разработок на производстве АО “Вихрь” планируются изменения следующих показателей:

Показатели	До проведения НИР	После проведения НИР
Затраты на единицу продукции, руб.	150	110
Сумма капиталовложений, млн. руб.	65	47
Объем выпуска, шт.	21666	35780

Задача 5.4.4. АО “Салют” заказало у ОКБ выполнение НИР на сумму 5 млн. руб. по разработке модернизированного фрезерного станка с целью массового использования. Оценить годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 68%, уровне инфляции 25% в год, если при применении разработок на производстве АО “Салют” планируются изменения следующих показателей:

Показатели	базовая модель	модернизированный станок
Производительность, штук	21666	35780
Срок службы, лет	7	8
Годовые эксплуатационные расходы, руб.	7000	5000
Себестоимость станка, руб.	35000	43000
Сопутствующие капиталовложения, руб.	12000	9000

Задача 5.4.5. Завод “Старт” в результате своей деятельности получил прибыль, из которой 12 млн. руб. направлено на проведение НИР по разработке новых средств труда (прессы для использования в штамповочном цехе завода). Определить годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 40%, уровне инфляции 30% в год, если произошли изменения следующих показателей:

Показатели	базовый вариант пресса	новый пресс
Производительность, штук	25000	27900
Срок службы, лет	5	6
Годовые эксплуатационные расходы, руб.	10000	8500
Себестоимость пресса, руб.	32000	39000
Сопутствующие капиталовложения, руб.	10000	8000

Задача 5.4.6. Подсчитать экономический эффект НИР по разработке нового оборудования, используемого в массовом производстве, проведенных ОКБ на сумму 20 млн. руб., при ставке банковского депозита 60%, уровне инфляции 35% в год, если при передаче этих разработок в производство производительность увеличилась с 2500 тыс. шт. до 2900 тыс. шт., срок службы оборудования возрос с 7 лет до 10 лет, годовые издержки на обслуживание оборудования уменьшились с 8 тыс. руб. до 5 тыс. руб., цена оборудования возросла с 34 тыс. руб. до 45 тыс. руб., сопутствующие капиталовложения уменьшились с 35 тыс. руб. до 28 тыс. руб.

Задача 5.4.7. АО “Салют” заказало у ОКБ выполнение НИР по разработке специальных щеток для чистки станков на сумму 130 тыс. руб. Оценить годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 54%, уровне инфляции 13% в год, если при внедрении разработок на АО “Салют” произошли изменения следующих показателей:

Показатели	базовый вариант	специальные щетки
Расход средства труда на единицу продукции, шт.	7	5
Себестоимость единицы продукции, руб.	180	150
Объем выпуска, тыс. шт.	70	86
Цена средства труда на единицу продукции, руб.	0,6	0,5
Сопутствующие капиталовложения на единицу продукции, руб.	7000	9000

Задача 5.4.8. Завод “Старт” в результате своей деятельности получил прибыль, из которой 67 тыс. руб. было направлено на проведение НИР по разработке арматуры для подачи охлаждающей жидкости к режущим инструментам. Подсчитать годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 54%, уровне инфляции 23% за год, если произошли изменения следующих показателей:

Показатели	базисный вариант	новая арматура
Расход средства труда на единицу продукции, шт.	0,9	0,6
Себестоимость единицы продукции, руб.	450	380
Объем выпуска, тыс. шт.	1000	1500
Цена средства труда на единицу продукции, руб.	0,45	0,35
Сопутствующие капиталовложения на единицу продукции, руб.	10000	8000

Задача 5.4.9. Подсчитать экономический эффект НИР по разработке резца из металлокерамических сплавов, проведенных ОКБ на сумму 45 тыс. руб. при ставке банковского депозита 52%, уровне инфляции в расчете на год 15%, если при введении этих разработок в производство удельные расходы средства труда на единицу продукции уменьшились с 1,8 шт. до 1,2 шт., себестоимость единицы продукции при использовании нового резца уменьшилась на 23 руб., сопутствующие капиталовложения на единицу продукции уменьшились на 4 тыс. руб., объем выпуска при использовании нового резца увеличился до 10 тыс. единиц, цена резца уменьшилась с 1,9 руб. до 1,5 руб.

Задача 5.4.10. Подсчитать экономический эффект НИР по разработке новой продукции, проведенных ОКБ на сумму 3 тыс. руб., при ставке банковского депозита 73%, уровне инфляции в расчете на год 25%, если при введении этих разработок в производство прибыль от реализации единицы новой продукции больше на 1,5 тыс. руб., капиталовложения в освоение нового производства составят 4 млн. руб., объем выпуска нового изделия 10 тыс. шт.

Задача 5.4.11. Оценить экономический эффект НИР по разработке морозостойкого вида керамического кирпича на сумму 135 тыс. руб. при ставке банковского депозита 57%, уровне инфляции в расчете на год 33% и следующих данных:

Показатели	базовое изделие	новое изделие
Прибыль от реализации единицы продукции, руб.	0,4	0,8
Объем выпуска, тыс. штук	100	120
Капиталовложения в освоение производства, тыс. руб.	-	80

Задача 5.4.12. Определить, разработка какой модели автомобиля наиболее эффективна для АО "АвтоВАЗ" при ставке банковского депозита 62%, уровне инфляции 34% в год, и следующих данных:

Показатели	базовая модель	модель 1	модель 2	модель 3
Прибыль от реализации единицы продукции, млн. руб.	23	25	27	50
Капиталовложения в освоение производства, млн. руб.	-	80	90	130
Объем выпуска, тыс. шт.	20	32	45	25
Сметная стоимость НИР, млн. руб.	-	13	15	30

Задача 5.4.13. АО "Вихрь" заказало у ОКБ им. Баранова выполнение НИР по разработке автоматизированных систем управления на сумму 11 млн. руб. Оценить годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 50%, уровне инфляции 28% в год, если при применении разработок на АО "Вихрь" произошли изменения следующих показателей:

Показатели	До внедрения АСУ	После внедрения АСУ
Себестоимость единицы продукции, руб.	150	110
Прибыль от реализации за год, млн. руб.	65	65
Объем выпуска, единиц	21666	35780

Задача 5.4.14. Подсчитать экономический эффект НИР по разработке автоматизированных систем управления, проведенных Институтом акустики на сумму 120 тыс. руб. при ставке банковского депозита 45%, уровне инфляции 20% в год, если при введении этих разработок в производство себестоимость единицы продукции уменьшилась на 3 тыс. руб., прибыль от реализации продукции за год составляет 12 млн. руб., объем выпуска возрос с 5 тыс. ед. до 6 тыс. ед.

Задача 5.4.15. АО "АвтоВАЗ" заказало выполнение НИР по разработке автоматизированных систем управления для стенда развала (схождения) колес автомобиля на сумму 17 млн. руб. Оценить годовой экономический эффект НИР при ставке банковского депозита 64%, уровне

инфляции в расчете на год 31%, если при внедрении разработок на АО "АвтоВАЗ" произошли изменения следующих показателей:

Показатели	До внедрения АСУ	После внедрения АСУ
Себестоимость единицы продукции, тыс. руб.	87	78
Прибыль от реализации за год, млн. руб.	290	-
Объем выпуска, тыс. единиц	120	132

Задача 5.4.16. Оценить эффект научного исследования с целью создания нового измерительного устройства, срок службы которого 10 лет, если остаточная стоимость используемого оборудования 90 тыс. руб., ликвидационная стоимость 3 тыс. руб., ставка банковского депозита 40%, уровень инфляции 5% в год.

Задача 5.4.17. Оценить эффект опытной серии по апробированию нового автомобильного тренажера, срок службы которого 7 лет, если остаточная стоимость используемого тренажера 50 тыс. руб., ликвидационная стоимость 5 тыс. руб., ставка банковского депозита 60%, уровень инфляции 25% в год.

Задача 5.4.18. Оценить эффект НИОКР по созданию нового турбогенератора, срок службы которого 20 лет, если остаточная стоимость используемого генератора 280 тыс. руб., ликвидационная стоимость 12 тыс. руб., ставка банковского депозита 50%, уровень инфляции 35% в год.

ТЕМА 6. РИСК ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

§1. Оценка риска инновационного проекта

Одним из простейших подходов [11] к оценке инновационных проектов, осуществление которых связано с риском, является расчет ожидаемой доходности проекта. Этот подход применим при следующих условиях:

- результаты принятия данного решения не должны зависеть от возможных результатов других альтернатив (независимость проектов);
- стоимость проекта должна быть относительно невелика, чтобы минимизировать убытки при неблагоприятном исходе (рисковый проект);
- отношение инвестора к риску не учитывается.

Рекомендуется следующий порядок оценки ожидаемой доходности:

1. Для каждого сравниваемого проекта планируется срок эксплуатации.
2. Планируется денежный поток проектов на каждый год эксплуатации и вычисляется дисконтированный поток за T лет, приведенный к 1-му году, по формуле

$$d = \sum_{t=1}^T \frac{d_t}{(1 + E_n)^{t-1}} = \bar{d} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E_n)^{t-1}} = \bar{d} \frac{1 - (1 + E_n)^{-T}}{1 - (1 + E_n)^{-1}},$$

где \bar{d} - среднегодовое значение денежного потока.

3. Определяется чистый денежный поток $NPV = d - F$, F - сумма вложений в проект.
4. По статистическим данным определяется число аналогичных проектов n , эксплуатировавшихся в течение заданного срока службы без капитального ремонта (или иных значительных дополнительных капитальных затрат).
5. Вычисляется вероятность эксплуатации проекта в течение заданного срока службы $f = n_i / \sum n_i$.
6. Определяется вероятное значение чистого денежного потока $NPV_f = NPV * f$.

Пример 6.1.1. Ежегодный денежный поток по проекту составляет 1 млн. руб., стоимость проекта 5 млн. руб., процентная ставка банка 10%, уровень инфляции 1%. Определить ожидаемой доходность проекта при следующих сроках использования:

Количество лет эксплуатации T	15	20	25	30
Число проектов, эксплуатировавшихся T лет	5	20	15	10

Решение. Номинальная ставка сложных процентов равна

$$j = (j_b + 1)(j_u + 1) - 1 = (0,1 + 1)(0,01 + 1) - 1 = 0,11.$$

Поэтому нормативный коэффициент эффективности равен

$$E_n = e^j - 1 = e^{0,11} - 1 = 0,12.$$

Значения ожидаемой доходности рассчитываются в таблице:

T	d , руб.	NPV , руб.	n	Вероятность f эксплуатации проекта в течение T лет	NPV_f , млн. руб.
15	7,6	2,6	5	0,1	0,26
20	8,4	3,4	20	0,4	1,36
25	8,8	3,8	15	0,3	1,14
30	9,0	4,0	10	0,2	0,80
Итого			50	1	

Таким образом, наиболее вероятна доходность проекта 1,36 млн. руб., а соответствующий этой доходности срок службы составит 20 лет.

В процессе анализа изменений фактических норм доходностей [11] была установлена закономерность: если изменения цены имущества (актива, продукта) происходят через короткие интервалы времени, значения нормы доходности близки к нормальному распределению.

Для нормального распределения имеют место следующие числовые характеристики:

- ожидаемая доходность (наиболее вероятная доходность по проекту) составляет

$$R_{cp} = \sum_{i=1}^n R_i f_i, \quad (6.1)$$

R_i - доходность по i -му варианту, f_i - вероятность появления i -го варианта, n - количество рассматриваемых проектов.

- показатель риска проекта (среднеквадратическое отклонение), характеризующий разброс ожидаемой доходности (чем больше отклонение, тем выше риск)

$$\sigma_R = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{cp})^2 f_i}, \quad (6.2)$$

- коэффициент вариации - мера относительной дисперсии, которая используется для проектов с различными ожидаемыми доходностями (чем выше коэффициент вариации, тем выше риск)

$$CV = \frac{\sigma_R}{R_{cp}}. \quad (6.3)$$

Пример 6.1.2. Имеется три независимых инновационных проекта равной продолжительности. Оценить риск и доходность проектов.

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогнозов	Доходность проектов, млн. руб.		
		А	Б	В
Пессимистический	0,25	10	9	14
Реалистический	0,5	14	13	12
Оптимистический	0,25	16	18	10

Решение. Расчет характеристик проектов по формулам (6.1)-(6.3) приведен в таблице:

Прогноз состояния рынка	Доходность проектов, R_i		
	А	Б	В
Ожидаемая доходность	13,5	13,25	12
Среднеквадратическое отклонение	2,18	3,19	1,41
Коэффициент вариации	0,16	0,24	0,12

Наибольшую ожидаемую доходность имеет проект А, а наиболее рискованным является проект Б. Поэтому проект Б, не являющийся ни наиболее доходным, ни наиболее безопасным, будет отклонен.

Задача 6.1.1. Определить вероятную доходность проекта при ставке банковского депозита 50%, уровне инфляции 30% в год, стоимости проекта 8 млн. руб., ежегодном денежном потоке 0,5 млн. руб., если при статистическом опросе были выявлены следующие сроки эксплуатации аналогичных проектов:

Количество лет эксплуатации T	10	12	15	18	20
Число проектов, эксплуатировавшихся в течении T лет	11	13	25	19	13

Задача 6.1.2. При анализе статистических материалов были получены следующие данные о сроках эксплуатации проектов, аналогичных разрабатываемому:

Количество лет эксплуатации T	10	15	20	25	30
Число проектов, эксплуатировавшихся в течении T лет	6	18	22	20	12

Определить вероятную доходность проекта при ставке банковского депозита 55%, уровне инфляции 35% в год, если стоимость проекта 7 млн. руб. и ежегодный денежный поток 0,8 млн. руб.

Задача 6.1.3. Для составления статистического справочника статистическое управление представило следующие данные о сроках эксплуатации проектов, аналогичных планируемому к разработке:

Количество лет эксплуатации T	12	15	18	20	23
Число проектов, эксплуатировавшихся в течении T лет	12	14	17	23	17

Определить вероятную доходность проекта при ставке банковского депозита 70%, уровне инфляции 25% в год, если стоимость проекта 14 млн. руб. и ежегодный денежный поток по проекту 0,4 млн. руб.

Задача 6.1.4. Имеется три независимых инновационных проекта равной продолжительности. Оценить риск и доходность проектов.

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогнозов	Доходность проектов, млн. руб.		
		А	Б	В
Пессимистический	0,2	3	5	7
Реалистический	0,6	5	10	8
Оптимистический	0,2	12	11	10

Задача 6.1.5. Имеется три независимых инновационных проекта равной продолжительности. Оценить риск и доходность проектов.

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогнозов	Доходность проектов, млн. руб.		
		А	Б	В
Пессимистический	0,1	20	15	17
Реалистический	0,6	22	24	28
Оптимистический	0,3	26	25	30

Задача 6.1.6. Имеется три независимых инновационных проекта равной продолжительности. Оценить риск и доходность проектов.

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогнозов	Доходность проектов, млн. руб.		
		А	Б	В
Пессимистический	0,3	0,1	0,5	0,3
Реалистический	0,5	0,2	0,8	0,4
Оптимистический	0,2	1,0	1,0	0,8

§2. Оценка риска портфеля проектов

Целевой функцией при формировании портфеля проектов является либо максимум доходности при данном уровне риска, либо минимум риска при заданном уровне доходности.

Для создания эффективного портфеля используется диверсификация, в основе которой лежит анализ корреляции проектов, то есть статистической меры взаимосвязи результатов проектов.

Портфель формируется путем диверсификации капиталовложений в J проектов, причем доля капиталовложений, инвестированных в каждый проект, равна γ_j :

$$\sum_{j=1}^J \gamma_j = 1$$

Взаимосвязанность результатов проектов характеризуется коэффициентом ковариации, показывающим, что одновременно происходит их рост и падение (если ковариация положительна)

$$Cov(1,2) = \sum_{i=1}^I (R_i^1 - R_{cp}^1)(R_i^2 - R_{cp}^2) f_i. \quad (6.4)$$

i - номер варианта вероятностного прогноза. Если ковариация отрицательна, то результаты проектов изменяются в противоположных направлениях, а при равенстве ковариации нулю взаимосвязь отсутствует.

Поскольку интерпретировать абсолютную величину ковариации сложно, для определения степени взаимосвязи результатов проектов используется коэффициент корреляции, изменяющийся в пределах $[-1, +1]$. При коэффициенте корреляции $+1$ имеет место совершенно положительная корреляция, и наоборот.

$$Cor(1,2) = \frac{Cov(1,2)}{\sigma_1 \sigma_2}. \quad (6.5)$$

Для сокращения риска портфеля рекомендуется комбинировать проекты с отрицательным (или низким положительным) значением коэффициента корреляции.

Средняя доходность R_{cp}^{Π} и риск (среднеквадратическое отклонение) σ_{Π}^2 портфеля проектов определяются по формулам:

$$R_{cp}^{\Pi} = \sum_{j=1}^J \gamma_j R_{cp}^j, \quad (6.6)$$

$$\sigma_{\Pi}^2 = (\gamma_1 \sigma_1)^2 + (\gamma_2 \sigma_2)^2 + 2\gamma_1 \gamma_2 \sigma_1 \sigma_2 Cor(1,2). \quad (6.7)$$

Из формулы среднего риска портфеля видно, что диверсификация снижает риск портфеля только в том случае, если коэффициент корреляции имеет отрицательное значение.

Формула риска для портфеля из трех проектов выводится следующим образом. Поскольку дисперсия случайной величины x равна математическому ожиданию квадрата центрированной случайной величины

$$D_x = \sigma_x^2 = M[(x - m_x)^2],$$

то дисперсия суммы трех случайных величин равна

$$\begin{aligned} D[x_1 + x_2 + x_3] &= \sigma_{\Pi}^2 = M[(x_1 + x_2 + x_3) - M(x_1 + x_2 + x_3)]^2 = \\ &= M[(x_1 + x_2 + x_3 - m_1 - m_2 - m_3)^2] = M[(x_1 - m_1 + x_2 - m_2 + x_3 - m_3)^2] = \\ &= M[(x_1 - m_1)^2] + M[(x_2 - m_2)^2] + M[(x_3 - m_3)^2] + 2M[(x_1 - m_1)(x_2 - m_2)] + \\ &+ 2M[(x_1 - m_1)(x_3 - m_3)] + 2M[(x_3 - m_3)(x_2 - m_2)] = \\ &= \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 2\sigma_1 \sigma_2 Cor(x_1, x_2) + 2\sigma_1 \sigma_3 Cor(x_1, x_3) + 2\sigma_3 \sigma_2 Cor(x_3, x_2), \end{aligned}$$

а с учётом удельных весов

$$\begin{aligned} \sigma_{\Pi}^2 &= \gamma_1^2 \sigma_1^2 + \gamma_2^2 \sigma_2^2 + \gamma_3^2 \sigma_3^2 + 2\sigma_1 \sigma_2 \gamma_1 \gamma_2 Cor(x_1, x_2) + \\ &+ 2\sigma_1 \sigma_3 \gamma_1 \gamma_3 Cor(x_1, x_3) + 2\sigma_3 \sigma_2 \gamma_3 \gamma_2 Cor(x_3, x_2). \end{aligned}$$

Методы выбора портфеля из множества проектов основаны на многокритериальных принципах и определяются кривой Парето (рис. 6.1). Выбор единственного решения (эффективной альтернативы) из множества Парето производится с учетом кривой безразличия лица, принимающего решение (ЛПР): точка касания кривой безразличия и множества Парето является эффективной альтернативой.

Бюджетная линия ЛПР определяется следующим образом. Общая доходность портфеля проектов равна

$$R^{\Pi} = bR_v + (1-b)R_f = R_f + b(R_v - R_f),$$

где b - удельный вес рискованных проектов в портфеле, R_v, R_f - доходность рискованных и безрисковых проектов.

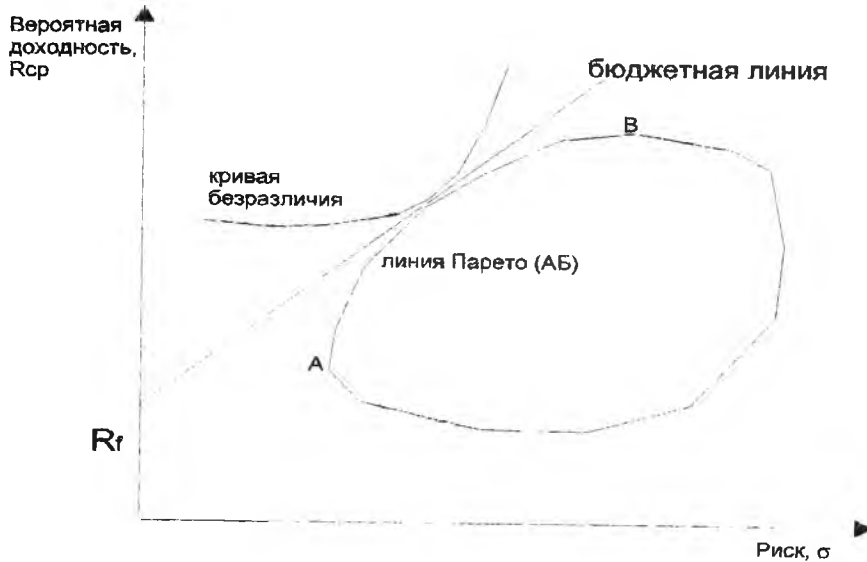


Рис. 6.1. Кривая Парето и кривая безразличия

Поскольку среднеквадратическое отклонение портфеля пропорционально отклонению

по рискованным проектам, то $\sigma^{\Pi} = b\sigma_v$, следовательно $b = \frac{\sigma^{\Pi}}{\sigma_v}$. Поэтому

$$R^{\Pi} = R_f + \frac{\sigma^{\Pi}}{\sigma_v}(R_v - R_f) = R_f + \frac{R_v - R_f}{\sigma_v}\sigma^{\Pi}.$$

Зависимость $R^{\Pi} = R^{\Pi}(\sigma^{\Pi})$ представляет собой бюджетную линию, показывающую, как полная доходность инвестора должна распределяться между безрисковыми проектами ($\sigma^{\Pi} = 0$) и рискованными проектами. Соотношение $\frac{R_v - R_f}{\sigma_v}$ представляет собой премию за риск (цену риска).

Пример 6.2.1. Составить портфель инновационных проектов, подобрав удельные веса инвестиций в каждый проект, при следующих данных:

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогноза	Доходность проектов, млн. руб.	
		Проект 1	Проект 2
Пессимистический	0,1	8	8
Реалистический	0,6	15	9
Оптимистический	0,4	25	10

Уровень безрисковой доходности ЛПР равен 3 млн руб. и инвестор требует, чтобы при риске 1 млн. руб. доходность составляла 7 млн. руб.

Решение. Определяются характеристики проектов по формулам (6.1), (6.2)

Показатель	Проект, млн. руб.	
	1	2
Ожидаемая доходность	19,8	10,2
Средний риск (среднеквадратическое отклонение)	6,205	1,18

Определяется коэффициент ковариации проектов по формуле (6.4)

$$\text{Cov}(1,2) = (8 - 19,8)(8 - 10,2)0,1 + (15 - 19,8)(9 - 10,2)0,6 + (25 - 19,8)(10 - 10,2)0,4 = 6,45.$$

Определяется коэффициент корреляции по формуле (6.5)

$$\text{Cor}(1,2) = \frac{6,45}{6,205 * 1,18} = 0,88.$$

Значение коэффициента корреляции велико, поэтому проекты нецелесообразно комбинировать. Задаются значения удельных весов:

1) $\gamma_1 = \gamma_2 = 0,5$. Определяются параметры портфеля проектов по формулам (6.6), (6.7)

$$R_{cp}^{\Pi} = 0,5 * 19,8 + 0,5 * 10,2 = 15,$$

$$\sigma_{\Pi}^2 = (0,5)^2 * 38,5 + (0,5)^2 * 1,4 + 2 * 0,5 * 0,5 * 6,205 * 1,18 * 0,88 = 13,2, \sigma_{\Pi} = \sqrt{13,2} = 3,63.$$

2) Если удельный вес более доходного, но и более рискованного 1-го проекта превышает удельный вес 2-го проекта, то $\gamma_1 = 0,8, \gamma_2 = 0,2$. Определяются параметры портфеля проектов

$$R_{cp}^{\Pi} = 0,8 * 19,8 + 0,2 * 10,2 = 17,9,$$

$$\sigma_{\Pi}^2 = (0,8)^2 * 38,5 + (0,2)^2 * 1,4 + 2 * 0,8 * 0,2 * 6,205 * 1,18 * 0,88 = 26,8, \sigma_{\Pi} = \sqrt{26,8} = 5,18.$$

3) Если удельный вес менее доходного, но и менее рискованного 2-го проекта превышает удельный вес 1-го проекта, то $\gamma_1 = 0,2, \gamma_2 = 0,8$. Определяются параметры портфеля проектов

$$R_{cp}^{\Pi} = 0,2 * 19,8 + 0,8 * 10,2 = 12,1,$$

$$\sigma_{\Pi}^2 = (0,2)^2 * 38,5 + (0,8)^2 * 1,4 + 2 * 0,8 * 0,2 * 6,205 * 1,18 * 0,88 = 4,5, \sigma_{\Pi} = \sqrt{4,5} = 2,12.$$

Бюджетная линия имеет уравнение

$$R^{\Pi} = 3 + \frac{7-3}{1} \sigma^{\Pi} = 3 + 4\sigma^{\Pi}.$$

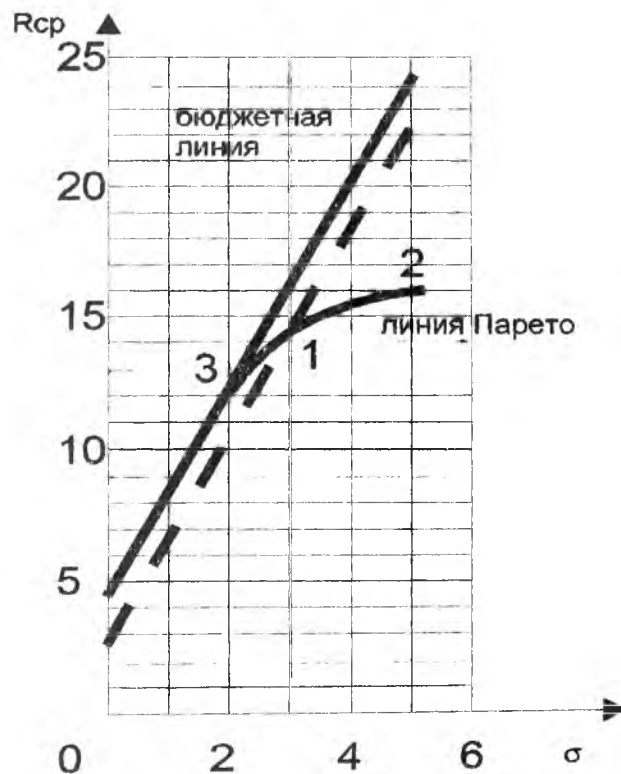


Рис. 6.2. Пояснение к примеру 6.2.1

Взаимное положение бюджетной линии и кривой Парето, изображенных на рис. 6.2, приводит к выводу о том, что предпочтениям ЛПР наиболее соответствует третья комбинация проектов, поскольку кривая безразличия, касательная к бюджетной линии, проведенной через точку (3), соответствует наибольшему значению полезности.

Задача 6.2.1. Составить портфель инновационных проектов, подобрав удельные веса инвестиций в каждый проект, при следующих данных:

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогноза	Доходность проектов, млн. руб.	
		Проект 1	Проект 2
Пессимистический	0,2	5	3
Реалистический	0,6	12	8
Оптимистический	0,2	20	14

Уровень безрисковой доходности ЛПР равен 6 млн руб. и инвестор требует, чтобы при риске 1 млн. руб. доходность составляла 8 млн. руб.

Задача 6.2.2. Составить портфель инновационных проектов, подобрав удельные веса инвестиций в каждый проект, при следующих данных:

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогноза	Доходность проектов, млн. руб.	
		Проект 1	Проект 2
Пессимистический	0,2	20	24
Реалистический	0,7	22	28
Оптимистический	0,1	23	34

Уровень безрисковой доходности ЛПР равен 9 млн руб. и инвестор требует, чтобы при риске 1 млн. руб. доходность составляла 10 млн. руб.

Задача 6.2.3. Составить портфель инновационных проектов, подобрав удельные веса инвестиций в каждый проект, при следующих данных:

Прогноз состояния рынка	Вероятность реализации прогноза	Доходность проектов, млн. руб.		
		Проект 1	Проект 2	Проект 3
Пессимистический	0,1	20	24	18
Реалистический	0,7	22	28	30
Оптимистический	0,2	25	35	32

Уровень безрисковой доходности ЛПР равен 12 млн руб. и инвестор требует, чтобы при риске 1 млн. руб. доходность составляла 5 млн. руб.

ТЕМА 7. ПЛАНИРОВАНИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

В объемный план НИОКР [10] включаются три вида работ:

- 1) работы, переходящие из предыдущих этапов, которые относились к незавершенным на начало планируемого периода; объем работ Q_1 определяется по степени незавершенности работ (коэффициент незавершенности равен отношению объема незаконченных работ к общему объему работ по теме),
- 2) работы, которые предстоит начать и полностью завершить в планируемом периоде, составляют объем работ Q_2 ,
- 3) работы, которые предстоит начать в планируемом периоде и завершить в последующих периодах, образуют объем работ Q_3 , определяемый по степени завершенности работ (коэффициент завершенности равен отношению объема законченных работ к общему объему работ по теме).

Планируемый объем работ равен

$$Q_{пл} = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

На планируемый объем работ наложены ограничения:

- по трудоемкости выполнения

$$Q_{пл} \leq P\Phi_3\Pi k_{вн},$$

P - численность работников в плановом периоде, Φ_3 - эффективный фонд времени одного работника за период, дней, Π - производительность работника, руб./день, $k_{вн}$ - средний коэффициент выполнения норм,
по стоимости работ

$$Q_{пл} \leq P\Pi_{\Sigma},$$

Π_{Σ} - суммарная (за период) производительность одного работника, руб.

В [10] приводится следующая схема планирования НИОКР:



В [31,18] указано, что основной задачей технико-экономического обоснования (ТЭО) проекта является определение величины экономического эффекта от использования в процессах производства и потребления основных и сопутствующих результатов, получаемых при решении технической задачи проекта.

Основными разделами ТЭО являются следующие.

Введение

- Обоснование необходимости и актуальности исследования данной научной проблемы (метода) или разработки аппаратуры, алгоритма, программы.
- Анализ ожидаемых результатов использования созданной аппаратуры, методов, алгоритмов в различных областях применения и экономических последствий этих результатов.

Техническое описание проблемы

- Обоснование используемой элементной базы, метода или принципа действия проектируемой аппаратуры, применяемых материалов, методов проектирования.
- Оценка уровня качества, в том числе уровня унификации и стандартизации, технологичности конструкции.
- Обоснование метода исследования и состава применяемой аппаратуры.

Технико-экономическое обоснование

- Определение порядка ТЭО и состава расчетов.
- Выбор потенциально возможных вариантов (баз) сравнения.
- Формулировка основных и сопутствующих результатов применения созданной аппаратуры, методов, алгоритмов, программ.
- Расчет затрат на стадиях исследования, производства, использования продукта.
- Стоимостная оценка основных и сопутствующих результатов (научные - открытие новых законов, явлений; организационные - разработка новых форм и методов организации процессов; экологические - улучшение параметров окружающей среды; социальные - изменение характера и условий труда и потребления).
- Приведение сравниваемых параметров с сопоставимому виду по технико-эксплуатационным параметрам и по времени.
- Выбор метода расчета экономического эффекта и расчет эффекта.
- Составление перечня работ для проведения исследования, определение их трудоемкости, расчет общей продолжительности выполнения работ.
- Составление сетевого графика.

Для сравнения основными разделами бизнес-плана инвестиционного проекта [1] являются следующие: характеристика среды бизнеса, отрасли, вида деятельности, предприятия; характеристика предлагаемого проекта и описание потребительских качеств продукта; анализ рынка сбыта, определение емкости рынка; прогноз конъюнктуры рынка и конкурентной ситуации; стратегия плана маркетинга; план продаж; план производства; план НИОКР и технической доработки продукта; организационный план и стратегия менеджмента; оценка риска инвестирования; финансовый план; планирование возврата заемных средств; планирование денежных потоков; стратегия финансирования, плановый баланс.

Финансовый план инновационного проекта (или инновационного предприятия) включает в себя [10] таблицы следующих форм:

План финансирования инновационного проекта (предприятия)

№	Шифр темы и № этапа	№ договора	Сроки выполнения	Цена	Объем финансирования, полученный на начало года	План финансовых поступлений за год			Получено
						всего	собственные работы	услуги сторонних организаций	
А. Средства госбюджета									
Б. Средства заказчиков									
В. Прочие средства									
Итого									

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бизнес-план инвестиционного проекта: отечественный и зарубежный опыт: учебное пособие /Под ред. Попова В.М. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 418 с.
2. Виханский О.С. Стратегическое управление: учебник. - М.: Изд-во МГУ, 1995. - 252 с.
3. Водачек Л., Водачкова О. Стратегия управления инновациями на предприятии. - М.: Экономика, 1989. - 240 с.
4. Глазьев С.Ю. Экономическая теория технического развития. М.: Наука, 1990.-232 с.
5. Демина Е.В., Резникова Н.П., Добронравов А.С. и др. Менеджмент предприятий электросвязи. - М.: Радио и связь, 1997. - 468 с.
6. Длинные волны: Научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие. С.Ю. Глазьев, Г.И. Микерин, П.Н. Тесля и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991.– 224 с.
7. Долгов П.П., Кошелев В.Н. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в машиностроении: планирование, организация, экономика. - Л.: Машиностроение, 1983. - 265 с.
8. Елисеева И.И., Терехов А.А. Статистические методы в аудите. - М.: Финансы и статистика. 1998.- 176 с.
9. Инновационный менеджмент: учебник для вузов / Под ред. Ильенковой С.Д. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. -327 с.
- 10.Инновационный менеджмент: справочное пособие / Под ред. Завлина П.Н., Казанцева А.К., Миндели Л.Э. - М.: Центр исследований и статистики науки, 1998. - 568 с.
- 11.Ипотечно-инвестиционный анализ: учебное пособие / Под ред. Есипова В.Е. - Спб. - 207с.
- 12.Канащенков А.И. Оптимизация планирования в объединениях приборостроения. - М.: Машиностроение, 1991. - 224 с.
- 13.Кендел М.Дж. Ранговые корреляции. – М.: Статистика, 1975.- 214 с.
- 14.Кендел М.Дж. Временные ряды.- М.: Финансы и статистика, 1981. - 199 с.
- 15.Кожекин Г.Я., Сеница Л.М. Организация производства: учебное пособие.- Минск, ИП "Экоперспектива", 1998. - 334 с.
- 16.Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В.М. Производственный и операционный менеджмент: учебник. - Спб: Специальная литература, 1998.- 366 с.
- 17.Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие экон. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 400 с.
- 18.Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса: методические рекомендации и комментарии по их применению. - М., 1989, 200 с.
- 19.Котлер Ф. Основы маркетинга. - М.: Прогресс, 1990. - 736 с.
- 20.Маршал А. Принципы политической экономии. - М.: Прогресс, 1983. - 405 с.
- 21.Николаева С.А. Особенности учета затрат в условиях рынка: система "директ-костинг". М.: "Финансы и статистика", 1993, в 2-х т.
- 22.Оглезнев Н.А. Методы определения экономической эффективности. - Куйбышев, КуАИ, 1989. 52с.
- 23.Организация и планирование машиностроительного производства / Под ред. Ипатоава М.И., Постникова В.И., Захаровой М.Н. - М.: Высшая школа, 1988.-367 с.

24. Портер М. Международная конкуренция. - М. Международные отношения, 1993.- 200 с.
25. Рюмин В.П. Как рассчитать цену на научно-техническую продукцию. - М.: Финансы и статистика. - 1993. - 80с.
26. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. - Мн.: ИП "Экоперспектива", 1998. - 498 с.
27. Симаранов С.Ю. Инвестиционный инжиниринг как технология управления рисками. В книге "Инвестирование в инновационный бизнес: мировая практика- венчурный капитал", Москва, Акад. народ. хоз. при Правит. РФ, 1996, с. 125-146.
28. Саприцкий Э.Б. Как оценить рыночную стоимость машин и оборудования на предприятии. М.: Центр экономики и маркетинга, 1997. - 64 с.
29. Сыроежкин И.М. Совершенствование показателей эффективности и качества. - М.: Экономика, 1980. - 192 с.
30. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. - М.: Экономика, 1989.- 220 с.
31. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: учебное пособие для вузов / Астренина Л.А., Балдесов В.В. и др. -М.: Высшая школа, 1991. 176 с.
32. Типовые методические рекомендации по планированию, учету и калькулированию себестоимости научно-технической продукции, утверждены приказом Министерства науки и технической политики РФ от 15.06.94 г. №ОР-22-2-46
33. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: учебник для вузов. - М.: ЗАО "Бизнес-школа "Интел-Синтез", 1998. - 600 с.
34. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. - М.: Мир, 1967. - 506с.
35. Хеттманспергер Т.П. Статистические выводы, основанные на рангах. - М.: Финансы и статистика, 1987.- 334 с.
36. Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники.- М.: Сов. радио, 1975.- 448 с.
37. Чубаков Г.Н. Стратегия ценообразования в маркетинговой политике предприятия. - М.: ИНФРА-М, 1995. - 224 с.
38. Шеремет А.Д., Сайфулип Р.С., Негашев Е.В. Методика финансового анализа предприятия. М.: Ассоциация бухгалтеров СНГ. Научно-Производственная фирма «ЮНИ ГЛОБ», 1992 - 400 с.
39. Шумпетер Дж. Теория экономического развития – М.: Прогресс, 1982. - 405 с.
40. Maier H. Basic Innovations and the Next Long Wave of Productivity Growth: Socioeconomic Implications and Consequences. – Berlin, 1987.
41. Mensch G.O. On Theory Integration Towards Economics of Scope // Long Waves, Depression and innovation/ - Sienna – Florence, 1985.

Учебное издание

Гераськин Михаил Иванович

ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Учебное пособие

Лицензия ЛР №020301 от 30.12.1996 г.
Подписано в печать 11.09.2000 г. Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,27. Усл. кр.-отт. 6,39. Уч.-изд. л. 6,75.
Тираж 200 экз. Заказ №

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
443086, Самара, Московское шоссе, 34

ИПО Самарского государственного аэрокосмического университета
443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 151