

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Д. В. Шимановский

МИКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Д. В. Шимановский

МИКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

*Допущено методическим советом
Пермского государственного национального
исследовательского университета в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлениям подготовки бакалавров
«Прикладная математика и информатика»
и «Бизнес-информатика»*



Пермь 2022

УДК 330.46, 338.5

ББК 65.012.1

Ш61

Шимановский Д. В.

Ш61 Микроэкономическое моделирование и системный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. В. Шимановский ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2022. – 3,23 Мб ;131 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/Shimanovskij-I-Mikroekonomicheskoe-Modelirovanie-I-Sistemnyj-Analiz.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3855-0

Рассматриваются теоретические основы общей теории систем и её приложения в микроэкономике. В издании приводятся числовые примеры, направленные на формирование навыков системного анализа, экономического мышления, принятия решений в сфере управления экономическими ресурсами и процессами. Пособие содержит задания для практических занятий (тесты, расчётные задачи), что способствует закреплению теоретического материала курса. Предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям «Прикладная математика и информатика» и «Бизнес-информатика».

УДК 330.46, 338.5

ББК 65.012.1

*Печатается по решению ученого совета экономического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Рецензенты: кафедра «Прикладная математика» Пермского национального исследовательского политехнического университета (зав. кафедрой – д-р тех. наук, профессор **В. П. Первадчук**);

профессор департамента менеджмента НИУ ВШЭ – Пермь,
д-р экон. наук, профессор **Е. А. Третьякова**

ISBN 978-5-7944-3855-0

© ПГНИУ, 2022

© Шимановский Д. В., 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ.....	7
1.1 Развитие представлений о системах – историческая справка.....	7
1.2 Понятие системы и основные категории общей теории систем.....	8
1.3 Основные классификации систем	11
1.4 Основные свойства систем	12
1.5 Теория целеполагания социальных систем.....	13
Вопросы для самопроверки к главе1	15
Тест для самопроверки к главе 1	16
ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ.....	18
2.1 Моделирование поведения потребителей на рынке.....	18
2.2 Виды функций полезности.....	22
2.3 Линия бюджетного ограничения и выбор потребителя.....	26
2.4 Функция спроса и ее свойства	29
2.5 Эффект дохода и эффект замещения	33
2.6 Рыночный спрос и коэффициенты эластичности при его анализе.....	35
Задачи для самостоятельного решения к главе 2.....	37
Тест для самопроверки к главе 2	38
ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
ПОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	41
3.1 Производственная функция и ее виды.....	41
3.2 Свойства производственной функции: эффект масштаба	
и виды научно-технического прогресса	46
3.3 Издержки производства и выбор производителя	48
3.4 Издержки производства	51
3.5 Максимизация прибыли конкурентной фирмой и кривая предложения....	55
Задачи для самостоятельного решения к главе 3.....	58
Тест для самопроверки к главе 3	59
ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
ТИПОВ РЫНОЧНЫХ СТРУКТУР	62
4.1 Понятие рыночной структуры и рынок совершенной конкуренции.....	62
4.2 Модель монополии	64
4.3 Основные модели монополистической конкуренции	73
4.4 Основные модели олигополии	76
Задачи для самостоятельного решения к главе 4.....	81
Тест для самопроверки к главе 4	82
ГЛАВА 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ ФИРМЫ	
И РЫНКИ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА	85
5.1 Определение монопольной прибыли.....	85
5.2 Определение технологической прибыли.....	87

5.3 Спрос на факторы производства	89
5.4 Предложение факторов производства	91
5.5 Равновесие на рынках факторов производства.....	95
Задачи для самостоятельного решения к главе 5	98
Тест для самопроверки к главе 5	99
ГЛАВА 6. ОБЩЕЕ РАВНОВЕСИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ	
И ВНЕШНИЕ ЭФФЕКТЫ В МИКРОЭКОНОМИКЕ.....	101
6.1 Существование общего равновесия	101
6.2 Эффективность общего экономического равновесия	105
6.3 Теория общественного благосостояния	111
6.4 Внешние эффекты.....	118
Задачи для самостоятельного решения к главе 6.....	123
Тест для самопроверки к главе 6	124
ПОДГОТОВКА К ИТОГОВОМУ	
КОНТРОЛЬНОМУ МЕРОПРИЯТИЮ	126
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	130

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие граждане Российской Федерации работают в крупных компаниях, характеризующихся наличием тысяч структурных подразделений, каждое из которых имеет свои цели и функции. Часто работник одного структурного подразделения знает лишь малую часть бизнес-процессов компании и не может взглянуть на свою деятельность системно. Например, программист отвечает за разработку программного продукта, формирующего отчеты руководству ПАО «Сбербанк» о динамике продаж ипотечных кредитов. Однако он не имеет представления о том, какие управленческие решения принимаются на основе данной отчетности, какие показатели и почему включены в этот отчет.

В связи с этим необходимо, чтобы работник рассматривал свою организацию как систему и выделял собственную роль в ее бизнес-процессах, а также имел представление о том, как некачественное выполнение им своих функций может повлиять на работу других структурных подразделений организации.

Эти навыки могут быть сформированы благодаря изучению специальной научной дисциплины, которая носит название «Системный анализ». Если опустить некоторые формальные представления, можно утверждать, что системный анализ – это наука о системах. Она изучает наиболее общие свойства, характерные для любой системы.

Между тем системы присутствуют не только в жизни людей. Системы существуют также и в живой, и в неживой природе. В качестве примера приведем такую биологическую систему, как стая волков. Она имеет свою устоявшуюся структуру, иерархию, и каждый ее член выполняет свои функции.

Таким образом, имеется потребность в разработке учебных курсов, которые могли бы раскрыть понятие системы в привязке к определенной области.

В Пермском государственном национальном исследовательском университете сложилась следующая практика преподавания соответствующих дисциплин: общая теория систем читается отдельным курсом на естественно-технических факультетах без привязки к конкретной предметной области (биология, информационные технологии и др.), а системный анализ преподается на некоторых факультетах с привязкой к какой-либо частной научной области («Системный анализ в ИТ», «Системный анализ (для экономистов)»).

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направлений 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и 38.03.05 «Бизнес-информатика» экономического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.

Цель изучения дисциплины – получение навыков системного мышления как инструмента практической деятельности и обретение возможности его практического применения.

Объектом данной дисциплины выступают микроэкономические системы.

Предметом дисциплины являются процессы производства, потребления и управления в экономических системах.

Предполагается, что студент до ознакомления с данным учебно-методическим пособием освоил курс высшей математики. Как часто используемые методы системного анализа в пособии применяются аппарат дифференциального исчисления функций многих переменных, графический анализ и теория экстремума.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать основные положения системной методологии, позволяющей исследовать и решать сложные слабоструктурированные проблемы на различных уровнях в разных функциональных областях управления организацией;

уметь применять на практике современные методы системного анализа для конкретных приложений в экономической сфере;

владеть навыками структуризации и формализации задач анализа и синтеза при исследовании сложных экономических систем.

В *первой главе* рассмотрены положения общей теории систем и системного анализа. В частности, раскрываются основные обязательные и необязательные свойства систем, основные категории системного анализа и теория целеполагания систем.

Во *второй и третьей* главах приводятся основы теории применимости системных свойств на примере моделирования рыночного взаимодействия. В частности, раскрывается теория формирования рыночного спроса и рыночного предложения.

В *четвертой* главе приводится теория моделирования основных видов микроэкономических систем – рыночных структур, в том числе рассматриваются положения моделирования равновесия на рынке совершенной конкуренции, а также при наличии монополии и олигополии.

В *пятой* главе дается обзор методов математического моделирования другого типа микроэкономических систем – рынка труда. В частности, рассматриваются концепции формирования спроса и предложения на рынке труда и пути установления рыночного равновесия.

В *шестой* главе дается обзор теории установления общего равновесия при межрыночном взаимодействии нескольких экономических систем.

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

1.1 Развитие представлений о системах – историческая справка

Понятие системности, которая выступает противоположностью хаосу, зародилось еще в Древней Греции. Развивая зачатки знаний древнегреческих ученых, богословы Средних веков представляли человека как систему духовного и материального. Между душой человека (его духовным началом) и материальным телом существовала неразрывная связь. Согласно учению средневековых философов, мир устроен Богом разумно, то есть представляет собой упорядоченную систему.

Таким образом, в понимании античных и средневековых авторов, мир – это упорядоченная и иерархическая система.

Позже ученые Нового времени стали рассматривать социальные системы как отдельный вид материальных систем.

При дальнейшей специализации научных исследований в XVII в. выделилась экономическая наука, которая рассматривает отношения по поводу производства, потребления и распределения экономических благ. Одной из главных экономических систем является рынок как механизм взаимосвязи продавцов и покупателей.

В конце XIX в. экономика начинает активно применять аппарат математического моделирования благодаря так называемой маржиналистской революции. Появляется понятие предельной величины, которая математически сводится к понятию производной.

В результате построения математических моделей рыночных отношений экономисты начала XX в. стали уделять особое внимание понятию равновесия как баланса двух или нескольких движущих сил рынка, которые благодаря саморегуляции приходят к определенной договоренности.

Несмотря на появление зачаточных знаний о системности нашего мира еще в древности, теория систем как отдельная наука получила свое развитие лишь в 1950-е гг. благодаря австрийскому биологу Людвигу фон Берталанфи, который организовал институт системных исследований. Л. фон Берталанфи сконцентрировал свои исследования на изучении общих закономерностей биологических и социальных систем.

В последующем достижения общей теории систем были применены в различных областях человеческой деятельности: в менеджменте, логистике, градостроительстве, коммунальном хозяйстве.

Особое применение общей теории систем нашло в информационных технологиях. В настоящее время в мире существуют десятки тысяч компьютерных

сетей и одна глобальная сеть – Интернет. Функционирование компьютерных сетей осуществляется благодаря наличию огромных баз данных, которые тоже являются своего рода системами.

Согласно данным Росстата, по состоянию на 2019 г. доля населения России, использующего коммуникационную сеть Интернет, достигла 82 % от общего числа жителей и продолжает стремительно расти.

Быстрое развитие социальных сетей подчеркивает актуальность применения общей теории систем в области информационных технологий. Например, социальная сеть «ВКонтакте» представляет собой сложнейшую систему с огромным числом элементов и связей между ними.

Таким образом, хотя основы системного мышления появились еще в древние времена, особую актуальность положения общей теории систем приобрели только во второй половине XX в.

1.2 Понятие системы и основные категории общей теории систем

Понятие «система» зародилось задолго до выделения общей теории систем в самостоятельную научную дисциплину. Оно использовалось в биологии, математике и некоторых других науках.

Часто понятие «система» ассоциируется с чем-то упорядоченным, взаимосвязанным, подчиненным некоторым правилам (например, периодическая система элементов Менделеева).

В переводе с греческого слово *συστήμα* означает нечто целое, состоящее из нескольких элементов. Таким образом, когда мы вводим определение системы, необходимо учитывать, что все ее элементы должны иметь устойчивые связи.

К нашему времени различные авторы вывели множество определений понятия «система». Приведем лишь некоторые из них:

- совокупность взаимосвязанных элементов;
- совокупность элементов, имеющих общую цель;
- упорядоченное множество элементов, имеющих общую структуру.

Понятие системы противоположно несвязной совокупности элементов, не имеющих общей цели и структуры.

Одним из центральных понятий общей теории систем является «элемент системы». Согласно одному из определений, **элемент системы** – единая и неделимая часть системы. Под неделимостью мы понимаем нецелесообразность дальнейшего деления с точки зрения изучения данной системы.

С позиций одной науки какой-либо объект может являться системой, а с позиций другой – лишь элементом более сложной системы. Например, планета Земля с позиций геологии является сложной системой, а с позиций астрономии – лишь элементом Солнечной системы.

Элемент системы может выполнять свои специфические функции. Часто он чем-то отличен от остальных элементов системы, но связан с ними тем или иным образом.

Среди всех элементов системы можно выделить системно значимые элементы. **Системно значимый элемент** – это элемент, который по своим характеристикам сильно отличается от остальных элементов системы.

Например, если мы рассматриваем субъекты Федерации как элементы системы Российская Федерация, то ее системно значимыми элементами могут считаться г. Москва и Санкт-Петербург. Они сильно отличаются от остальных регионов размером ВРП, плотностью населения и некоторыми другими социально-экономическими характеристиками.

Часто системно значимые элементы оказывают особое влияние на функционирование всей системы. Например, крупнейшие компании России влияют на развитие всей экономики Российской Федерации.

Второй важнейшей категорией теории систем является понятие связи в системе. **Связь в системе** – это воздействие параметра одного элемента системы на параметр другого элемента системы. Следует подчеркнуть, что связь не означает простую расположенность элементов друг за другом. Под связью мы понимаем то, что характеристики одного элемента влияют на характеристики другого элемента. Например, чем больше железной руды поставит на металлургический завод рудник, тем больше стали будет выплавлено данным заводом.

Связи в системе должны быть постоянными и устойчивыми. Если связи между элементами имеют случайный или эпизодический характер, то такое множество элементов нельзя назвать системой.

Например, множество пассажиров автобуса системой не являются, так как они связаны между собой временно и непостоянно.

Выделяют прямые и обратные связи в системе (рис. 1). Если связь действует лишь в одном направлении, то она является прямой. Однако наиболее важными для изучения являются обратные связи.



а) Пример прямой связи



б) Пример обратной связи

Рис. 1.1. Виды связей в системе

Благодаря действию обратных связей элементы системы подстраиваются под работу друг друга. Например, согласно классической методологии экономической теории в национальной экономической системе можно выделить три элемента: органы государственного управления, население и бизнес-сообщество. Органы государственного управления проводят опросы населения, выясняют его удовлетворенность экономической ситуацией в стране. Получая сигналы по обратной связи от населения, государство может скорректировать свою экономическую политику.

Одним из частных случаев описанного примера является принятие решения Банком России об изменении ключевой ставки. Если совокупный спрос растет, то чаще всего в стране повышается инфляция. В таком случае Центральный банк принимает решение о повышении ключевой ставки. Однако отклик экономики на данное управленческое решение происходит не сразу. Сигнал по обратной связи от реального сектора экономики в виде показателей роста ВВП или инфляции Банк России получает лишь через 2–3 квартала.

Третьей важнейшей категорией теории систем является понятие подсистемы. **Подсистема** – делимая часть системы. Подсистема сама может состоять из элементов.

Далее перейдем к описанию классификаций систем по основным классификационным признакам.

1.3 Основные классификации систем

Системы классифицируют по выбранному признаку. Единой общепринятой классификации систем на данный момент не существует. Ниже приведены лишь наиболее известные и важные с точки зрения автора данного учебно-методического пособия классификации систем.

По степени открытости системы делят на **открытые** и **закрытые**. Открытые системы непрерывно взаимодействуют с внешней средой. Например, любое коммерческое предприятие является открытой системой. Новые сотрудники устраиваются на предприятие из внешней среды. Также многие коммерческие предприятия взаимодействуют с партнерами, поставщиками и клиентами, которые тоже относятся к внешней среде. В связи с этим следует дать четкое определение внешней среды, хотя, наверное, многим читателям оно интуитивно понятно. **Внешняя среда** – это множество объектов, которые не входят в систему, но оказывают на нее воздействие. Например, клиенты банка не являются его элементами, но приносят ему основной доход.

По степени организации выделяют **плохо организованные**, **хорошо организованные** и **самоорганизующиеся** системы. В отличие от плохо организованных систем, в хорошо организованных системах многие процессы повторяются по заданному алгоритму.

Особое внимание уделяется самоорганизующимся системам. Многие биологические системы являются самоорганизующимися. Ведь в биологическом мире идет эволюция многих видов и адаптация к изменяющимся условиям внешней среды.

В наибольшей степени самоорганизация присуща социальным системам. Ведь человечество постепенно развивается в экономическом и социальном плане.

По степени сложности различают **простые** и **сложные** системы. Чем больше в системе элементов и связей между ними, тем сложнее такая система. При этом провести четкую границу, преодолев которую простая система становится сложной, как правило, невозможно.

По происхождению системы бывают **естественные** и **искусственные**. Искусственные системы, как следует из названия, созданы человеком. Примерами искусственных систем могут служить компьютерная сеть или автомобиль.

Также выделяют **статические** и **динамические** системы. Если характеристики системы постоянно изменяются, то такая система называется динамической. Например, любая компания является динамической системой, так как ее финансовые показатели (прибыль, выручка, рентабельность активов) постоянно меняются.

Как можно заключить из прочитанного, многие способы классификации систем являются условными. Например, абсолютно самоорганизующихся систем не существует, так как любая система развивается как под действием собственных активных сил, так и в результате взаимодействия с внешней средой. Точно так же не существует и абсолютно закрытых систем.

1.4 Основные свойства систем

Каждая система обладает уникальными свойствами. Например, город Пермь как система обладает таким уникальным свойством, как расположение на двух берегах р. Кама. Однако ученые выделяют ряд обязательных свойств, которыми должна обладать каждая система. Также существуют свойства, которые есть не у всех, но у большинства систем.

Первым обязательным свойством системы является свойство **целостности**. Согласно свойству целостности каждый из элементов системы связан хотя бы с одним из остальных ее элементов.

Приведем простой пример. Предположим, что конкретный муравей был частью системы муравейник. Однако в какой-то момент он не вернулся в муравейник. Следовательно, он потерял связи со всеми остальными элементами системы. Тогда согласно свойству целостности он уже не является частью системы муравейник.

Следующее обязательное свойство системы – **синергизм**. Суть синергизма заключается в том, что эффективность всей системы выше, чем сумма эффективностей отдельных ее элементов. Иными словами, в системе элемент работает эффективнее, чем он бы работал вне системы.

Приведем пример. Допустим, в сфере фриланса независимо работали два программиста. Среднемесячный доход первого из них составлял 40 тыс. руб., а средний доход второго равнялся 50 тыс. руб., но объединившись в команду, они стали получать суммарный доход 130 тыс. руб.

Зададимся вопросом: почему суммарный доход стал 130 тыс. руб., а не 90 (40 + 50) тыс. руб.? Это могло произойти за счет обмена опытом, отказа от дублирующих функций, разделения труда и т. д. Таким образом, мы наблюдаем, что возникает **синергетический эффект**, равный 40 тыс. руб. для данного случая.

Если при объединении элементов в систему не возникает синергетического эффекта, то им нет смысла объединяться в систему.

Третьим обязательным свойством систем является свойство **эмерджентности** (от англ. *emergent* – возникающий, неожиданно появляющийся). Согласно свойству эмерджентности в системе присутствуют такие свойства, которых нет у отдельных элементов системы.

Например, автомобиль является сложной системой со множеством элементов. Но ни один из элементов по отдельности не способен перевозить грузы или пассажиров. Лишь при объединении элементов в одно целое образующаяся система может выполнять свою основную функцию.

Точно так же ни один элемент автомобильного завода не может сам по себе выпускать готовые автомобили.

Помимо обязательных свойств систем, выделяют также их необязательные свойства, которыми обладают не все, но большинство систем.

Первым из таких свойств является свойство **робастности** (англ. *robustness*, от *robust* – крепкий, сильный, твердый, устойчивый). Оно означает, что система продолжает функционировать при выходе из строя отдельных ее элементов. Например, если из группы компаний выходит какая-либо организация, то чаще всего группа продолжает функционировать.

Вторым необязательным свойством является свойство **эквивифинальности** (англ. *equifinality*). Свойство эквивифинальности означает, что система способна приходить к конечному состоянию вне зависимости от ее первоначального состояния и условий внешней среды.

С философской точки зрения данным свойством обладают все системы, так как рано или поздно любая система прекратит свое существование вне зависимости от ее первоначального состояния и условий внешней среды.

Таким образом, мы рассмотрели основные системные свойства. Теперь перейдем к рассмотрению такой важной категории, как «цель системы».

1.5 Теория целеполагания социальных систем

Развитие социальных систем часто подчинено какой-либо цели. Действия каждого человека также должны быть целенаправленными. Считается, что, если человек большую часть своего времени проводит бесцельно, это может свидетельствовать о наличии у него серьезных психологических проблем.

Образование тоже должно быть целенаправленным процессом. Поступая на какое-либо направление обучения в вузе, абитуриент должен четко понимать, где эти знания могут пригодиться и на какие профессии он может претендовать, получив данное образование.

Часто выбор недостижимых целей приводит к снижению эффективности деятельности системы (например, построение мировой системы социализма как цель существования Советского Союза).

В настоящее время широкое распространение получила методология постановки целей под названием SMART (Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound).

Согласно данной методологии, цель должна обладать следующими свойствами:

- 1) конкретность;
- 2) достижимость;
- 3) измеримость;
- 4) уместность;
- 5) привязка ко времени.

Далее рассмотрим более подробно каждое из продляемых свойств цели.

Конкретность. Цель должна быть конкретна, чтобы в конце периода планирования можно было оценить, достигла система поставленной цели или нет. Например, неконкретными будут цели «хочу быть богатым», «наша компания должна стать узнаваемой во всей России», «хотим сделать своих клиентов счастливыми».

Достижимость. При постановке цели индивид должен продумать, какими средствами и способами цель может быть достигнута и велика ли вероятность её достижения.

Измеримость. В формулировке цели должны присутствовать четкие количественные показатели.

Уместность. Цель не должна противоречить жизненным ценностям и приоритетам человека.

Привязка ко времени. Когда человек ставит цель, он должен четко себе представлять, к какому сроку она будет выполнена.

Приведем пример плохо сформулированной цели: «хочу быть богатым». У человека есть желание стать богатым, удовлетворить определенные потребности и, возможно, получить определенный социальный статус. Однако данная цель не удовлетворяет ни одному из указанных выше критериев.

Рассмотрим более удачную формулировку цели с точки зрения методологии SMART: «Хочу к 1 января 2027 г. иметь депозитный счет с остатком в 1 млн руб. в ПАО Сбербанк. Для этого мне нужно устроиться на работу не позднее 1 января 2022 г. с зарплатой не менее 40 тыс. руб., из которых я должен откладывать на депозитный счет не менее 20 тыс. руб. в месяц».

Данная цель более конкретна, содержит определенные цифры и имеет средства достижения.

В зависимости от масштабности и горизонта прогнозирования цели бывают **тактические** и **стратегические**. Примером тактической цели человека со средним для Российской Федерации уровнем доходов может служить покупка какого-либо предмета бытовой техники. Пример стратегической цели для аналогичного человека – покупка квартиры.

Реализация тактических целей не должна мешать достижению стратегических целей. В идеальном случае тактические цели должны конкретизировать стратегические.

Цель должна быть достаточно амбициозной, но в то же время выполнимой. Недопустима ситуация, когда цель достигается сама по себе. Например, недопустима ситуация, когда здоровый двадцатилетний юноша ставит себе цель пробежать сто метров за любой временной промежуток.

Цель, в свою очередь, должна решать какую-либо проблему. Например, глупо копить деньги просто так, как это было приведено в примере выше. Денежные средства рано или поздно должны быть истрачены на удовлетворение какой-либо потребности.

Мы рассмотрели основные положения общей теории систем. Далее в главах 2–5 мы исследуем систему экономико-математических дисциплин с позиций их системной взаимосвязи.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 1

1. Поясните, чем система отличается от несвязной группы элементов.
2. Поясните суть свойства эмерджентности.
3. Приведите пример обратной связи в системе.
4. Чем открытые системы отличаются от закрытых?
5. Какими свойствами должна обладать цель согласно методологии SMART?
6. Составьте пример одной из своих целей со сроком исполнения не более месяца.
7. Приведите пример синергетических эффектов, которые возникают в известных Вам системах.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 1

1. Назовите два наиболее характерных признака, по которым система отличается от группы несвязных объектов:
 - a) система имеет устойчивые связи между элементами;
 - b) система может принимать новые элементы;
 - c) все элементы системы имеют общую цель;
 - d) система не всегда имеет материальное представление.
2. Чем открытая система отличается от закрытой?
 - a) открытая система взаимодействует с внешней средой;
 - b) открытая система может принимать новые элементы;
 - c) открытая система связана с другими системами;
 - d) открытая система не имеет четких границ между ее элементами и внешней средой.
3. Чем статическая система отличается от динамической?
 - a) динамическая система качественно изменяется во времени;
 - b) динамическая система способна к перемещению;
 - c) характеристики динамической системы постоянно изменяются;
 - d) динамическая система способна к самостоятельному развитию.
4. Может ли подсистема быть разделена на элементы?
 - a) да, так как подсистема – это делимая часть системы;
 - b) нет, так как подсистема – неделимая часть системы;
 - c) да, так как любая система имеет иерархию «система – подсистема – элемент»;
 - d) нет, так как система может состоять из подсистем, но не может состоять из элементов.
5. Свойство эмерджентности предполагает, что:
 - a) у всей системы есть такие свойства, которых нет у отдельных элементов;
 - b) у каждого элемента системы есть свои уникальные свойства;
 - c) система меняет свои характеристики со временем;
 - d) система всегда приходит к одинаковому конечному состоянию.
6. Свойство робастности предполагает:
 - a) сохранение работоспособности системы при выходе из строя некоторых ее элементов;
 - b) прекращение существования системы при выходе из строя некоторых ее элементов;
 - c) взаимосвязь всех элементов системы друг с другом;
 - d) наличие четких границ у системы.

7. Закон целеполагания утверждает:
- a) цель развития системы определяется объективными законами природы и общества;
 - b) каждая система должна иметь генеральную цель;
 - c) система должна иметь иерархию целей;
 - d) цель системы должна быть четко сформулирована.
8. Согласно принципу обратной связи исходный элемент:
- a) меняет другие элементы системы;
 - b) меняет сам себя;
 - c) меняет объекты из внешней среды;
 - d) меняет характер связей между элементами.
9. Какой из методов управления системой предполагает, что цель развития системы задана лишь качественно?
- a) реактивный,
 - b) целевого управления,
 - c) стимулирующих воздействий,
 - d) стереотипного управления.
10. Предполагается, что система находится в критическом состоянии, если:
- a) не может выполнять свои функции в полном объеме,
 - b) потеряла значительную часть своих элементов,
 - c) связи в системе стали непостоянными,
 - d) система скоро прекратит существование.

ГЛАВА 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

На ранних этапах развития экономики как науки использование в ней математического аппарата было минимальным. Важный вклад в развитие применимости математических методов в экономической теории внесла маржиналистская революция, которая произошла в конце XIX века. Начиная с этого периода объяснение экономических процессов происходило с использованием языка математики. Особое теоретическое значение стали приобретать предельные величины, расчет которых сводится к вычислению частных производных.

В первом параграфе этой главы рассмотрены модели из теории поведения потребителя, во втором – поведения производителя. Третий параграф содержит обзор экономико-математических моделей, описывающих типы рыночных структур.

2.1 Моделирование поведения потребителей на рынке

Как известно из курса экономической теории, одной из главных предпосылок неоклассической микроэкономики служит предположение, согласно которому потребитель ведет себя рационально. Иными словами, он предпочитает наилучший товарный набор из всех ему доступных.

Такая предпосылка дает основу для использования оптимизационных моделей в микроэкономической теории. При этом экономисты-теоретики признают, что эта предпосылка выполняется не всегда. Тем не менее, принятие этой важнейшей предпосылки позволяет применять математический инструментарий.

Кроме этой, микроэкономическая теория выделяет еще ряд предпосылок поведения потребителя на рынке.

Первая из них – **аксиома транзитивности**. Она гласит: если товарный набор А предпочтительнее какому-либо потребителю товарного набора В, а товарный набор С предпочтительнее набора В, то, следовательно, для потребителя товарный набор С предпочтительнее набора А.

Далее отношение предпочтения мы будем обозначать символом « \prec ». Таким образом, выражение « $A \prec B$ » будет означать, что товарный набор В предпочитается потребителем товарному набору А.

Вторая предпосылка – **аксиома полной упорядоченности**. Она означает, что либо товарный набор A предпочтительнее товарного набора B , либо товарный набор B предпочтительнее товарного набора A . На формальном языке данное выражение можно записать следующим образом: либо $A \prec B$, либо $B \prec A$.

Смысл этой аксиомы в том, что потребитель полностью уверен в своих предпочтениях. Он всегда может определить, что для него лучше без лишних размышлений.

Третья предпосылка носит название **аксиомы рефлексивности**. Она означает, что $A \prec A$.

В данном пособии упомянуты лишь основные аксиомы потребительского выбора. Они являются основой теории потребления.

Перейдем к определению такого понятия, как «полезность», которое лежит в основе теории потребительского выбора. Согласно одному из определений, **полезность** – это свойство блага удовлетворять ту или иную потребность.

Согласно теории маркетинга основу любого товара составляет нужда. Таким образом, каждый товар удовлетворяет ту или иную потребность индивида. Например, часы удовлетворяют потребность в информации о точном времени. Автомобиль удовлетворяет потребность в передвижении.

Чем больше потребностей удовлетворяет тот или иной товар, тем выше его полезность. Обычно полезность обозначается буквой U (от англ. *utility*).

По современным представлениям микроэкономики, полезность не является измеряемой величиной. Это может показаться странным для читателей, имеющих хорошие знания о законах физики. Но не все методы моделирования, употребляемые в физике, применимы в экономике.

Следующей важнейшей характеристикой теории потребительского выбора является понятие **функции полезности**. Пусть X – множество товарных наборов, R – множество действительных чисел. Тогда функцией полезности $u(X)$ называется отображение вида $u: X \rightarrow R$, для которого выполняется следующее свойство: если $X \prec Y$, то $u(X) < u(Y)$.

Если товарный набор состоит более чем из одного товара или услуги, то функция полезности является функцией многих переменных.

Третьим важнейшим определением теории потребительского выбора является понятие **предельной полезности**. Предельная полезность обозначается MU_X . По определению **предельная полезность по товару X** – это показатель, который характеризует прирост общей полезности при увеличении потребления товара X на единицу. Если предположить, что товар X бесконечно делим, то определение предельной полезности сводится к частной производной:

$$MU_X = \frac{\partial U}{\partial X}, \quad (2.1)$$

где MU_X – предельная полезность по товару X , U – общий уровень полезности, X – количество товара X .

С понятием предельной полезности тесно связан закон убывающей предельной полезности, согласно которому при росте потребления товара X его предельная полезность рано или поздно начнет уменьшаться. Графическая иллюстрация данного закона приведена на рис. 2.1.

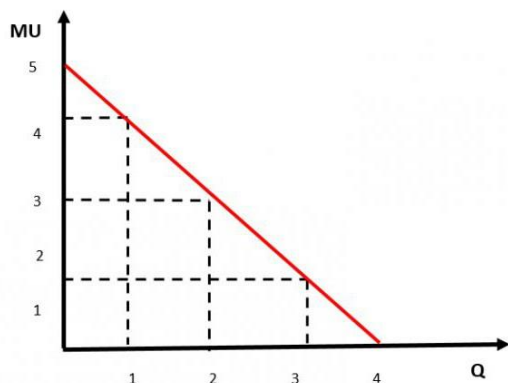


Рис. 2.1. График убывающей предельной полезности

Приведем пример, который демонстрирует применимость данного закона к бытовым ситуациям. Пусть X – число походов в ресторан в месяц. Если у человека довольно скромный доход, то один поход в ресторан в месяц принесет ему массу положительных эмоций. Если таких походов будет уже два, то эффект от второго посещения ресторана в месяц будет уже не столь сильным, как от первого. И так далее, пока походы по ресторанам для потребителя не станут обыденностью и не начнут приносить ему антипользу.

Но как такое может быть? Способен ли товар приносить антипользу? Это действительно так. Подобные товары называются **антиблагами**. Возникает логичный вопрос: раз антиблага не приносят пользу потребителю, то почему они существуют? Ответ не столь очевиден. Например, алкоголь, наркотики и сигареты – очевидные антиблага. Однако эффект пользы и антипользы данных товаров распределен во времени. Человек, становясь в подростковом возрасте курильщиком, вряд ли думает о последствиях для здоровья, которые наступят через несколько десятилетий.

Предположим теперь, что товарный набор A состоит всего из двух товаров – X и Y . Потребитель может достичь одинакового уровня полезности при различных сочетаниях товаров X и Y . Изобразим это графически (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Карта кривых безразличия

Предположим, что в качестве товара Y выступает одежда. Значение этого товара отложено по оси абсцисс в декартовой системе координат. В качестве товара X выступают продукты питания. Его значение отложено по оси ординат. Пусть читателя не смущает, что данные товары являются на самом деле не товарами, а группами товаров. Предположим, что мы рассматриваем студента магистратуры, который живет с родителями и тратит деньги лишь на еду и одежду. Он может покупать более качественную еду, но более скромно одеваться. И наоборот, носить одежду более дорогих брендов, но покупать менее качественную еду. В обоих случаях это будет приносить ему одинаковый уровень полезности.

Таким образом, мы подходим к определению понятия кривой безразличия. **Кривая безразличия** – геометрическое место точек в координатах X – Y , в которых потребитель достигает одинакового уровня полезности.

Вернемся к рис. 2.2. На нем отражены три кривые безразличия. Они показывают одинаковый уровень полезности, который приносят определенные сочетания потребления еды и одежды. Чем выше расположена кривая безразличия, тем более высокий уровень полезности она отображает. Например, на рис. 2.2 кривая безразличия U_3 отображает более высокий уровень полезности, чем аналогичная кривая U_2 .

Еще одно важнейшее понятие теории потребления – предельная норма замещения. **Предельная норма замещения товара X товаром Y** (обозначается $MRS_{X,Y}$) – величина, который показывает, на сколько нужно увеличить потребление товара X при уменьшении потребления товара Y на единицу.

Вычисление предельной нормы замещения сводится к формуле:

$$MRS_{X,Y} = \frac{MU_X}{MU_Y}, \quad (2.2)$$

где $MRS_{X,Y}$ – предельная норма замещения товара Y товаром X ; MU_X – предельная полезность по товару X ; MU_Y – предельная полезность по товару Y .

Пример 2.1. Предпочтения старшекурсника Сергея Петрова описываются функцией полезности $U(X,Y) = X^2Y$, где X – количество посещений плавательного бассейна в месяц, Y – количество посещений кинотеатра в месяц. Найти:

- а) предельные полезности по товарам X и Y ;
- б) предельные полезности по товарам X и Y в точке (3;5);
- в) предельную норму замещения посещения плавательного бассейна посещением кинотеатра.

Решение

- а) вычислим предельные полезности по формуле (2.1):

$$MU_X = \frac{\partial U}{\partial X} = 2XY,$$

$$MU_Y = \frac{\partial U}{\partial Y} = X^2,$$

- б) подставим в получившиеся значения данную точку:

$$MU_X(3;5) = 2 \cdot 3 \cdot 5 = 30,$$

$$MU_Y(3;5) = 3^2 = 9;$$

- в) вычислим предельную норму замещения по формуле (2.2):

$$MRS_{X,Y} = \frac{2XY}{X^2} = \frac{2Y}{X}.$$

2.2 Виды функций полезности

Каждый индивид обладает своей функцией полезности для различных товаров. Однако в теоретических целях принято выделять наиболее распространенные функции полезности.

Чаще всего в научных и прикладных исследованиях применяется **функция полезности Кобба–Дугласа**. Она описывает довольно распространенную ситуацию: два товара могут замещать друг друга, но предельная норма замены в различных точках различна. Предположим, что человек оказался перед выбором: тратить деньги на еду или на одежду (рис. 2.2). Если человек тратит много денег на еду и недостаточно на одежду, то получается, что его потребность в еде удовлетворена в достаточной степени. В то же время его потребность в одежде удовлетворена недостаточно. В этой точке предельная норма замещения еды одеждой (MRS) будет высокой. Если же ситуация противоположная: человек много тратит на одежду и мало на еду, – то MRS будет ниже (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Карта кривых безразличия для функции Кобба–Дугласа

Аналитически функцию полезности можно записать в виде

$$U = X^{\alpha} Y^{\beta}, \quad (2.3)$$

где U – общий уровень полезности; X – количество первого товара в товарном наборе; Y – количество второго товара в товарном наборе.

Вторым видом функций полезности является **функция полезности для товаров – совершенных субститутов**. Как известно из курса экономической теории, совершенными субститутами называются такие товары, которые могут заменять друг друга в одинаковой пропорции. Например, студенту все равно, какой ручкой записывать конспект: с черной или с синей пастой.

График кривых безразличия для данной функции полезности представлен на рис. 2.4.

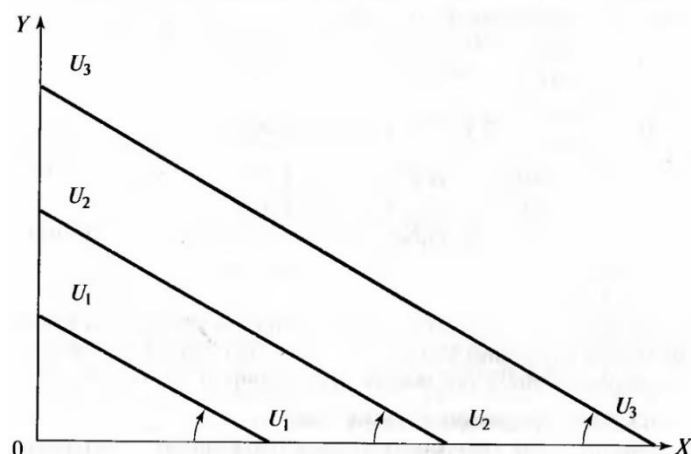


Рис. 2.4. Карта кривых безразличия для товаров – совершенных субститутов

Как следует из рис. 2.4, кривые безразличия для указанного вида товаров имеют вид прямых. MRS для данного случая одинакова в каждой точке для конкретной кривой безразличия.

В аналитическом виде функцию полезности для данного случая можно записать следующим образом:

$$U = aX + bY \quad (2.4)$$

Третьим распространенным видом является функция полезности для **товаров – совершенных compleментов**. Из курса экономической теории известно, что товары-комплементы – это такие товары, которые взаимодополняют друг друга. Отсюда товары, которые не имеют потребительских свойств друг без друга, называются совершенными комплементами.

Карта кривых безразличия для товаров – совершенных комплементов представлена на рисунке 2.5.

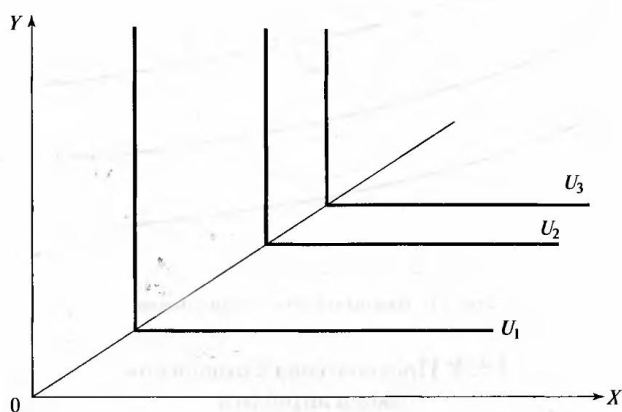


Рис. 2.5. Карта кривых безразличия для товаров – совершенных комплементов

Как видно из рис. 2.5, кривые безразличия имеют вид ломаных линий. Приведем пример для пояснения этого факта. Предположим, что в офисе небольшой компании есть пять системных блоков и пять компьютерных мониторов. Они приносят компании некоторую полезность. Теперь предположим, что ситуация

поменялась: у компании появился еще один системный блок. Теперь она располагает шестью системными блоками и пятью мониторами. Но получаемая от этого компанией полезность не поменялась.

В аналитическом виде функцию полезности для данного случая можно записать следующим образом:

$$U = \min\{aX, bY\}. \quad (2.5)$$

Данная формула подтверждает сказанное выше. Если среди пары товаров-компонентов количество одного превышает количество другого, то полезность потребитель получит как при том количестве обоих товаров, если бы их было поровну.

И последний вид функции полезности, который будет рассмотрен в данном пособии, – функция полезности для блага и антиблага. Понятие антиблага было дано выше. Часто человек сталкивается с ситуацией, когда он вынужден потреблять какое-либо антиблаго в «уплату» за получение дополнительной полезности и удовлетворение своих потребностей.

Пример 2.2. Двадцатипятилетнему Юрию Петрову не нравится приходить каждый день на работу к 9:00. Для этого ему нужно ложиться не позднее полуночи. А для этого желательно не есть после 22:00 и не пить кофе после 18:00. Но ведь Юрий так устает на работе. Ему часто хочется посмотреть телевизор или пролистать ленту в социальных сетях, отложив приготовление ужина на потом. Но работа приносит ему доход. Благодаря этим деньгам Юрий Петров может снимать однокомнатную квартиру, покупать еду, одежду и что-то тратить на развлечения.

В примере 2.2 работа для Юрия Петрова является антиблагom, а потребление товаров и услуг – благом.

Примерный вид карты кривых безразличия для случая блага и антиблага представлен на рис. 2.6.

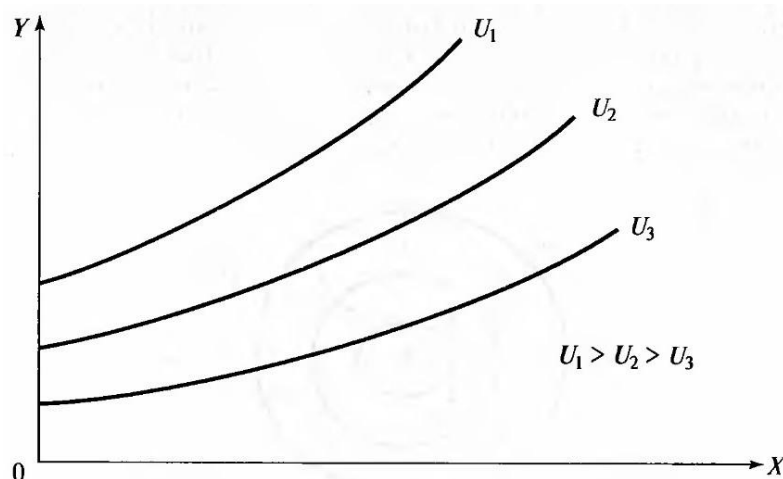


Рис. 2.6. Карта кривых безразличия для случаев блага и антиблага

На графике, представленном на рис. 2.6, Y является благом, а X — антиблагом. Если мы будем двигаться от точки, где $Y = 0$, вдоль по оси OY , то будем достигать все большего уровня полезности. Следовательно, Y является благом.

2.3 Линия бюджетного ограничения и выбор потребителя

Доходы практически любого человека ограничены. Распределяя свой доход между различными товарами и услугами, потребитель делает выбор в пользу той или иной товарной группы.

Модель бюджетного ограничения не раскрывает теорию потребительского выбора. Она лишь дает наглядную интерпретацию того, как меняется граница бюджетных возможностей индивида в зависимости от сложившейся ситуации.

Предположим, что потребитель тратит свои денежные средства лишь на две группы товаров (например, одежду и продовольствие). Обозначим их соответственно X и Y . Пусть цена на товар X составляет P_X , цена на товар Y — P_Y .

Обозначим доход потребителя как M . Тогда уравнение бюджетного ограничения принимает вид

$$P_X X + P_Y Y = M. \quad (2.6)$$

Графически уравнение бюджетного ограничения можно представить в виде прямой, изображенной на рис. 2.7.

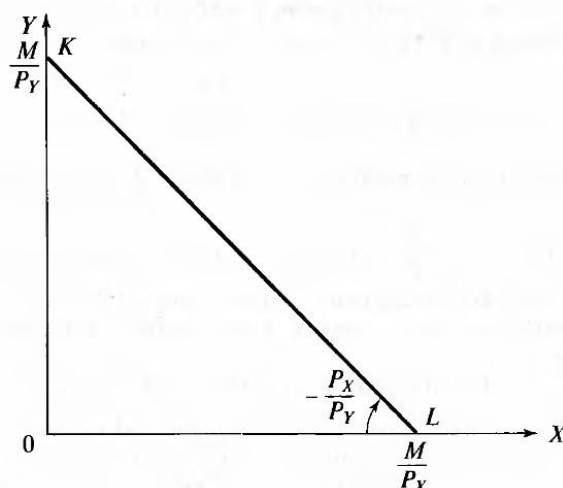


Рис. 2.7. Графическое изображение линии бюджетного ограничения

Соотношение $\frac{P_X}{P_Y}$ характеризует наклон линии бюджетного ограничения.

Данная прямая пересекает ось OY в точке $\frac{M}{P_Y}$, а ось OX – в точке $\frac{M}{P_X}$.

Теперь предположим, что доход потребителя увеличился. Что в таком случае произойдет с его линией бюджетного ограничения? Она сдвинется вправо-вверх. Графическая интерпретация данной ситуации представлена на рис. 2.8.

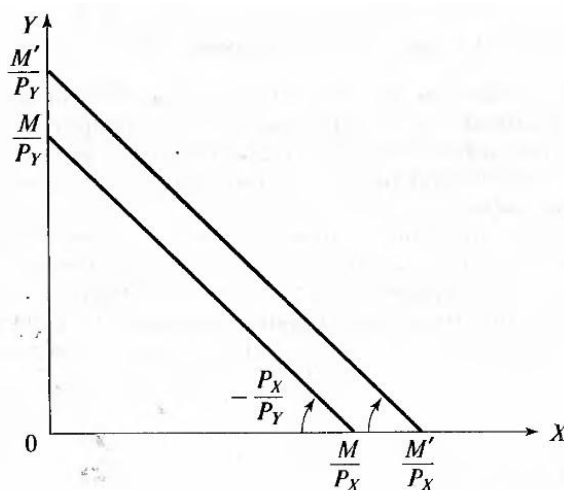


Рис. 2.8. Графическая иллюстрация сдвига линии бюджетного ограничения при увеличении дохода потребителя

Как видно из рис. 2.8, наклон кривой безразличия не меняется при увеличении дохода.

Любая точка, которая лежит внутри треугольника, образованного линией бюджетного ограничения и осями координат, доступна потребителю. Если же точка лежит за пределами данного треугольника, то доход потребителя является недостаточным, чтобы приобрести этот товарный набор.

Неоклассическая микроэкономическая теория предполагает, что потребитель стремится максимизировать полезность, получаемую от потребления товаров и услуг. Однако потребитель ограничен в финансовых ресурсах. Поэтому он распределяет свой доход таким образом, чтобы в условиях ограниченных ресурсов получить наибольшую полезность.

Математически это задача нелинейного программирования:

$$U(X, Y) \rightarrow \max, \quad (2.7)$$

$$P_X X + P_Y Y = M. \quad (2.8)$$

Задача (2.7)–(2.8) отнесена к классу задач нелинейного программирования ввиду того, что функция $U(X, Y)$ является чаще всего нелинейной.

Графически оптимум потребителя достигается в точке, где линия бюджетного ограничения касается кривой безразличия (рисунок 2.9).

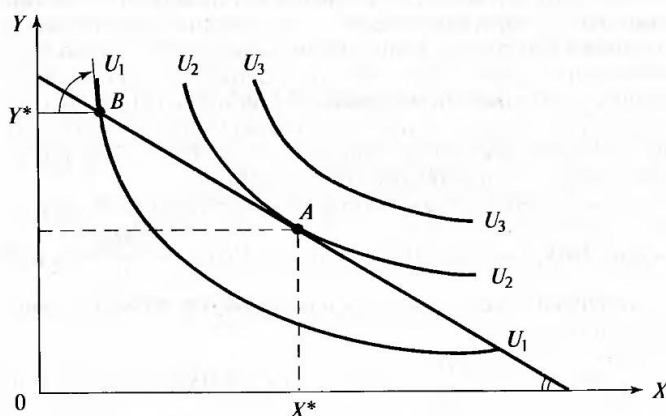


Рис. 2.9. Графическая интерпретация оптимума потребителя

Из графика, представленного на рис.2.9, видно, что уровень полезности U_3 недоступен для потребителя ввиду недостатка его денежных средств. В то же время потребитель может достичь более высокого уровня полезности, чем тот, который отражает кривая безразличия U_1 . Точка А на графике 2.9 отражает **оптимум потребителя**. В точке оптимума потребителя выполняется следующее соотношение:

$$\frac{MU_X}{MU_Y} = \frac{P_X}{P_Y}. \quad (2.9)$$

Пример 2.3. Студент четвертого курса Юрий тратит деньги на обеды в столовой университета и на занятия с персональным тренером в спортзале. Предпочтения студента Юрия описываются следующей функцией полезности: $U = X^{0.7}Y^{0.2}$, где X – количество занятий с персональным тренером, Y – количество обедов в столовой университета. Цена одного занятия с персональным тренером составляет 700 руб. Цена одного обеда в столовой – 200 руб. Ежемесячный доход студента Юрия составляет 9000 руб. Найдите оптимальное число обедов в

столовой университета и посещений индивидуальных занятий с персональным тренером для студента Юрия.

Решение. Согласно формуле (2.9), оптимум потребителя достигается в точке, где выполняется равенство $\frac{MU_X}{MU_Y} = \frac{P_X}{P_Y}$. В нашем случае

$P_X = 700$, $P_Y = 200$, $M = 9000$. Тогда линия бюджетного ограничения студента Юрия будет иметь вид

$$700X + 200Y = 9000.$$

Далее вычислим предельные полезности:

$$MU_X = \frac{\partial U}{\partial X} = \frac{0,7Y^{0,2}}{X^{0,3}}.$$

$$MU_Y = \frac{\partial U}{\partial Y} = \frac{0,2X^{0,7}}{Y^{0,8}}.$$

Тогда

$$\frac{MU_X}{MU_Y} = \frac{0,7Y^{0,2}Y^{0,8}}{0,2X^{0,3}X^{0,7}} \cdot \frac{7Y}{2X} = \frac{700}{200} = \frac{7}{2}.$$

Далее

$$14X = 14Y,$$

$$X = Y.$$

Подставим полученное значение в линию бюджетного ограничения:

$$700X + 200X = 900,$$

$$X = 9000,$$

$$X = 10, \quad .$$

$$900Y = 9000,$$

$$Y = 10.$$

Ответ: для студента Юрия будут оптимальными 10 обедов в студенческой столовой в месяц и 10 персональных тренировок с индивидуальным тренером.

2.4 Функция спроса и ее свойства

Предпочтения потребителя формируют его спрос на товары и услуги. Точка оптимума потребителя характеризует объем спроса индивида на товары X и Y , а не их фактическое потребление.

Дадим более формальное определение понятия «спрос». **Спрос** – это желание и возможность потребителя купить определенное количество товаров по определенной цене. Спрос означает не только желание что-либо приобрести, но и возможность это сделать. Например, безработный без существенных денежных накоплений не создает спрос на элитную недвижимость.

Приведем графическую интерпретацию зависимости функции спроса от предпочтений потребителей, выраженной через функцию полезности (рис. 2.10).

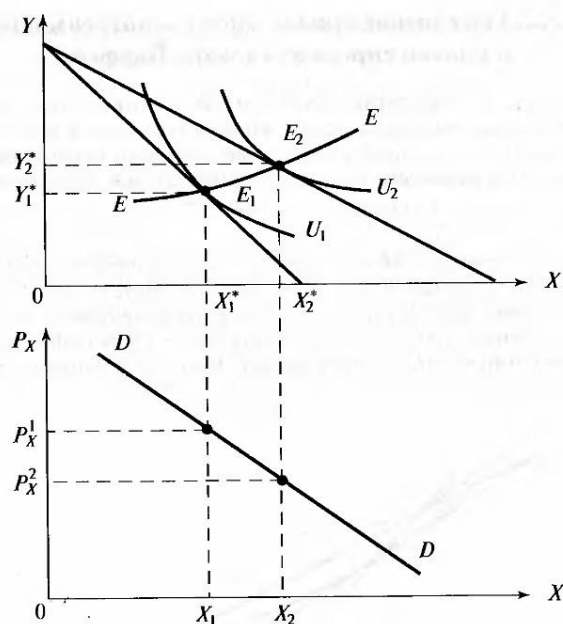


Рис. 2.10. Предпочтения потребителя и функция спроса

Рассмотрим рис. 2.10 подробно. На верхнем графике проведены две линии бюджетного ограничения. Первая соответствует ограничению на бюджет до снижения цены на товар X , вторая – после снижения этой цены. Таким образом, точки E_1 и E_2 отражают соответствующие оптимумы потребителя. А они в, свою очередь, формируют спрос на товары X и Y .

Нижний график, представленный на рис.2.10, показывает две точки спроса на товар X : до изменения цены на данный товар и после ее снижения. Прямая, проведенная через две указанные точки, отражает спрос на товар X .

Таким образом, функция спроса конкретного потребителя на товар зависит от цены на этот товар, цен на товары-заменители и дохода данного потребителя. В аналитическом виде это можно представить в виде формулы

$$D_{Xi} = D_{Xi}(P_X, P_Y, M_i), \quad (2.10)$$

где D_{Xi} – спрос i -го потребителя на товар X ; M_i – доход i -го потребителя.

Функция индивидуального спроса однородна нулевой степени. На языке математики это может быть описано следующим образом:

$$D_{Xi}(tP_X, tP_Y, tM_i) = D_{Xi}(P_X, P_Y, M_i) \quad \forall t. \quad (2.11)$$

Иными словами, спрос не зависит от денежных единиц измерения, в которых представлены цены и доход потребителя. Например, при смене валюты в стране на валюту нового образца или при проведении деноминации спрос на товары и услуги у потребителей от этого не изменятся.

Пример 2.4. Функция полезности потребителя имеет вид $U = X^{2/3}Y^{1/3}$. Выведите функции спроса на товары X и Y для данных предпочтений.

Решение. Так как спрос определяется оптимумом потребителя, воспользуемся формулой (2.9), где цены будут выступать в качестве неизвестных параметров.

$$\begin{aligned} MU_X &= \frac{2Y^{1/3}}{3X^{1/3}}, \\ MU_Y &= \frac{1X^{2/3}}{3Y^{2/3}}, \\ \frac{2Y^{1/3}3Y^{2/3}}{3X^{1/3}X^{2/3}} &= \frac{2Y}{X} = \frac{P_X}{P_Y}, \\ 2YP_Y &= XP_X, \\ 3YP_X &= M, \\ Y &= \frac{M}{3P_X}, \\ \frac{3}{2}XP_X &= M, \\ X &= \frac{2M}{3P_X}. \end{aligned}$$

Ответ: для данных предпочтений потребителя функция спроса на товар X имеет такой вид: $X = \frac{2M}{3P_X}$, а на товар Y – $Y = \frac{M}{3P_X}$.

Проанализируем подробно результат решения примера 2.4. Как видно, функции спроса на товары X и Y в координатах X – P_X имеют вид гипербол. Это вполне закономерно: если предпочтения индивида описываются функцией полезности Кобба – Дугласа, то функции спроса имеют вид гипербол.

Далее, как мы видим, объем спроса положительно зависит от дохода индивида и отрицательно – от цены на этот товар. Также можно заметить, что для случая предпочтений Кобба – Дугласа спрос на один из товаров не зависит от цены на другой товар. Следовательно, для предпочтений Кобба – Дугласа товары X и Y не являются заменителями.

В примере 2.4 объем спроса положительно зависит от дохода потребителей. Это характерно для большинства товаров. Но некоторые экономические блага не подчиняются этому закону.

В зависимости от реакции спроса на товар при увеличении дохода экономисты выделяют три вида экономических благ.

Если при увеличении дохода потребителя спрос на товар растет, то такой товар называется **низшим**, или **малокачественным**. Примерами таких товаров могут служить дешевые продукты (хлеб, колбаса, картофель). Каши и картофель составляли основу рациона российских крестьян в начале XX в. Однако с ростом доходов населения рацион среднестатистического российского человека стал более разнообразным. Спрос на картофель и крупы упал.

В аналитической форме условие отнесения товара к категории малокачественных можно представить следующим образом:

$$\frac{\partial D_X}{\partial M} < 0. \quad (2.12)$$

Если при увеличении дохода спрос на товар растет более медленными темпами, чем доход, то такой товар называют нормальным. Несмотря на то, что с ростом дохода спрос на данные товары растет, тем не менее, его доля в расходах потребителей с увеличением дохода падает.

Примером группы нормальных товаров может служить одежда и обувь. До определенного времени с ростом доходов населения расходы на одежду и обувь увеличивались. Одежда становилась все более разнообразной и стильной. Но начиная с конца 2000-х многие компании России смягчили требования к корпоративному дресс-коду. Расходы на одежду стали падать, несмотря на рост доходов.

В аналитической форме условие отнесения товара к категории нормальных выражается формулой

$$0 < \frac{\partial D_X}{\partial M} < 1. \quad (2.13)$$

Если при росте дохода спрос на товар растет более быстрыми темпами, чем доход, то такой товар называется **товаром роскоши**. Доля расходов на товары роскоши в их общей структуре растет по мере роста дохода потребителя. К товарам роскоши относятся автомобили и жилая недвижимость. Обычно товары роскоши стоят на вершине пирамиды потребностей человека.

Аналитической форма условия отнесения товара к категории товаров роскоши:

$$\frac{\partial D_X}{\partial M} > 1. \quad (2.13)$$

Пример 2.5. Выявлена зависимость спроса на товар X от величины дохода потребителя: $D_X = 3M^2 - 2M - 5$. При каких условиях товар является нормальным?

Решение. Согласно формуле (2.13) товар является нормальным, если выполняется условие $0 < \frac{\partial D_X}{\partial M} < 1$. Найдем производную от спроса на товар X по величине дохода: $\frac{\partial D_X}{\partial M} = 6M - 2$.

Далее найдем область дохода M , удовлетворяющую двум неравенствам. Начнем с неравенства $\frac{\partial D_X}{\partial M} > 0$.

$$6M - 2 > 0,$$

$$M > \frac{1}{3}.$$

Перейдем ко второму неравенству $\frac{\partial D_X}{\partial M} < 1$

$$6M - 2 < 1,$$

$$6M < 3,$$

$$M < \frac{1}{2}.$$

Ответ: товар является нормальным при величине дохода от $\frac{1}{3}$ денежной единицы до $\frac{1}{2}$ денежной единицы.

2.5 Эффект дохода и эффект замещения

Как известно, для большинства экономических благ спрос на них отрицательно зависит от цены. Пусть, например, цена на товар X снижается. Это ведет к повышению спроса на данный товар. Повышение спроса происходит за счет двух эффектов. Во-первых, реальный доход потребителя при этом повысился. Если товар является нормальным, то это ведет к повышению спроса на товар. Данный эффект называется **эффектом дохода**. Во-вторых, при снижении цены на товар он становится относительно дешевле своих заменителей. Ввиду этого спрос потребителя переключается на данный товар. Это называется **эффектом замены**.

Исходя из теоретических положений, описанных выше, читателю интуитивно понятно, что эффект замены действует в направлении, противоположном изменению цены. С эффектом дохода дела обстоят сложнее. Если товар является нормальным, то данный эффект также противоположен изменению стоимости товара. Для малокачественных товаров действие указанного эффекта прямо пропорционально изменению цены.

Существует два наиболее известных методических подхода к определению эффектов замены и дохода. Первый – подход Слуцкого. Его графическая интерпретация представлена на рис. 2.11.

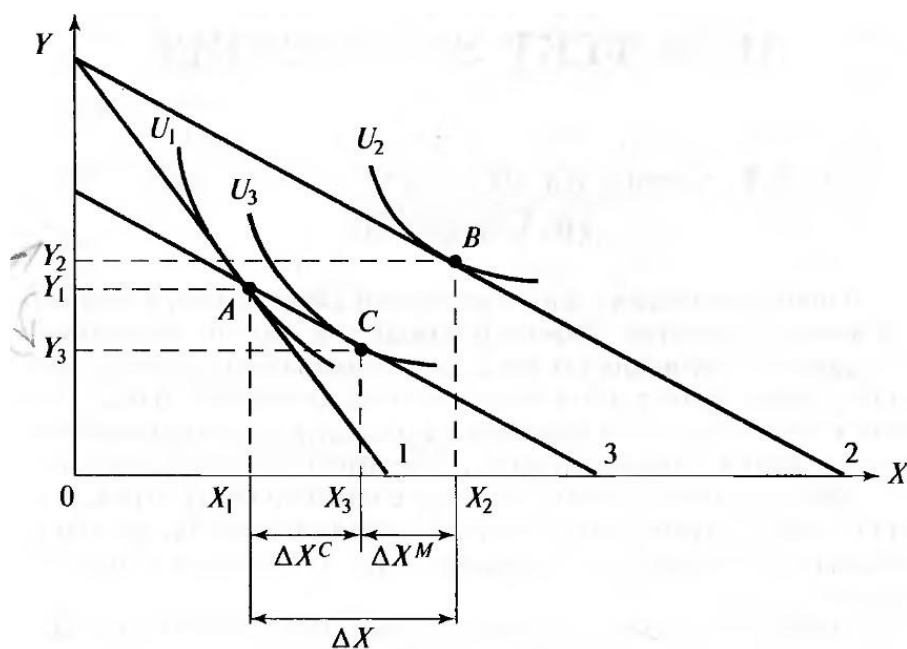


Рис. 2.11. Графическое представление эффектов замены и дохода в интерпретации Слуцкого

Рассмотрим график, представленный на рисунке 2.11. Линия бюджетного ограничения под номером 1 означает ограничение на бюджетные ресурсы потребителя до понижения цены на товар X . После того как цена на товар стала ниже, линия бюджетного ограничения сместилась вправо. На рисунке 2.11 она обозначена номером 2. Первая линия бюджетного ограничения касается кривой безразличия U_1 , вторая – кривой безразличия U_2 .

При старой цене на товар X оптимум достигается в точке A . Вследствие ее понижения оптимум смещается в точку B . Согласно подходу Слуцкого, реальный доход потребителя не изменился, если он может купить тот же товарный набор. В соответствии с этим подходом на рис.2.11 изображена линия бюджетного ограничения под номером 3. Она параллельна линии 2 и проходит через точку A . Линия 3 касается кривой безразличия в точке U_3 , определяя оптимум в точке C .

Разница между спросом на товар X в точке B и точке A отражает суммарный эффект дохода и эффект замены. При этом разность между спросом на товар X в точке B и точке C отражает эффект дохода. А разность между спросом на товар X в точке C и точке A отражает эффект замены.

Как было сказано выше, эффект замены всегда имеет отрицательный знак. В отличие от него эффект дохода может быть как положительным, так и отрицательным. Экономисты-теоретики выделяют особую группу товаров, спрос на которые растет с ростом цены на эти товары. Данные экономические блага называются **товарами Гиффена**.

На практике товары Гиффена встречаются редко. Обычно это товары первой необходимости.

2.6 Рыночный спрос и коэффициенты эластичности при его анализе

До сих пор мы рассматривали спрос отдельного индивида на определенный товар. Однако на рынке обычно присутствуют тысячи или даже десятки тысяч индивидов, формирующих рыночный спрос на этот товар. Определение рыночного спроса можно дать следующим образом. **Рыночный спрос** – это сумма функций индивидуального спроса потребителей, присутствующих на рынке.

Таким образом, определение рыночного спроса можно представить в виде формулы

$$D_i(P_1, P_2, \dots, P_m, M) = \sum_{j=1}^n D_{ij}(P_1, P_2, \dots, P_m, M_j), \quad (2.14)$$

где D_{ij} – спрос j -го потребителя на i -й товар; M_j – доход j -го потребителя; n – количество потребителей, присутствующих на рынке; m – количество товаров-заменителей.

Следовательно, рыночный спрос зависит не только от суммарной величины спроса всех потребителей, присутствующих на рынке, но и от его распределения между этими индивидами.

Пример 2.6. Рассмотрим два случая. Пусть в некотором городе X проживает 10 тыс. жителей с доходами 30 тыс. руб. на каждого человека и 10 жителей с доходами 1 млн руб. на каждого. В то же время в некотором городе Y проживает 10 тыс. чел. с доходами 25 тыс. руб. на каждого и 10 чел. с доходами 6 млн руб. на каждого. Суммарные доходы населения этих городов одинаковы – 310 млн руб. Однако спрос жителей этих населенных пунктов на продукты питания будет разным. Спрос на продукты питания в городе X будет, скорее всего, выше, чем в городе Y .

При этом, как правило, продавец не имеет точных данных о доходах каждого клиента. В этом случае, проводя маркетинговое исследование, он чаще всего ориентируется на динамику среднего дохода в своем регионе.

В экономической теории часто используется понятие показателя эластичности. В общем случае эластичность одной переменной по другой показывает относительное изменение объясняемой переменной при увеличении объясняющей переменной на 1 %.

При анализе рыночного спроса обычно оперируют тремя коэффициентами эластичности: эластичность спроса по цене, эластичность спроса по доходу и перекрестная эластичность. Опишем их подробнее.

Эластичность спроса по цене показывает, на сколько процентов изменится спрос на товар при изменении цены на него на 1 %. Эластичность спроса по цене

обозначается E_P^D . В дифференциальной форме эластичность спроса по цене выражается формулой

$$E_P^D = \frac{\partial Q}{\partial P} \cdot \frac{P}{Q}. \quad (2.15)$$

Поскольку спрос практически всегда зависит от цены отрицательно, то и эластичность спроса по цене чаще всего является отрицательной величиной.

Эластичность спроса по цене различна в разных точках кривой спроса. Покажем это на примере. Допустим, что спрос линейен. Характер изменения эластичности линейного спроса по цене в различных его точках представлен на рис. 2.12.

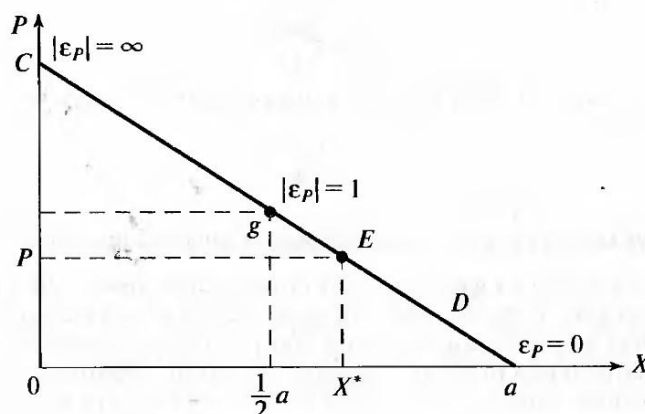


Рис. 2.12. Эластичность спроса по цене в различных его точках

Из графика, представленного на рисунке 2.12, следует вывод, что чем больше цена товара, тем выше эластичность спроса на этот товар. Например, снижение цены на дорогой мобильный телефон на 1 % может серьезно повлиять на величину спроса на него. В то же время изменение цены за одну единицу пшеничного хлеба на 1 % вряд ли сколь-либо серьезно скажется на спросе на него.

Пример 2.7. Функция спроса на товар имеет следующий вид: $Q^D = 10 - 2P$. Вычислить эластичность спроса по цене в точке $P = 2$.

Решение. Для расчета эластичности воспользуемся формулой (2.15): $E_P^D = \frac{\partial Q}{\partial P} \cdot \frac{P}{Q}$. Таким образом, $E_P^D = -2 \frac{4}{6} = \frac{-8}{6} = -1 \frac{1}{3}$.

Ответ: эластичность спроса по цене в точке $P=2$ равна $-1 \frac{1}{3}$.

Вторым наиболее распространенным показателем эластичности является эластичность спроса по доходу. **Эластичность спроса по доходу** показывает, на сколько процентов изменится спрос при увеличении доходов потребителей на 1 %. В отличие от эластичности спроса по цене эластичность спроса по доходу в большинстве случаев не является величиной отрицательной. Знак данного показателя зависит от вида товара, по которому он измеряется.

Для нормальных товаров эластичность спроса по доходу положительна. Для малокачественных товаров она является отрицательной величиной. Дифференциальный вид формулы расчета эластичности спроса по доходу:

$$E_M^D = \frac{\partial Q}{\partial M} \cdot \frac{M}{Q}, \quad (2.16)$$

где E_M^D – эластичность спроса по доходу.

Наконец, третий показатель эластичности – перекрестная эластичность товара X по товару Y . **Перекрестная эластичность** показывает, на сколько процентов изменится спрос на товар X при увеличении цены на товар Y на 1%.

Если товары X и Y являются субститутами, то коэффициент перекрестной эластичности – величина положительная. Так как, если один из заменителей стал дороже, то потребители переключаются на другой.

В том случае, если товары X и Y являются комплементами, то коэффициент перекрестной эластичности спроса по цене отрицателен: при повышении цены на один из взаимодополняемых товаров спрос на него падает. А так как данные товары могут быть куплены только совместно, то спрос на второй товар из этой пары также упадет.

Формула перекрестной эластичности можно представить в дифференциальном виде:

$$E_X^Y = \frac{\partial X}{\partial P_Y} \cdot \frac{P_Y}{X}, \quad (2.17)$$

где E_X^Y – перекрестная эластичность.

Таким образом, мы ознакомились с экономико-математическими моделями формирования спроса потребителей на рынке. В следующей главе рассмотрим моделирование других участников рыночных отношений – производителей.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ К ГЛАВЕ 2

1. Предположим, что предпочтения потребителя описываются функцией полезности Кобба – Дугласа $U = \sqrt{XY}$. Выведите предельную норму замещения для данной функции полезности.

2. Предпочтения потребителя представлены функцией полезности $U = XY^2$. Определите выбор потребителя, если известно, что $P_X = 1$ руб., $P_Y = 4$ руб., а доход потребителя составляет 3000 руб. в месяц.

3. Предпочтения потребителя представлены функцией полезности $U = \sqrt{X} + \sqrt{Y}$. Определите выбор потребителя, если известно, что $P_X = 3$ руб., $P_Y = 1$ руб., а доход потребителя составляет 120 руб. в месяц.

4. Студент покупает 8 единиц товара X и 4 единицы товара Y . Цена товара X равна 2 денежным единицам. Предельная норма замещения 0,5. Определите доход студента.

5. Потребитель с функцией полезности $U = XY$ имеет доход 100 руб. Цена на товар X – 5 руб., на товар Y – 1 руб. Цена на товар X упала до 2 руб. Определите эффект замены и эффект дохода.

6. Функция спроса на товар X имеет вид $Q^d = 10 - 2P$. Найдите эластичность спроса по цене при цене, равной 2,5. Дайте экономическую интерпретацию полученному значению.

7. Функция полезности потребителя имеет вид $U = X^{2/3}Y^{1/3}$. Выведите функции спроса на товары X и Y для данных предпочтений.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 2

1. Одновременное увеличение как спроса, так и предложения приведет:
 - a) к увеличению цены и увеличению объема продаж;
 - b) падению цены и увеличению объема продаж;
 - c) падению цены и падению объема продаж;
 - d) эффект для цены и объема продаж будет зависеть от наклона кривых спроса и предложения.
2. Чему равна ценовая эластичность горизонтальной кривой спроса?
 - a) нулю;
 - b) единице;
 - c) плюс бесконечности;
 - d) минус бесконечности;
3. Перекрестная эластичность спроса на товар X по цене товара Y является отрицательной величиной. Это означает, что товары X и Y :
 - a) субституты;
 - b) комплементы;
 - c) независимые товары;
 - d) товары Гиффена.
4. Кривая безразличия показывает:
 - a) все товарные наборы, которые приносят потребителю одинаковую полезность;
 - b) соотношения товаров X и Y , в которых достигается точка насыщения;

- c) соотношения труда и капитала, при которых достигается максимальный уровень полезности;
 - d) соотношения товаров X и Y , в которых достигается одинаковый уровень дохода.
5. Наборы благ, которые приносят потребителю одинаковую полезность:
- a) лежат на одной кривой безразличия;
 - b) лежат на одной кривой спроса;
 - c) лежат на одной кривой предложения;
 - d) лежат на одной линии бюджетного ограничения.
6. В точке оптимума наклон кривой безразличия равен:
- a) соотношению цен на товары X и Y ;
 - b) соотношению цена на ресурсы;
 - c) соотношению предельных полезностей по товарам X и Y ;
 - d) соотношению объема потребляемых благ X и Y .
7. При увеличении дохода потребителя линия бюджетного ограничения:
- a) сдвинется параллельно вверх;
 - b) сдвинется параллельно вниз;
 - c) изменит свой наклон;
 - d) сдвинется вверх, но не параллельно.
8. Спрос и цена товаров-комплементов:
- a) меняются в одном направлении;
 - b) меняются в различных направлениях;
 - c) не зависят друг от друга;
 - d) все перечисленное верно.
9. Выберите два товара, которые, скорее всего, будут субститутами для большинства потребителей:
- a) шариковая ручка и гелевая ручка;
 - b) бумага и принтер;
 - c) ботинки и крем для обуви;
 - d) часы и холодильник.
10. Для малоценных товаров при росте дохода спрос на них:
- a) падает;
 - b) растет;
 - c) растет более быстрыми темпами, чем доход;
 - d) может как увеличиваться, так и уменьшаться.

11. Предположим, что цены на все товары и доходы всех потребителей выросли на одинаковую величину. Тогда рыночный спрос на какой-либо товар:
- a) увеличится;
 - b) уменьшится;
 - c) останется неизменным;
 - d) может как увеличиться, так и уменьшиться.
12. Пусть кривая спроса на товар X имеет вид: $Q_X^D = 20 - P_X + 4M$. Это означает, что товар X является:
- a) малоценным товаром;
 - b) нормальным товаром;
 - c) товаром роскоши;
 - d) товаром Гиффена,
13. Пусть имеется товар X . Эффект дохода по нему больше эффекта замены и действует в обратном направлении. Это говорит о том, что товар X :
- a) нормальный товар;
 - b) малоценный товар;
 - c) товар роскоши;
 - d) товар Гиффена.
14. При увеличении доходов потребителей на 5 % спрос на товар X увеличился на 8 %. Это говорит о том, что товар X :
- a) нормальный товар;
 - b) малоценный товар;
 - c) товар роскоши;
 - d) товар Гиффена.

ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

В предыдущей главе был дан краткий обзор теории поведения потребителя на рынке. В этой главе будет рассмотрено поведение других участников рыночных отношений – производителей. При этом следует оговориться, что здесь и далее мы предполагаем, что производители являются также и продавцами своей продукции по отношению к конечным потребителям. На практике так бывает не всегда. Например, фермеры производят сельскохозяйственную продукцию, но чаще всего продают ее конечным потребителям не они.

Считается, что коммерческая компания стремится максимизировать свою прибыль. Путем максимизации прибыли формируется предложение данной компании.

В первой половине главы будет описана задача максимизации производства фирмой. Во второй – задача максимизации прибыли. Все эти задачи связаны друг с другом и ведут к математической теории формирования функции предложения фирмы.

3.1 Производственная функция и ее виды

В процессе производства фирма использует определенные ресурсы. К ним относятся финансовые, трудовые, имущественные и другие. В виде формулы это можно записать следующим образом:

$$Y = f(R_1, R_2, \dots, R_m), \quad (3.1)$$

где Y – объем выпуска фирмы; R_i – количество i -го используемого ресурса; f – производственная функция.

Перейдем к определению производственной функции. **Производственная функция** отражает зависимость между максимально возможным объемом выпуска фирмы и количеством используемых ею ресурсов.

Следует обратить внимание, что производственная функция отражает зависимость лишь максимально возможного объема выпуска. Она не отражает те объемы выпуска, при которых ресурсы используются недостаточно эффективно.

На практике фирма почти никогда не использует на 100 % все имеющиеся у нее ресурсы. Во-первых, производственные мощности фирмы редко бывают загружены более чем на 80 %. Во-вторых, представители далеко не всех профессий уделяют труду полное время, установленное трудовым договором. Однако для построения математических моделей мы принимаем предпосылку, что все факторы производства используются максимально эффективно.

Для построения наглядных экономико-математических моделей и их анализа все факторы производства объединяют в две большие группы – труд (обозначается L) и капитал (обозначается K). При этом допускается, что труд, например, может быть разделен на умственный и физический.

Тогда производственная функция принимает следующий вид:

$$Y = f(K, L). \quad (3.2)$$

Один объем выпуска может быть произведен при различном сочетании труда и капитала. Рассмотрим, например, сельскохозяйственное производство по выращиванию пшеницы. Еще около 150 лет назад в России в сельском хозяйстве использовалось минимальное количество капитала, которое компенсировалось большим числом занятых в сельхозработах. Однако уже через 50–70 лет ситуация начала меняться.

Множество точек в координатах K – L , отображающих одинаковый объем выпуска, называется **изоквантой**. Чаше всего изокванты имеют вид гипербол. Типичный вид изоквант представлен на рис.3.1.

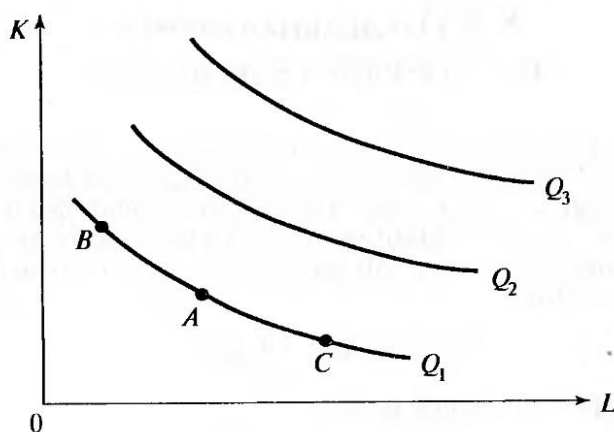


Рис. 3.1. Графическое изображение изоквант

Как видно из рис. 3.1, в точках A , B и C , которые характеризуются различным сочетанием труда и капитала, фирма достигает одинакового объема выпуска, равного Q_1 .

Чем выше расположена изокванта, тем больший объем выпуска она отображает. Например, на рис. 3.1 изокванта Q_2 соответствует большему объему выпуска, чем изокванта Q_1 .

Важной характеристикой производственной функции является ее предельная норма технологического замещения (обозначается $MRTS$).

Предельная норма технологического замещения капитала трудом (обозначается $MRTS_{K,L}$) показывает, от скольких единиц труда следует отказаться при увеличении капитала на единицу, чтобы объем выпуска остался неизменным.

$MRTS_{K,L}$ можно вычислить через предельный продукт труда и предельный продукт капитала. Перед тем как представить эту формулу, дадим определение названных понятий.

Предельный продукт труда (обозначается MP_L) показывает, на сколько увеличится выпуск при увеличении используемого труда на единицу.

Математически предельный продукт труда представляет собой частную производную от объема выпуска по труду

$$MP_L = \frac{\partial Y}{\partial L}. \quad (3.3)$$

Аналогично определяется предельный продукт капитала (обозначается MP_K), который математически равен частной производной выпуска по капиталу:

$$MP_K = \frac{\partial Y}{\partial K}. \quad (3.4)$$

Предельная норма технологической замены равна отношению предельного продукта труда и предельного продукта капитала:

$$MRTS_{K,L} = \frac{MP_L}{MP_K}. \quad (3.5)$$

Пример 3.1. Производство некоторой фирмы характеризуется производственной функцией $Y = K^{0,3}L^{0,5}$. Найдите норму технологического замещения данной производственной функции. Вычислите ее в точке (2; 3).

Решение. Согласно формуле (3.3) предельный продукт труда равен частной производной выпуска по труду $MP_L = \frac{\partial Y}{\partial L} = \frac{1K^{0,3}}{2L^{0,5}}$. Аналогично определяется предельный продукт капитала:

$$MP_K = \frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{0,3L^{0,5}}{K^{0,7}}.$$

Вычислим предельную норму технологического замещения:

$$MRTS_{K,L} = \frac{MP_L}{MP_K} = \frac{1K^{0,3}K^{0,7}}{2L^{0,5}0,3L^{0,5}} = \frac{K}{0,6L}.$$

Далее подставим значения K и L в получившееся уравнение:

$$MRTS_{K,L}(2; 3) = -\frac{2}{0,6 \cdot 3} = 1,11.$$

Ответ: в точке (2;3) предельная норма технологической замены приближенно равна 1,11. Следовательно, при увеличении капитала на единицу для неизменного объема выпуска следует отказаться от 1,11 единицы труда.

Геометрически значение $MRTS_{K,L}$ в конкретной точке может интерпретироваться как тангенс угла наклона касательной к изокванте в этой точке.

Рассмотрим далее основные виды производственных функций.

Первым видом производственной функции является функция с взаимозаменяемыми факторами производства. Такая производственная функция называется *линейной*. Графически изокванты данной функции представляют собой прямые линии (рис. 3.2).

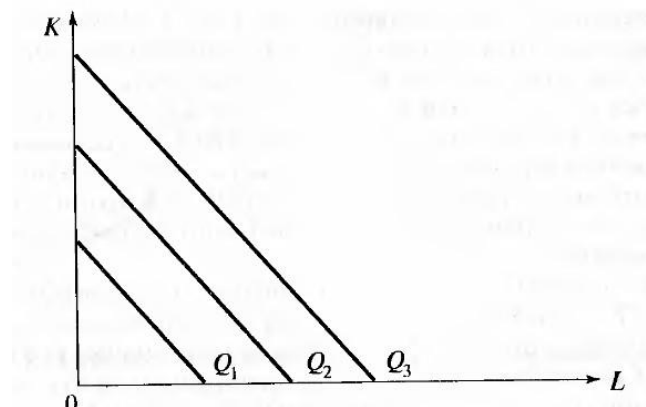


Рис. 3.2. Карта изоквант для линейной производственной функции

Математическое представление линейной производственной функции имеет вид

$$Y = aK + bL. \quad (3.6)$$

Легко показать, что *MRTS* линейной производственной функции постоянна в любой точке. Другими словами, труд и капитал всегда взаимозаменяют друг друга в одинаковой пропорции. Такие производственные процессы характерны для ранней стадии индустриализации. Например, один купленный станок заменяет ручной труд пяти рабочих.

Теперь предположим, что факторы производства не взаимозаменяют, а взаимодополняют друг друга в одинаковой пропорции. Такие производственные процессы описываются *производственной функцией Леонтьева*. Данный вид производственных функций назван в честь американского экономиста русского происхождения лауреата Нобелевской премии по экономике Василия Васильевича Леонтьева (1906–1999).

Изокванты производственной функции Леонтьева имеют вид ломаных линий (рис.3.3).

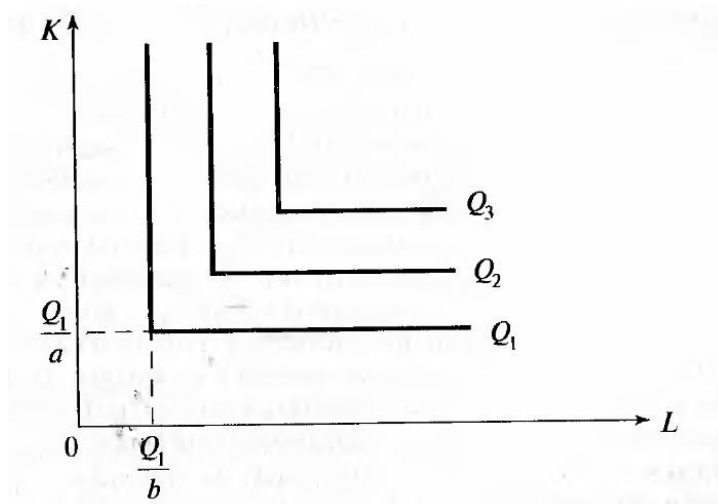


Рис. 3.3. Карта изоквант производственной функции Леонтьева

Алгебраическое представление данного вида производственных функций

$$Y = \min\{aK, bL\}. \quad (3.7)$$

Указанный вид производственных процессов характерен для зрелого индустриального общества. Например, в современном обществе многие автоматизированные процессы уже не могут быть заменены ручным трудом, как в примере с линейной производственной функцией. Тогда каждому рабочему должен соответствовать станок. Без станка труд рабочего не имеет пользы. Таким образом, труд и капитал взаимодополняют друг друга.

Однако два разобранных примера производственных функций описывают крайние случаи более широкого спектра производственных процессов, в которых труд и капитал могут частично и в разных пропорциях заменять друг друга.

По мере увеличения используемого труда, который возмещает уменьшение используемого капитала, *MRTS* уменьшается. Следовательно, изокванта выпукла к началу координат.

Такие производственные процессы описываются ***производственной функцией Кобба – Дугласа***.

Карта изоквант этой производственной функции имеет стандартный вид (рис.3.4).

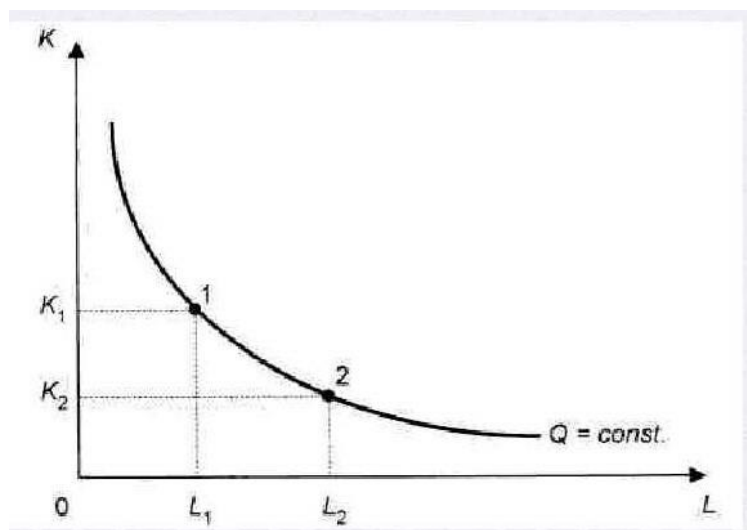


Рис. 3.4. Изокванта производственной функции Кобба – Дугласа

Математически производственная функция Кобба – Дугласа выглядит следующим образом:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}, \quad (3.8)$$

где A – степень научно-технического прогресса; α, β – параметры функции Кобба–Дугласа.

3.2 Свойства производственной функции: эффект масштаба и виды научно-технического прогресса

Предположим, фирма увеличила количество используемого труда и капитала в N раз. Очевидно, что при этом ее выпуск должен вырасти. В зависимости от того, на какую величину вырастет ее выпуск, выделяют три вида производственных процессов:

- 1) производственные процессы с возрастающей отдачей от масштаба. В таких процессах выпуск возрастет более чем в N раз;
- 2) производственные процессы с постоянной отдачей от масштаба. В таких процессах выпуск возрастет ровно в N раз;
- 3) производственные процессы с убывающей отдачей от масштаба. В таких процессах выпуск возрастет менее чем в N раз.

Пример 3.2. Производственная функция фирмы имеет вид $Y(K, L) = \sqrt{KL}$. Какой отдачей от масштаба характеризуется данное производство?

Решение. Пусть фирма увеличивает количество используемых ресурсов в n раз. Тогда $Y(nK, nL) = \sqrt{nK \cdot nL} = \sqrt{n^2} \sqrt{KL} = n\sqrt{KL} = nf(K, L)$. Следовательно, мы имеем дело с постоянной отдачей от масштаба.

Ответ: данное производство характеризуется постоянной отдачей от масштаба.

Понятие отдачи от масштаба может быть интерпретировано через средний продукт труда или производительность труда. **Средний продукт труда** (обозначается AP_L) показывает, сколько в среднем единиц продукции производится одной единицей трудовых ресурсов. Математически средний продукт труда вычисляется по следующей формуле:

$$AP_L = \frac{Y}{L}. \quad (3.9)$$

Если с ростом выпуска средний продукт труда растет, то мы имеем дело с положительной отдачей от масштаба. Если же с ростом производства падает производительность труда, то мы имеем дело с отрицательной отдачей от масштаба.

Пример 3.3. На рисунке 3.5 представлено сравнение динамики ВВП и производительности труда в России за период с 2012 по 2020 г. Из рисунка видно, что в 2012–2016 гг. российская экономика характеризовалась постоянной отдачей от масштаба. А в 2017–2020 гг. в отечественной экономике все более отчетливо наблюдалась положительная отдача от масштаба.

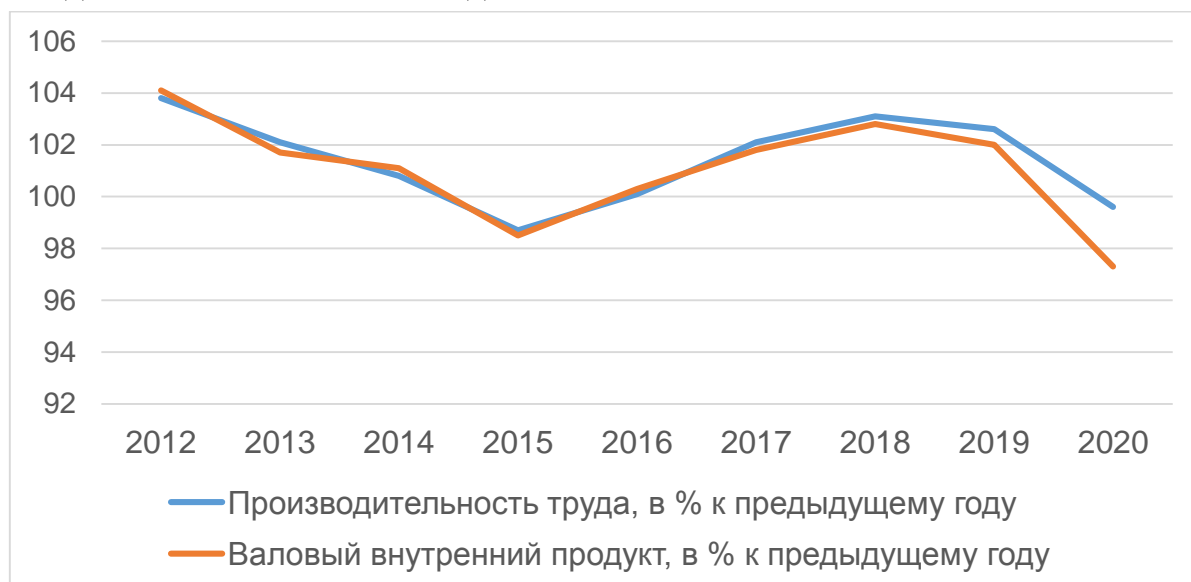


Рис. 3.5. Сравнение динамики ВВП и производительности труда в России за период с 2012 по 2020 г. (составлено на основе публикаций Росстата)

Важной характеристикой производственной функции является капиталовооруженность труда. **Капиталовооруженность труда** показывает, сколько единиц капитала приходится на одного занятого.

Динамика капиталовооруженности труда определяет вид научно-технического прогресса, с которым связано развитие технологий фирмы.

В микроэкономике под научно-техническим прогрессом понимается использование все более прогрессивных технологий, повышение квалификации персонала и совершенствование существующих бизнес-процессов. Под действием научно-технического прогресса изокванта сдвигается влево-вниз (рис.3.6). На данном рисунке сплошные линии обозначают изокванты до начала

действия научно-технического прогресса, а пунктирные линии – после его воздействия.

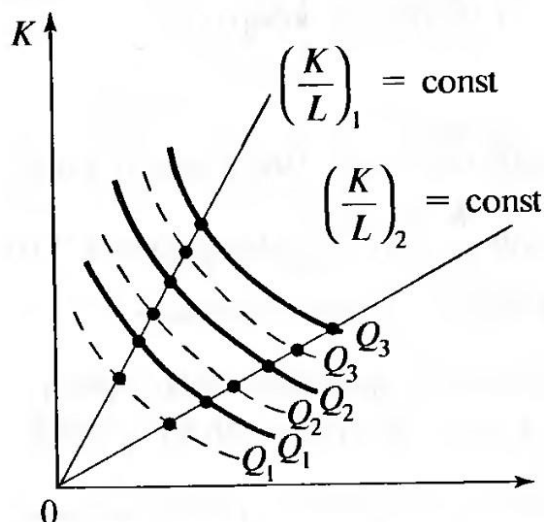


Рис. 3.6. Влияние научно-технического прогресса на положение изокванты

Различают три типа научно-технического прогресса: капиталоемкий, трудоемкий и нейтральный.

Пример 3.4. Производственная функция фирмы имеет вид $Y(K, L) = 4\sqrt{KL}$. Найдите средние продукты труда и капитала при $K=16$, а $L=4$.

Решение. Согласно формуле (3.9) средний продукт труда равен $AP_L = \frac{Y}{L}$, а средний продукт капитала определяется соотношением

$$AP_K = \frac{Y}{K}.$$

$$\text{Тогда } AP_L = \frac{4\sqrt{KL}}{L} = 4\sqrt{\frac{K}{L}} = 8,$$

$$AP_K = \frac{4\sqrt{KL}}{K} = 4\sqrt{\frac{L}{K}} = 2.$$

Ответ: при указанном объеме использования труда и капитала в среднем одна единица труда производит 8 единиц продукции, а одна единица капитала – 2 единицы.

3.3 Издержки производства и выбор производителя

В микроэкономике выделяют бухгалтерские и экономические издержки. Бухгалтерские издержки начисляются в соответствии с действующим законодательством в области бухгалтерского учета. Экономические издержки включают в себя также неофициальные выплаты, которые не учитываются в бухгалтерской отчетности. Далее под термином «издержки» мы будем понимать бухгалтерские издержки.

Разность между выручкой продукции фирмы и ее издержками составляет прибыль. Каждая фирма отчитывается о своей прибыли в налоговые и статистические государственные органы. Часто фирма стремится минимизировать величину издержек при существующем объеме выпуска. Существует и другая задача: максимизировать выпуск при текущем уровне затрат.

Пусть r – арендная ставка за единицу капитала. Мы предполагаем, что весь капитал фирмы является арендованным, w – ставка заработной платы. Тогда общие издержки фирмы можно представить в виде

$$TC = rK + wL, \quad (3.10)$$

где TC – издержки фирмы.

Графически в координатах K – L уравнение издержек представляет собой прямую линию. Данная прямая называется **изокостой**. Карта изокост представлена на рис.3.7

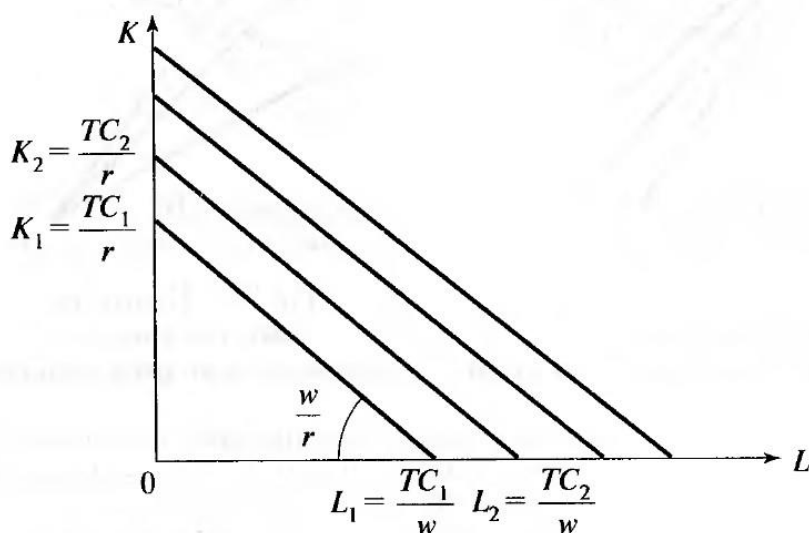


Рис. 3.7. Карта изокост

Наклон изокосты определяется отношением $\frac{w}{r}$.

Предположим, фирма стремится максимизировать объем выпуска при заданном уровне финансовых ресурсов. Возникает вопрос: какой объем выпуска выберет фирма? По аналогии с выбором потребителя оптимум производителя достигается в точке, где изокоста касается изокванты.

Точка, где изокоста касается изокванты, называется **оптимум производителя**. Графическое изображение оптимума производителя представлено на рис.3.8. На данном рисунке оптимум производителя достигается в точке C при объеме выпуска Q_1 . Фирма не будет производить продукцию объемом Q_1 , так как при доступном уровне издержек она может достичь более высокого уровня выпуска. В то же время уровень выпуска Q_2 является для фирмы недостижимым. И только в точке C достигается оптимум производителя.

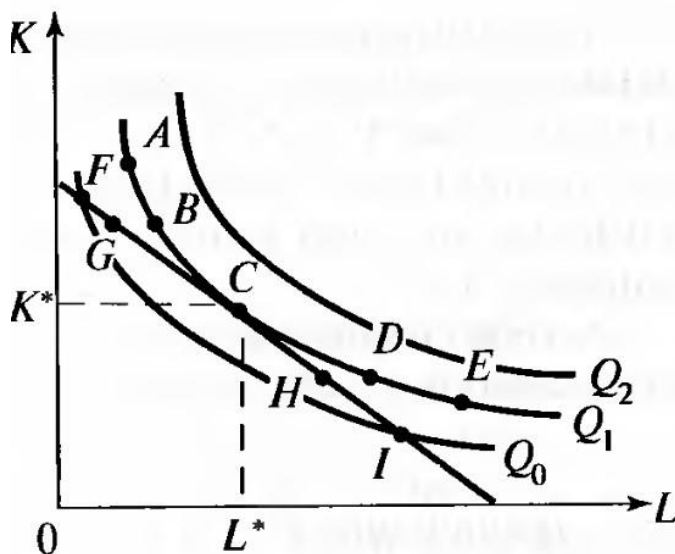


Рис. 3.8. Графическое изображение оптимума производителя

Математически оптимум производителя достигается в точке, где предельная норма технологической замены равна отношению цен используемых ресурсов:

$$\frac{MP_L}{MP_K} = \frac{w}{r}. \quad (3.11)$$

В общем виде задача выбора производителя формулируется следующим образом: фирма стремится максимизировать выпуск при заданном уровне издержек. Математически эту задачу можно записать как задачу на условный экстремум:

$$\begin{aligned} Q &= f(K, L) \rightarrow \max, \\ wL + rK &= C = \text{const}. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Пример 3.5. Некоторая технология производства описывается следующей производственной функцией: $Q = 2K^{1/2}L^{1/3}$. Ставка заработной платы равна 10 руб. Арендная ставка капитала составляет 20 руб. Фирма может выделить на производство 600 руб. Какой выпуск для фирмы является оптимальным (в случае дробного значения округлить)?

Решение. Согласно формуле (3.11) оптимум производителя достигается в точке, где выполняется условие: $\frac{MP_L}{MP_K} = \frac{w}{r}$. Вычислим предельные продукты труда и капитала:

$$MP_L = \frac{2K^{1/2}}{3L^{2/3}};$$

$$MP_K = \frac{2L^{1/3}}{2K^{1/2}}.$$

С учетом этого перепишем условие оптимума потребителя для данной задачи: $\frac{MP_L}{MP_K} = \frac{4K}{6L} = \frac{2K}{3L} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$.

$$\text{Или } \frac{2K}{3L} = \frac{1}{2}.$$

$$\text{Тогда } 3L = 4K.$$

$$\text{Далее запишем уравнение изокосты } 10L + 20K = 600.$$

$$\text{С учетом вычисленных соотношений } 10L + 15L = 600.$$

Или

$$25L = 600;$$

$$L = 24;$$

$$K = 18.$$

Исходя из этого вычислим оптимальный объем выпуска: $Q = 2 \cdot 18^{\frac{1}{2}} \cdot 24^{\frac{1}{3}} = 2 \cdot 4,24 \cdot 2,85 = 24$.

Ответ. Оптимальный выпуск фирмы – 24 единицы продукции.

3.4 Издержки производства

В микроэкономике выделяют краткосрочный и долгосрочный периоды. В краткосрочном периоде фирма может менять лишь количество используемого труда. В долгосрочном периоде фирма меняет как количество труда, так и количество капитала.

Покажем на примере, как издержки производства в долгосрочном периоде определяются производственной функцией фирмы и ценами на ресурсы.

Пример 3.5. Технология разгрузки вагонов описывается следующей производственной функцией: $Q = 10\sqrt{KL}$. Ставка заработной платы составляет 10 руб. Арендная стоимость одной единицы капитала – 40 руб. Определите зависимость издержек фирмы от объема выпуска.

Решение. Для начала найдем оптимум производителя как функциональную зависимость объема выпуска от стоимости ресурсов. Согласно формуле (3.11) оптимум производителя достигается в точке, где выполняется равенство $\frac{MP_L}{MP_K} = \frac{w}{r}$. Далее найдем предельные продукты труда и капитала:

$$MP_L = \frac{10K^{1/2}}{2L^{1/2}} = \frac{5K^{1/2}}{L^{1/2}},$$

$$MP_K = \frac{5L^{1/2}}{K^{1/2}},$$

$$\text{Следовательно, } \frac{5K}{5L} = \frac{K}{L} = \frac{1}{4}.$$

$$\text{Тогда } 4K = L.$$

$$\text{Запишем уравнение изокосты: } 10L + 40K = C$$

$$\text{Или } 20L = C, 80K = C.$$

$$\text{Тогда } Q = 10 \sqrt{\frac{c}{20} * \frac{c}{80}} = 10 \frac{c}{40} = \frac{c}{4}.$$

Следовательно, $C = 4Q$.

Ответ. Для данных производственной функции и цен на ресурсы зависимость издержек от выпуска имеет вид $C = 4Q$.

В микроэкономике выделяют постоянные издержки и переменные издержки, которые в сумме составляют общие издержки. Общие издержки будем обозначать $ТС$.

В долгосрочном периоде издержки зависят от объема выпуска:

$$ТС = ТС(Q). \quad (3.13)$$

Переменными называются те издержки, которые меняются с изменением объема выпуска. К переменным издержкам обычно относят заработную плату персонала, непосредственно занятого в производстве; расходы на сырье и материалы. Переменные издержки обозначаются VC .

Постоянными называются те издержки, которые не меняются с изменением объема выпуска. К постоянным издержкам обычно относят заработную плату управленческого персонала и расходы по содержанию зданий. Постоянные издержки обозначаются FC .

Общие издержки представляют собой сумму постоянных и переменных издержек:

$$ТС = FC + VC. \quad (3.14)$$

Графически зависимость общих, постоянных и переменных издержек от объема выпуска представлена на рис.3.9. На этом графике функция FC имеет вид горизонтальной прямой, так как постоянные издержки не зависят от объема выпуска. Кривые общих и переменных издержек идут параллельно.

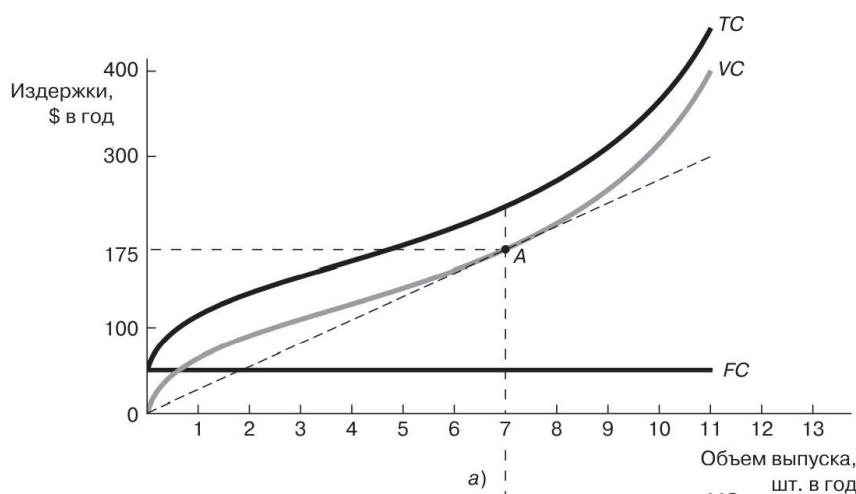


Рис. 3.9. Зависимость общих, переменных и постоянных издержек от объема выпуска

Также экономическая теория выделяет предельные издержки и средние издержки.

Предельными издержками (обозначаются MC) называется величина, на которую увеличатся издержки при увеличении выпуска на единицу. Математически предельные издержки представляют собой частную производную от функции общих издержек по объему выпуска:

$$MC = \frac{\partial TC}{\partial Q}. \quad (3.15)$$

Средними издержками (обозначаются AC) называется величина, которая показывает, сколько в среднем единиц издержек требуется для производства одной единицы продукции. Средние издержки вычисляются путем деления величины общих издержек на объем выпуска:

$$AC = \frac{TC}{Q}. \quad (3.16)$$

Пример 3.6. Производственная функция фирмы задана соотношением $Q = 2\sqrt{K} + \sqrt{L}$. Ставка заработной платы равна 10 руб., арендная ставка единицы капитала составляет 15 руб. Вывести зависимость средних и предельных издержек данной фирмы от объема выпуска.

Решение. Задача решается аналогично примеру 3.5. Оптимум производителя достигается в точке, где $\frac{MP_L}{MP_K} = \frac{w}{r}$. Вычислим предельные продукты труда и капитала.

$$MP_L = \frac{1}{2\sqrt{L}}.$$

$$MP_K = \frac{1}{\sqrt{K}}.$$

$$\text{Следовательно, } \frac{\sqrt{K}}{2\sqrt{L}} = \frac{2}{3}.$$

$$\text{Тогда } 4\sqrt{L} = 3\sqrt{K}.$$

$$\text{Возведем в квадрат обе части уравнения } 16L = 9K.$$

$$\text{Запишем уравнение изокосты: } 10L + 15K = C.$$

$$\text{С учетом сделанных ранее вычислений } 10L + \frac{16 \cdot 15}{9}L = C,$$

$$36\frac{2}{3}L = C \text{ или } 65\frac{5}{27}K = C.$$

Подставим получившиеся соотношения в производственную функцию:

$$Q = 2\sqrt{\frac{3}{72}C} + \sqrt{\frac{27}{325}C} = 0,4\sqrt{C} + 0,29\sqrt{C} = 0,69\sqrt{C}.$$

$$\text{Следовательно, } 0,48C = Q^2.$$

$$\text{Тогда } C = 2,08Q^2.$$

Далее найдем функции средних и предельных издержек. $AC = 2,08Q$, $MC = 4,16Q$.

Ответ: $AC = 2,08Q$, $MC = 4,16Q$.

Считается, что кривая средних издержек имеет вид параболы (рис.3.10). До точки минимума по мере увеличения объема выпуска действует положительная отдача от масштаба. В связи с этим средние издержки уменьшаются. После этого действует отрицательная отдача от масштаба – средние издержки увеличиваются.

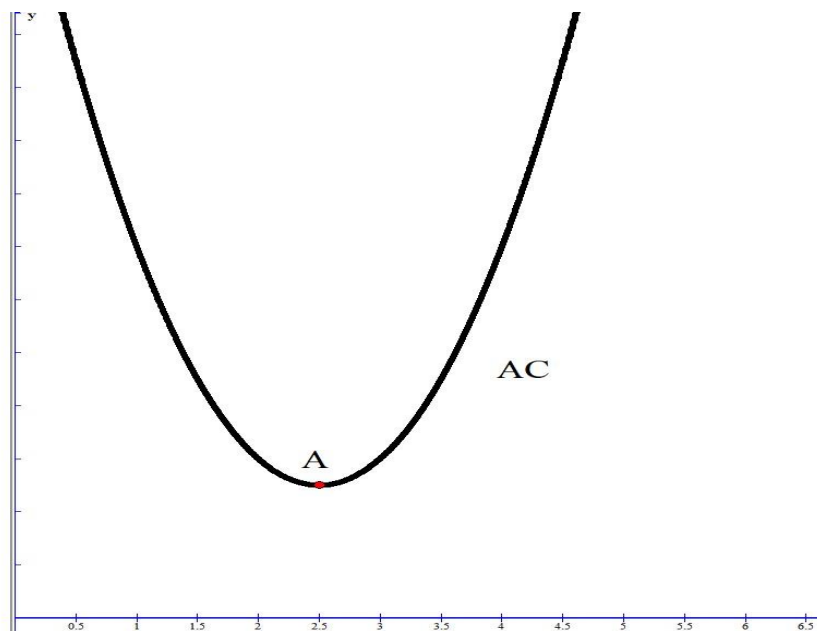


Рис. 3.10. Кривая средних издержек

Классическая микроэкономика выделяет также средние постоянные и средние переменные издержки. **Средние переменные издержки** (обозначаются AVC) показывают, сколько в среднем единиц переменных издержек необходимо для производства единицы продукции. **Средние постоянные издержки** (обозначаются AFC) показывают, сколько в среднем единиц постоянных издержек необходимо, чтобы произвести единицу продукции.

График функций средних, средних постоянных, средних переменных и предельных издержек представлен на рис.3.11.

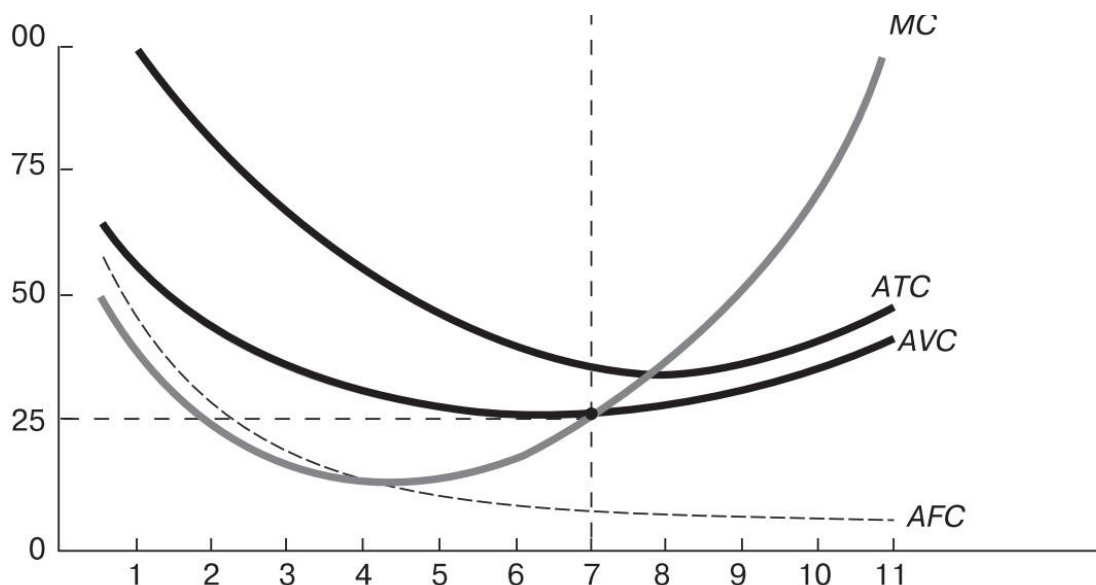


Рис.3. 11. График предельных (MC), средних (ATC), средних переменных (AVC) и средних постоянных (AFC) издержек

Так как постоянные издержки не зависят от объема выпуска, то, как видно из рис.3.11, средние переменные издержки убывают при росте Q . Алгебраически средние переменные издержки можно вычислить путем деления переменных издержек на объем выпуска:

$$AVC = \frac{VC}{Q}. \quad (3.17)$$

Аналогично вычисляются средние постоянные издержки:

$$AFC = \frac{FC}{Q}. \quad (3.18)$$

3.5 Максимизация прибыли конкурентной фирмой и кривая предложения

Классическая микроэкономика предполагает, что основной целью фирмы является максимизация прибыли. Тем не менее, на практике данная предпосылка выполняется далеко не всегда.

Во-первых, некоммерческие организации не максимизируют прибыль. Религиозные организации или политические партии официально заявляют, что ставят перед собой иные цели, чем максимизация прибыли. Во-вторых, бюджетные учреждения часто на практике также имеют иные цели, чем максимизация прибыли. Например, общеобразовательные школы или учреждения государственного здравоохранения могут принимать управленческие решения, которые ведут к снижению их чистой прибыли. В-третьих, в максимизации прибыли обычно заинтересованы владельцы фирмы, но не всегда заинтересован ее топ-менеджмент.

Далее будет рассматриваться деятельность предприятий, заинтересованных исключительно в максимизации прибыли.

Прибыль будем обозначать буквой π . В нашей упрощенной модели прибыль равна разности между выручкой фирмы и ее издержками:

$$\pi = R - C. \quad (3.19)$$

С учетом того, что мы условились рассматривать лишь те фирмы, которые стремятся максимизировать свою прибыль, для нахождения объема выпуска, максимизирующего прибыль, найдем ее производную по Q и приравняем ее к нулю:

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{dQ} &= MR - MC = 0, \\ MR &= MC, \end{aligned} \quad (3.20)$$

где MR – **предельный доход** фирмы. Предельный доход показывает, на сколько изменится выручка фирмы при увеличении ее выпуска на единицу.

Поясним экономический смысл уравнения (3.20). Если предельный доход от одной единицы товара превышает издержки на ее производство, то фирма может увеличить прибыль путем наращивания объемов выпуска. Когда же достигается равновесие между предельным доходом и предельными издержками, дальнейшее увеличение объема выпуска нецелесообразно.

На рынке совершенной конкуренции (подробнее см. гл. 4) фирма является **ценополучателем**. Это означает, что отдельно взятая фирма не может повлиять на рыночную цену. Организация лишь принимает ту цену, которая установилась на рынке в результате взаимодействия спроса и предложения.

Таким образом, для конкурентной фирмы цена является константой относительно объема выпуска. Перепишем уравнение выручки фирмы, которая равна произведению цены на объем продаж: $R = PQ$. Тогда после дифференцирования функции прибыли фирмы получим следующее условие максимизации прибыли конкурентной фирмой:

$$P = MC. \quad (3.21)$$

Пример 3.7. Функция издержек фирмы, работающей на рынке совершенной конкуренции, имеет вид $C = \frac{Q^2}{2} - 2Q$. На рынке установилась рыночная цена, равная 2 денежным единицам за единицу продукции. Найти объем выпуска, который будет производить фирма.

Решение. Согласно (3.21) условием максимизации прибыли фирмой выступает равенство цены предельным издержкам: $P = MC$. Вычислим функцию предельных издержек: $MC(Q) = Q - 2$. Приравняем предельные издержки к цене: $Q - 2 = 2, Q = 4$.

Ответ. Фирма, максимизирующая прибыль, будет производить 4 единицы продукции.

Рассмотрим графическое изображение уравнения (3.21) (рис.3.11). Предположим, что фирма является ценополучателем и на рынке установилась некоторая цена P . Тогда на графике она примет вид прямой линии, параллельной оси OX (см. рис.3.12).

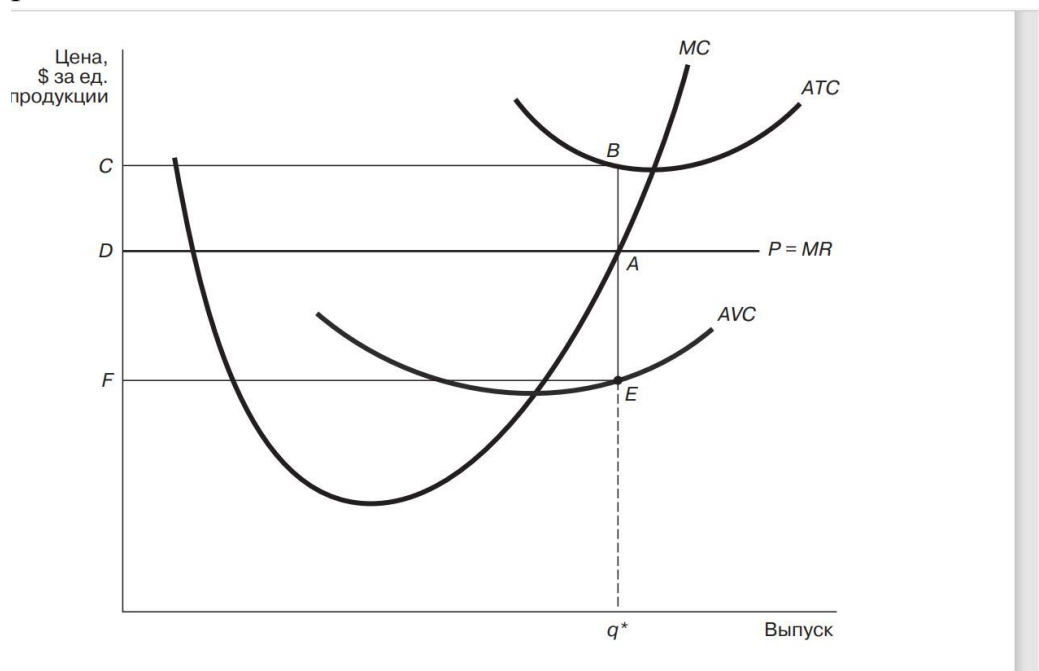


Рис. 3.12. Графическое изображение оптимального выпуска конкурентной фирмы

Оптимальный выпуск Q^* устанавливается в точке, где прямая P пересекается с кривой MC . В связи с этим можно рассмотреть три случая:

- 1) $P > AC(Q^*)$. При этом фирма получает положительную прибыль. Она успешно функционирует на рынке.
- 2) $AVC(Q^*) < P < AC(Q^*)$. При выполнении данного соотношения фирма получает отрицательную прибыль, однако не уходит с рынка, поскольку при уходе с рынка она лишится своих активов, которые могут быть неликвидными.
- 3) $AVC(Q^*) > P$. В при этом условии фирма уходит с рынка.

Таким образом, если на рынке установилась цена, меньшая, чем $\min AVC$, то фирма однозначно прекратит свою деятельность. В связи с этим точка, где достигается $\min AVC$, является условием выхода фирмы на рынок.

Пример 3.8. Функция издержек фирмы, работающей на рынке совершенной конкуренции, имеет вид $C = Q^3 - 6Q^2 + 10Q + 8$. Найти объем выпуска, при котором фирма выйдет на рынок.

Решение. Как было показано выше, точкой выхода фирмы на рынок является $\min AVC$. Вычислим функцию средних переменных издержек: $AVC = \frac{VC}{Q}$;

$$VC = Q^3 + 6Q^2 - 30Q;$$

$$AVC = Q^2 - 6Q + 30;$$

$$\frac{dAVC}{dQ} = 2Q - 6 = 0;$$

$$Q = 3.$$

Ответ: фирма выйдет на рынок при объеме выпуска, равном 3.

В главе были раскрыты особенности экономико-математического моделирования поведения производителя. В следующей главе будет описано поведение фирмы при различных типах рыночных структур.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ К ГЛАВЕ 3

1. Производство некоторой фирмы характеризуется производственной функцией $Y = K^{0,3}L^{0,5}$. Найдите норму технологического замещения данной производственной функции. Вычислите ее в точке (2; 3).

2. Производство стульев характеризуется производственной функцией $Q = K^{3/4}L^{1/4}$. Расходы фирмы составляют 250 руб. Ставка заработной платы 15 руб.. Норма расходов на капитал составляет 11 руб. Найдите число стульев, которое будет производить фирма (в случае дробного ответа значение округлить).

3. Решите предыдущую задачу методом множителей Лагранжа. Найдите значение параметра λ . Дайте экономическую интерпретацию этого показателя.

4. Производство пар обуви характеризуется следующей производственной функцией: $Q = K^{1/4}L^{3/4}$. Ставка заработной платы составляет 8 руб. Норма расходов на капитал равна 5 руб. Выведите зависимость издержек фирмы от объема выпуска.

5. Издержки конкурентной фирмы описываются формулой: $TC = Q^3 + 6$. При остановке производства издержки составляют 4 денежных единицы. Найдите объем выпуска, при котором фирма выйдет на рынок.

6. Производственная функция фирмы имеет вид: $y = 2\sqrt{KL}$. Определите средние продукты труда и капитала при $K = 9$; $L = 16$.

7. Издержки конкурентной фирмы описываются формулой: $TC = Q^2 + 25$. Определите максимум прибыли фирмы при цене, равной 20 денежным единицам за единицу товара.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 3

1. Производственная функция $y = f(K, L)$ характеризуется положительной отдачей от масштаба. Объем используемых труда и капитала вырос на 20 %. Тогда выпуск:

- a) увеличится более чем на 20 %;
- b) увеличится в пределах от 15 до 20 %;
- c) останется неизменным;
- d) увеличится ровно на 20 %.

2. Дана производственная функция $y = \sqrt{KL}$. Она характеризуется:

- a) положительной отдачей от масштаба;
- b) отрицательной отдачей от масштаба;
- c) постоянной отдачей от масштаба;
- d) данных недостаточно.

3. Ставка заработной платы составляет 10 руб. Арендная ставка капитала – 20 руб. В этом случае оптимальный выпуск достигается тогда, когда отношение предельного продукта труда к предельному продукту капитала равно:

- a) 2;
- b) 1,5;
- c) 1;
- d) 3.

4. Большему объему выпуска соответствуют изокванты, которые лежат относительно исходной:

- a) выше и правее;
- b) ниже и правее;
- c) ниже и левее;
- d) выше и левее.

5. Дана следующая производственная функция: $y = K^{0,4}L^{0,3}$. В соответствии с ней при увеличении используемого труда на 1 % объем выпуска увеличится на:

- a) 0,4 %;
- b) 0,6 %;
- c) 0,3 %;
- d) 0,7 %.

6. Предположим, что постоянные издержки фирмы повысились на ту же величину, на какую снизились переменные издержки. В этом случае общие издержки:

- a) возросли;
- b) снизились;
- c) не изменились;
- d) недостаточно информации для ответа.

7. В некоторой фирме А средний продукт труда равен 10 при 15 постоянных работников. В этом случае выпуск фирмы А равняется:

- a) 150;
- b) 1,5;
- c) 200;
- d) 300.

8. Какие из представленных ниже организаций не нацелены на максимизацию прибыли?

- a) общеобразовательная школа;
- b) политическая партия;
- c) коммерческий банк;
- d) дорогой ресторан, принадлежащий предпринимателю Петрову.

9. Завод Х купил производственный станок за 20 тыс. рублей и офисный стол для директора завода за 10 тыс. рублей. В этом случае переменные издержки составят:

- a) 30 тыс. руб.;
- b) 10 тыс. руб.;
- c) 20 тыс. руб.;
- d) 50 тыс. руб.

10. Покупка сырья относится:

- a) к постоянным издержкам;
- b) переменным издержкам;
- c) предельным издержкам;
- d) трансакционным издержкам.

11. Средние издержки представляют собой:

- a) сумму средних постоянных и средних переменных издержек;
- b) сумму постоянных и переменных издержек;
- c) сумму постоянных и предельных издержек;
- d) сумму постоянных и средних переменных издержек.

12. Пусть на рынке сложилась цена, которая меньше средних переменных издержек некоторой фирмы А. В этом случае фирма:

- a) получает положительную прибыль и остается на рынке;
- b) получает отрицательную прибыль и остается на рынке;
- c) получает отрицательную прибыль и уходит с рынка;
- d) получает положительную прибыль и уходит с рынка.

13. Функция издержек фирмы имеет вид: $TC = 6q + 2q^2$. Фирма производит 25 единиц продукции и продает их за 36 руб. на абсолютно конкурентном рынке. В этом случае фирма получает прибыль:

- a) –500 руб.;
- b) 250 руб.;
- c) –375 руб.;
- d) 450 руб.

14. График зависимости цены от объема продаж, который максимизирует прибыль продавца при заданном уровне цен на ресурсы называется:

- a) кривой предложения;
- b) кривой спроса;
- c) изоквантой;
- d) изокостой.

ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПОВ РЫНОЧНЫХ СТРУКТУР

Описаны экономико-математические модели функционирования фирмы в условиях различных типов рыночных структур (видов рыночного окружения). Экономико-математические модели служат основой прикладной экономической дисциплины – теории отраслевых рынков.

В первом разделе главы дан обзор типов рыночных структур. Далее особое внимание будет уделено тем видам рынка, на которых присутствует много покупателей: совершенная конкуренция, олигополия, монополия и монополистическая конкуренция.

4.1 Понятие рыночной структуры и рынок совершенной конкуренции

Выясним сущность понятия рыночной структуры. Тип рынка или рыночной структуры, определяют следующие показатели:

- 1) количество продавцов,
- 2) количество покупателей,
- 3) природа продукта,
- 4) условия входа на рынок,
- 5) информационная мобильность.

Рыночная структура – это тип рынка, для которого характерны те или иные значения указанных пяти параметров.

Первый тип рынка – **совершенная конкуренция**. На таких рынках присутствует много продавцов и много покупателей. Ввиду этого ни один из покупателей и ни один из продавцов не может повлиять на рыночную цену. Следовательно, как продавцы, так и покупатели являются ценополучателями.

На рынке совершенной конкуренции все продавцы торгуют своей продукцией по единой рыночной цене. Также данной разновидности рыночной структуры присуще отсутствие барьеров для вхождения на рынок. Поэтому на рынке действует жесткая конкуренция между продавцами. Это приводит к тому, что прибыль производителей близка к нулю.

Для входа на рынок совершенной конкуренции не существует барьеров. Следовательно, если у продавцов, ведущих деятельность на данном рынке, возникает положительная прибыль, то на рынок приходят новые производители, которые создают конкуренцию уже существующим, уменьшая тем самым их прибыль.

Отдельно следует остановиться на единственности рыночного равновесия в данном виде рыночной структуры. Существуют товары, предложение которых

всегда выше спроса на них. Таким образом, равновесие для таких товаров не достигается. Экономические блага этого типа называются *свободными*. Потребители могут пользоваться свободными благами бесплатно. Примерами свободных экономических благ служат морская вода, солнечный свет и т. п.

Рассмотрим влияние потоварных налогов на рыночное равновесие при конкурентном рынке. Пусть правительство ввело потоварный налог на товар X. Примеры потоварных налогов – акцизы, НДС.

Анализ последствий введения потоварного налогообложения представлен на рис.4.1.

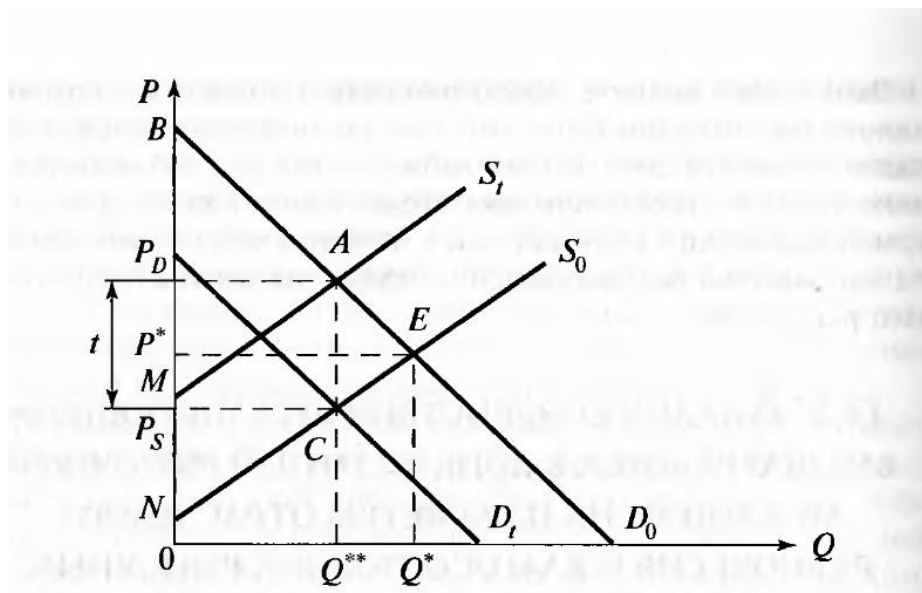


Рис. 4.1. Анализ последствий введения потоварного налога на рынке совершенной конкуренции

Прямая спроса на рис.4.1 обозначена D_0 . До введения налога предложение на рынке отражала прямая S_0 . Предположим, что был введен акциз на товар в размере t рублей за единицу товара. Как следствие, производители готовы продать тот же объем продукции по цене на t единиц больше. В результате прямая предложения сдвигается на t единиц вверх. Новая прямая предложения обозначена на рис. 4.1 S_t .

Как видно из рис. 4.1, в результате введения потоварного налога рыночная цена увеличилась на t единиц. Равновесный объем продаж сократился с Q^* единиц до Q^{**} единиц. Таким образом, при введении потоварного налога на какой-либо товар его цена растет, а объем продаж падает.

Обычно акцизами облагаются товары, потребление которых наносит вред обществу. Типичные примеры подакцизных товаров – алкоголь и сигареты. Правительство облагает акцизами эти товары для снижения их потребления и получения доходов от продаж подакцизных товаров.

Заканчивая рассмотрение рыночной структуры совершенной конкуренции отметим, что согласно экономической теории на конкурентном рынке присутствует очень много продавцов и очень много покупателей. Между тем вопрос: сколько участников должно быть на рынке, чтобы он был признан конкурентным, – остается открытым. Поэтому данный тип рыночных отношений, скорее, служит лишь некоторым общим приближением процесса установления цен на некоторые виды товаров или услуг.

Пример 4.1. Функция издержек фирмы, действующей на рынке совершенной конкуренции, описывается уравнением $C = \frac{Q^2}{20} + Q$. Выведите функцию предложения фирмы.

Решение. Условие выхода фирмы на рынок: $P > \min AVC$. Поскольку в данном уравнении нет константы, постоянные издержки отсутствуют. Следовательно, $AVC = \frac{Q}{20} + 1$;

$$\frac{dAVC}{dQ} = \frac{1}{20} = 0,05.$$

$$MC = \frac{Q}{10} + 1 = P;$$

$$Q = -10 + 10P.$$

Ответ. Уравнение прямой предложения для данной фирмы имеет вид $Q = -10 + 10P$.

4.2 Модель монополии

Монополия – это тип рыночной структуры, на котором есть один продавец и много покупателей. Чтобы данный тип рынка возник в действительности, необходимо наличие барьеров для входа на него. Если барьеров не будет, на рынок смогут прийти другие производители, и он перестанет быть монополией.

Все барьеры входа на рынок можно разделить на юридические и технологические. К юридическим барьерам относится юридически закрепленное право производить какую-либо продукцию. Это могут быть патенты, лицензии и тому подобные юридические права. Например, в Российской империи долгое время монополией на производство алкоголя владело государство, так как это было закреплено юридически.

Технологические барьеры имеют место, когда технология производства какого-либо товара или услуги не является общедоступной. Например, США долгое время были монополистами в производстве ракет сверхтяжелого класса.

Если на рынке совершенной конкуренции фирма является ценополучателем, то монополисту приходится принимать решение о размере оптимальной для него цены. Существует мнение, что монополист не ограничен в своем ценообразовании. На самом деле это не совсем так. Монополист не может установить цену

за определенное количество товара выше, чем какой-либо из потребителей готов заплатить за нее.

Выведем формулу установления равновесия на рынке монополии. Так как согласно формуле (3.19) прибыль фирмы является разностью между ее выручкой и издержками, первая производная прибыли $\frac{d\pi}{dQ} = MR - MC = 0$. Следовательно, условие равновесия монополиста

$$MR = MC. \quad (4.1)$$

Фирма обладает монопольной властью, если она может влиять на цену, которая установилась на рынке. Следовательно, на любом неконкурентном рынке существует как спрос на продукцию всех производителей, так и спрос на продукцию одной конкретной фирмы.

Хотя часто продукция различных фирм-конкурентов, производящих один и тот же товар (например, легковые автомобили), бывает довольно однородной, тем не менее каждый участник рынка производит продукцию со специфическими потребительскими качествами. Благодаря этому на монополизированном рынке разные производители могут продавать свою продукцию по различной цене. В случае монополии спрос на продукцию фирмы совпадает с рыночным спросом.

Перепишем функцию выручки фирмы: $R = P(Q) \cdot Q$. Найдем производную выручки по Q . В данном случае требуется найти производную произведения $MR = \frac{dP}{dQ} Q + P(Q) = P(1 + \frac{1}{E_D^p})$. Учитывая, что в точке оптимума монополиста его предельный доход равен предельным издержкам, получаем другую форму записи равновесия монополии:

$$P = MC(1 + \frac{1}{E_D^p})^{-1}. \quad (4.2)$$

Схема ценообразования, описываемая формулой (4.2), получила название «издержки+».

Изобразим графически оптимальный выбор монополиста (рис.4.2). На графике 4.2 спрос на продукцию фирмы отражает линия D . Линия MR соответствует предельному доходу монополиста. Линия SMC отражает предельные издержки.

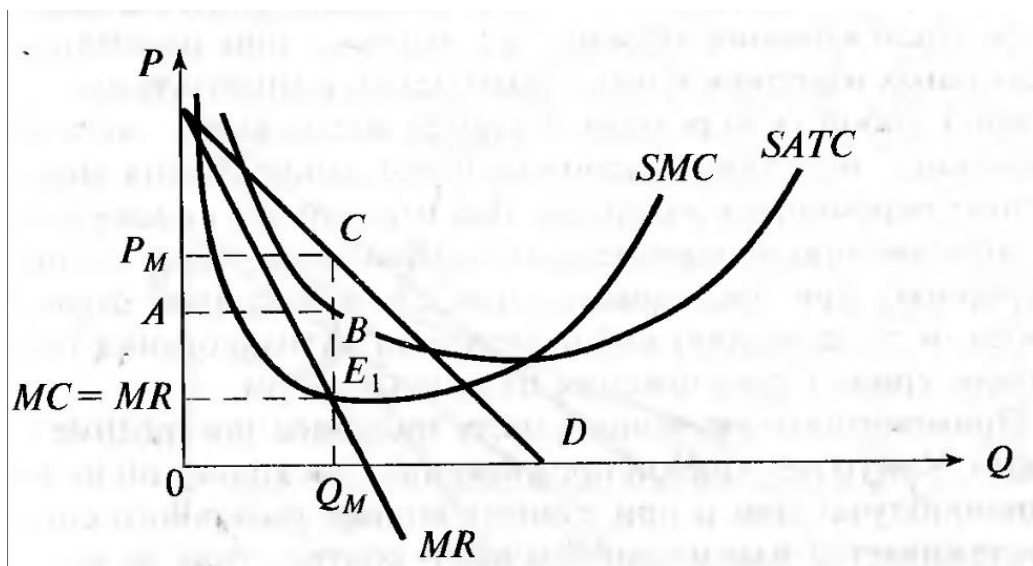


Рис. 4.2. Оптимальный выбор монополиста

Оптимум монополиста достигается в точке E_1 , где предельные издержки равны предельному доходу. На рисунке 4.2 оптимальный объем выпуска равен Q_M . Чисто теоретически монополист может установить цену на уровне равенства предельного дохода и предельных издержек. Однако ничто не мешает ему поднять цену до уровня спроса при соответствующем объеме выпуска. Поэтому оптимальной ценой, максимизирующей прибыль монополиста, является цена P_M , которой соответствует точка C на линии D .

Пример 4.2. Фирма-монополист имеет функцию издержек $TC = 20Q + 640$. Найдите оптимум данной фирмы при функции спроса $Q = 50 - 0,5P$.

Решение. Согласно формуле (4.2) оптимум монополиста достигается в точке, где $MR = MC$. Вычислим предельные издержки: $MC = 20$. Выручка фирмы равна произведению цены продаж на объем проданной продукции

$$TR = QP = (100 - 2Q)Q = 100Q - 2Q^2.$$

$$\text{Следовательно, } MR = 100 - 4Q.$$

Тогда оптимум монополиста определяется соотношением

$$100 - 4Q = 20;$$

$$4Q = 80;$$

$$Q = 20.$$

Для определения оптимальной цены подставим оптимальный объем в функцию спроса: $P = 100 - 40 = 60$.

Ответ. Оптимальный для фирмы объем продаж: 20 единиц по цене 60.

Можно показать, что монополист производит меньший объем продукции, чем тот, который мог сложился при том же спросе, если бы на рынке действовало несколько производителей. В то же время монополист устанавливает более высокую цену, чем та, которая складывается при конкурентном взаимодействии нескольких продавцов.

В связи с этим возникает вопрос оценки ущерба обществу, который приносит монополия своим существованием. Предположим, что предельные издержки фирмы-монополиста постоянны. Изобразим оптимум монополиста для такого случая на рис.4.3.

Если бы фирма действовала как ценополучатель, то она бы выбрала объем выпуска Q_C . Но в результате возникновения монополии на рынке устанавливается объем продаж Q_M , который меньше, чем Q_C , и цена P_M , которая выше конкурентной цены P_C .

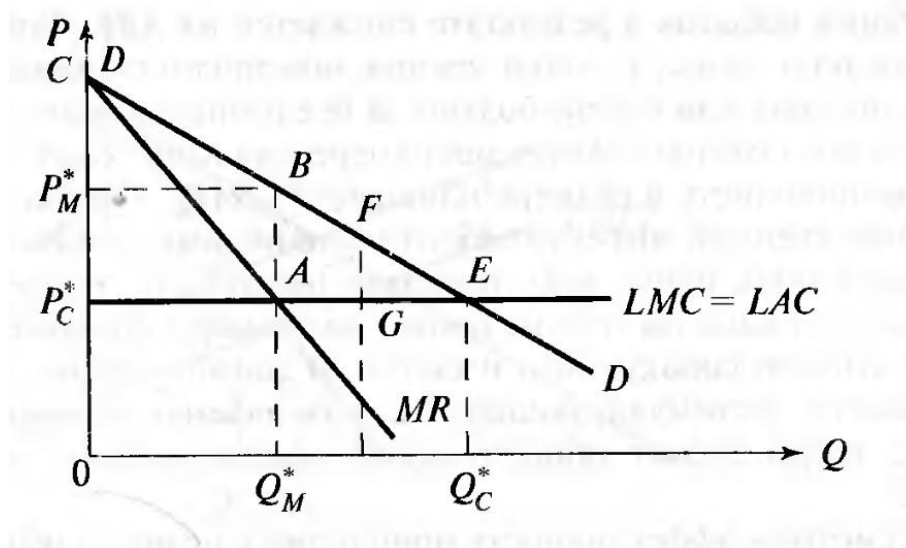


Рис. 4.3. Графическое изображение общественных издержек существования монополии

Эти рассуждения показывают, что общественный излишек в случае монополии сокращается на величину, равную площади треугольника ABE .

Среди всех монополий принято выделять так называемые **естественные монополии**. Под естественной монополией понимается ситуация, когда существование на рынке более чем одного производителя экономически нецелесообразно. Естественная монополия может удовлетворить спрос на свою продукцию при меньших издержках, чем были бы суммарные затраты при наличии двух и более производителей.

Такая ситуация возникает, когда прямая спроса пересекает кривую средних издержек до того, как достигается точка минимума функции AC . Это характерно для случаев, когда у фирмы имеются высокие постоянные издержки и относительно низкие переменные (к таким компаниям относятся железнодорожные перевозчики, компании ЖКХ и другие).

Оптимум естественной монополии представлен на рис.4.4.

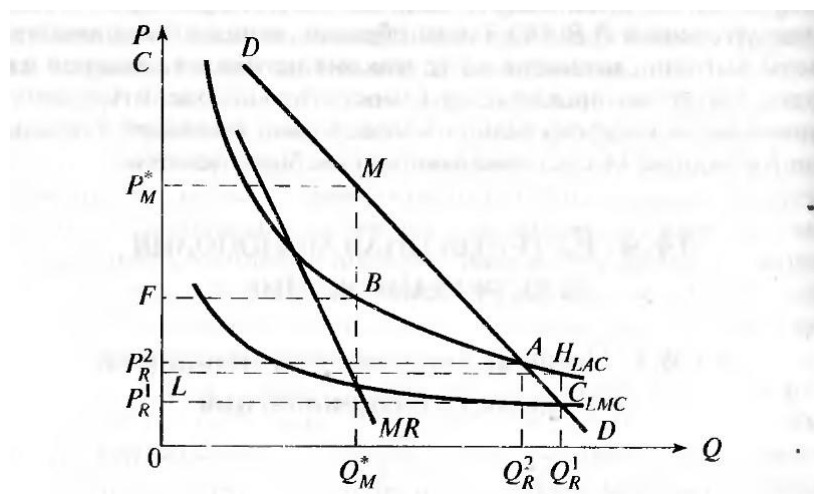


Рис. 4.4. Графическое изображение оптимума естественной монополии

Как видно из рис. 4.4, если фирма будет устанавливать цену, соответствующую пересечению кривой MC и линии спроса, что означало бы равновесие на конкурентном рынке, ее прибыль будет отрицательной. Если же монополист устанавливает цену, ориентируясь на объем выпуска, при котором $MR = MC$, то его прибыль положительна.

Пример 4.3. Спрос на услуги телефонной связи в городе N задан функцией $Q = 1000 - 50P$. Функция издержек фирмы-монополиста имеет вид $TC = 500 \ln(0,1Q - 20)$ при $Q > 200$. Является ли данный монополист естественной монополией?

Решение. Как было сказано выше, фирма является естественной монополией, если объем выпуска, при котором кривая MC пересекает прямую спроса, дает отрицательную прибыль. Найдем функцию MC : $MC = \frac{dTC}{dQ} = \frac{50}{0,1Q - 20}$.

Выразим функцию спроса через Q : $P = 20 - 0,05Q$.

Приравняем функции предельных издержек и спроса: $\frac{50}{0,1Q - 20} = 20 - 0,05Q$; $50 = (0,1Q - 20)(20 - 0,05Q) = 2Q - 0,005Q^2 - 400 + Q$;

$$0,005Q^2 - 3Q + 450 = 0;$$

$$D = 9 - 9 = 0;$$

$$Q = \frac{3}{0,01} = 300.$$

Далее найдем прибыль в этой точке: $TR = PQ = 20Q - 0,05Q^2$;

$$\pi = TR - TC = 20 \cdot 300 - 0,05 \cdot 300^2 - 500 \cdot \ln 10 = 6000 - 4500 - 1151,3 = 348,7.$$

Ответ. Данная фирма не является естественной монополией.

Во всех рассмотренных выше моделях монополист устанавливает единственную цену на свою продукцию. Между тем на неконкурентном рынке фирма

может проводить ценовую дискриминацию. Под **ценовой дискриминацией** понимается ситуация, когда фирма устанавливает для различных покупателей не одну и ту же цену за идентичные единицы своей продукции.

Для существования на рынке ценовой дискриминации необходимо, чтобы у покупателей не было возможности перепродажи (арбитража). Если арбитраж возможен, то потребители, которые покупают продукцию по более низкой цене, могут продавать ее тем, которым производитель предлагает ту же самую продукцию по более высокой цене.

Цель ценовой дискриминации заключается в том, чтобы увеличить прибыль продавца за счет сокращения излишка потребителя.

Ценовая дискриминация первой степени возникает, когда производитель для каждого покупателя устанавливает индивидуальную цену в соответствии с его готовностью платить. Например, IT-компания разработала новый программный продукт и планирует продать его пяти потенциальным заказчикам. Данному производителю программного продукта известен экономический эффект от внедрения своей разработки. В таком случае указанная IT-фирма установит цену для каждого покупателя, равную экономическому эффекту от внедрения покупаемого ПО, и тем самым будет производить ценовую дискриминацию.

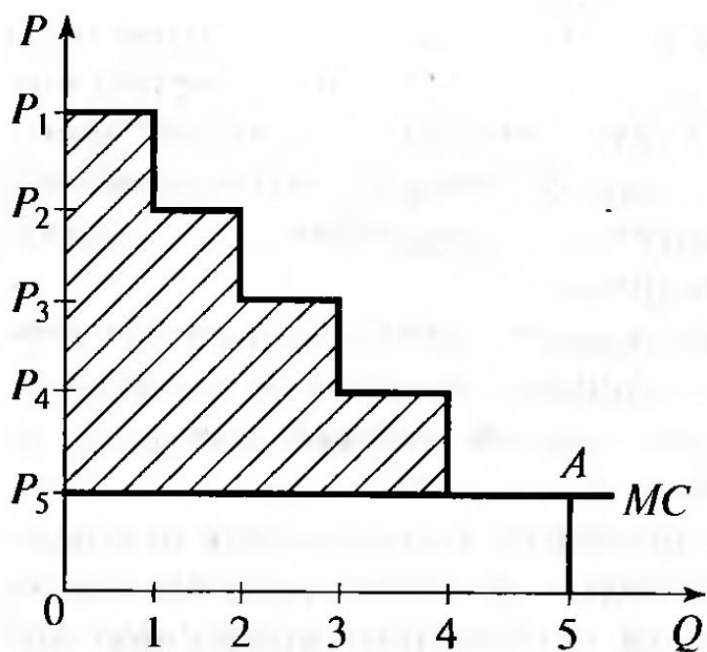


Рис. 4.5. Случай ценовой дискриминации первой степени

Графическое представление описанной ситуации дано на рисунке 4.5. Если бы производитель установил цену, равную цене при совершенной конкуренции, то на рынке действовала бы стоимость P_5 за единицу продукции. В этом случае IT-компания получала бы выручку, равную площади прямоугольника P_5A50 . Однако при проведении ценовой дискриминации первой степени выручка продавца равна площади ступенчатой фигуры $05P_1$.

Таким образом, в случае ценовой дискриминации первой степени излишек потребителя переходит в выручку продавца. Кривая спроса при этом становится также и кривой предельной выручки монополиста.

Пример 4.4. Конструкторское бюро спроектировало новую технологию производства автомобилей. Затраты на проектирование составили 500 руб. Затраты на передачу технологии одному заказчику – 100 руб. Пять потенциальных покупателей готовы купить данную технологию. Максимальная цена, за которую готов купить технологию первый заказчик, равна 200 руб, второй заказчик – за 250 руб., третий – за 220 руб., четвертый – за 280 рублей, пятый заказчик – за 310 рублей. Эти цены известны производителю. Какую прибыль получит конструкторское бюро, если продаст свою технологию каждому покупателю по индивидуальной цене? Насколько эта прибыль окажется выше, чем если бы технология была продана всем покупателям по единой цене конкурентного рынка?

Решение. Если конструкторское бюро будет продавать свою технологию по цене конкурентного рынка, то должно выполняться условие $P = MC$. Общая функция издержек имеет вид: $TC = 500 + 100Q$; $MC = 100 = P$. Следовательно, фирма продаст технологию всем пяти заказчикам по цене 100. $\pi = R - TC = 100Q - 500 - 100Q = -500$. Таким образом, при продаже продукции по единой цене фирма понесет убыток 500 руб. В случае, если фирма продает технологию по разной цене $R = 200 + 250 + 220 + 280 + 310 = 1260$. $\pi = 1260 - 500 - 500 = 260$. Таким образом, если фирма продаст продукцию по индивидуальной для каждого покупателя цене, она получит прибыль 260 руб, что на 760 руб. больше, чем в случае установления единой цены.

Ответ. Если фирма продаст каждому заказчику продукцию по индивидуальной цене, она получит прибыль 260 руб., что на 760 руб. больше, чем в случае установления единой цены.

Однако на практике фирмы не располагают информацией о максимальной цене, по которой потребитель готов купить определенное количество товара. Поэтому в жизни ценовая дискриминация первой степени встречается крайне редко.

Большее распространение получила ценовая дискриминация третьей степени, когда цены устанавливаются не для каждого конкретного потребителя, а для групп потребителей. В маркетинге данный способ ценообразования получил название **сегментация рынка**.

В качестве примера ценовой дискриминации третьей степени можно привести различную стоимость посещения музея для граждан страны и иностранцев.

Допустим, некоторый музей решил установить разные цены для иностранных посетителей и посетителей с гражданством своей страны. Спрос на услуги

музея со стороны иностранных граждан обозначим D_1 , со стороны отечественных туристов – D_2 . Суммарный спрос обозначим D_Σ . Также предположим, что предельные издержки на обслуживание как отечественного, так и иностранного посетителя одинаковы. Графическое представление оптимума монополиста в случае ценовой дискриминации третьей степени представлено на рис.4.6.

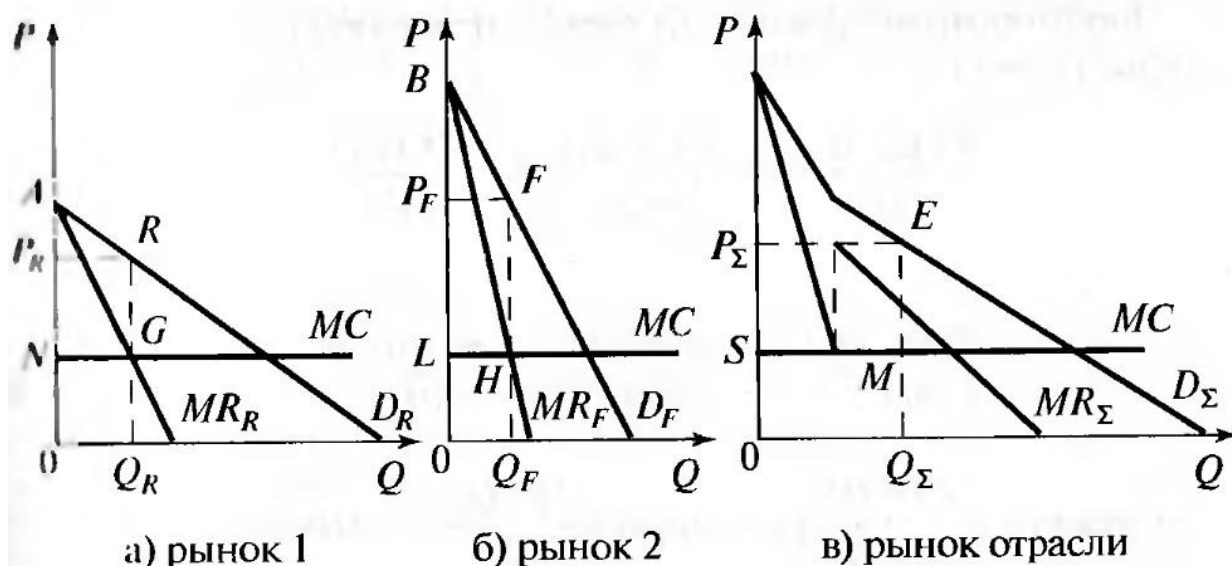


Рис. 4.6. Выбор монополиста в случае ценовой дискриминации третьей степени

Как было показано ранее, условием оптимума монополиста является выполнение соотношения $MR = MC$. В случае, если фирма проводит ценовую дискриминацию третьей степени, то это условие должно выполняться в каждом из сегментов рынка, на котором работает продавец.

Из рисунка 4.6в видно, что не применяющий ценовую дискриминацию монополист установил бы цену P_Σ . Однако монополистическое поведение продавца позволило ему поднять цену во втором сегменте, сокращая тем самым потребительский излишек.

На основании сказанного сформулируем правило максимизации прибыли при наличии ценовой дискриминации третьей степени: предельный доход в каждом из сегментов рынка должен быть равен общим предельным издержкам. Алгебраическая запись этого условия выглядит следующим образом:

$$MR_1 = MR_2 = \dots = MR_n = MC_\Sigma. \quad (4.3)$$

Рассмотрим случай с разделением рынка на два сегмента. Так как согласно (4.2)

$MR = P(1 + \frac{1}{E_p^D})$, то условие (4.3) можно переписать иначе:

$$P_1 \left(1 + \frac{1}{E_p^D} \right) = P_2 \left(1 + \frac{1}{E_p^D} \right). \quad (4.4)$$

Из условия (4.4) следует, что если $E_{1,P}^D > E_{2,P}^D$, то $P_1 < P_2$. Иными словами, чем более эластичен спрос в сегменте рынка, тем меньшую цену для этого сегмента устанавливает продавец. Данный вывод представляется вполне логичным, если мы представим себе ситуацию, когда музей устанавливает различные цены для граждан страны и иностранных туристов. Спрос иностранных туристов на услуги музея менее чувствителен к цене, так как они несут большие расходы на переезд в город музея. Следовательно, эластичность спроса иностранных граждан на цену меньше, и музей может устанавливать для них более высокую цену на свои услуги.

Пример 4.5. Спрос на товар X в Москве описывается уравнением $P_1 = 20 - Q_1$. В Санкт-Петербурге спрос на тот же товар описывается формулой $P_2 = 10 - Q_2$. Издержки производства данного товара можно описать уравнением: $TC = 5 + 0,5Q$. Вычислить прибыль фирмы, если она будет проводить ценовую дискриминацию третьей степени.

Решение. Функция издержек фирмы при сегментации рынка:

$$TC = 5 + 0,5(Q_1 + Q_2).$$

$$\text{Тогда } MC_1 = 0,5Q_1;$$

$$MC_2 = 0,5Q_2;$$

$$R_1 = (20 - Q_1)Q_1 = 20Q_1 - Q_1^2;$$

$$MR_1 = 20 - 2Q_1; \quad MR_2 = 10 - 2Q_2.$$

Приравняем предельный доход в Москве к предельным издержкам:

$$20 - 2Q_1 = 0,5Q_1;$$

$$2,5Q_1 = 20;$$

$$Q_1 = 8.$$

Приравняем предельный доход в Санкт-Петербурге к предельным издержкам: $10 - Q_2 = 0,5Q_2;$

$$Q_2 = 6,66.$$

Из этого рассчитаем цены на товар X в Москве и Санкт-Петербурге: $P_1 = 12;$

$$P_2 = 3,33.$$

$$\pi_1 = 8 \cdot 12 - 5 - 4 = 87.$$

$$\pi_2 = 3,33 \cdot 6,66 - 5 - 1,68 = 15,5.$$

$$\text{Итого общая прибыль: } \pi = \pi_1 + \pi_2 = 102,5.$$

Ответ. Прибыль фирмы, проводящей ценовую дискриминацию третьей степени, равна 102,5 денежных единиц.

Перейдем к последнему виду монопольного поведения – **ценовой дискриминации второй степени**. При дискриминации данного вида у продавца нет возможности сегментировать рынок. Однако он устанавливает определенные

условия, при выполнении которых согласен снизить цену. Примерами ценовой дискриминации второй степени могут служить скидки при прохождении порога, соответствующего определенному объему продаж, или ценовая дискриминация по времени.

Типичный пример ценовой дискриминации второй степени по времени – продажа электроэнергии по различным тарифам днем и ночью. Такая практика целесообразна потому, что спрос на электроэнергию ночью менее чувствителен к изменению цены.

Отдельной разновидностью ценовой дискриминации второй степени является так называемое ценообразование по схеме двойного тарифа. В данном случае продавец устанавливает фиксированную оплату за право покупки услуги в размере A . Также за покупку каждой единицы продукции покупатель платит цену \bar{P} . Тогда общая стоимость покупки Q единиц товара составляет

$$P = A + \bar{P}Q. \quad (4.5)$$

4.3 Основные модели монополистической конкуренции

Для такого типа рыночной структуры, как монополистическая конкуренция, характерно наличие большого числа как покупателей, так и продавцов. Однако продукция различных производителей является дифференцированной. Иными словами, потребителю не все равно, продукцию какого производителя приобретать. Если на рынке совершенной конкуренции мы предполагали, что различные производители производят относительно одинаковую продукцию (такое возможно, например, на рынке сырой нефти или зерна), то в случае монополистической конкуренции продукция различных производителей отличается по своим потребительским свойствам (например, в случае легковых автомобилей или компьютеров).

Первой и самой простой моделью монополистической конкуренции является модель Э. Чемберлена. В основе этой модели лежит понятие «продуктовой группы». Под продуктовой группой понимается продукция различных производителей со сходными потребительскими качествами, которые являются частичными субститутами.

Кривая спроса на продукцию фирмы имеет отрицательный наклон, так как при повышении цены фирма потеряет клиентов, но не всех. Уникальные характеристики продукта, который производит продавец, способствуют тому, что у него есть постоянные клиенты, которые предпочитают его продукцию аналогичным товарам конкурентов.

Модель Э. Чемберлена имеет две основные предпосылки. Во-первых, она предполагает, что кривые издержек различных производителей одинаковы. Во-

вторых, если какая-либо фирма снижает цену на свою продукцию, то она отнимает у конкурентов их постоянных клиентов в одинаковой степени.

В рыночной структуре этого типа принято разделять спрос на продукцию всей отрасли и спрос на продукцию отдельного производителя в этой отрасли. Спрос на продукцию отдельного производителя обозначим d . А спрос на продукцию фирмы, если бы она не имела уникальных потребительских качеств, обозначим D .

Графический анализ равновесия фирмы на рынке монополистической конкуренции представлен на рис.4.7.

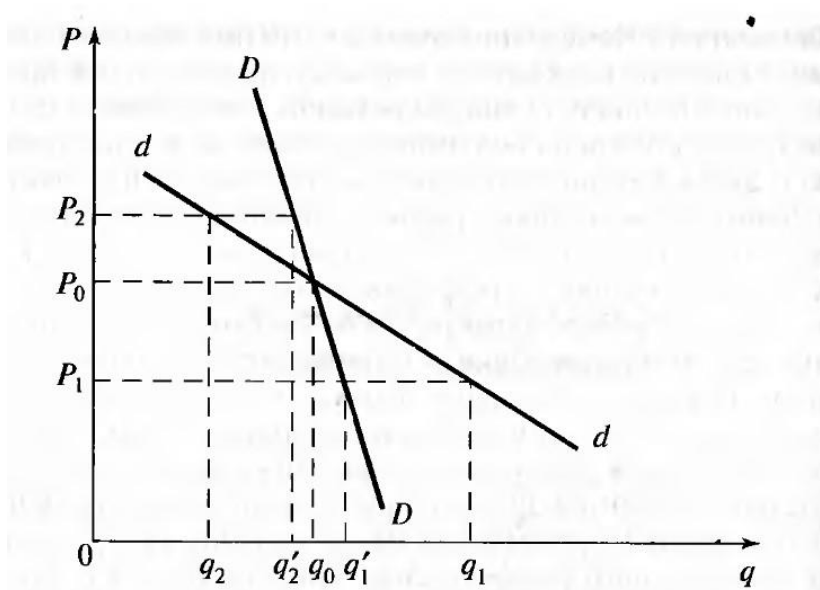


Рис. 4.7. Равновесие при монополистической конкуренции

Как видно из рис.4.7, кривая d менее эластична, чем кривая D . Связано это с тем, что на рынке совершенной конкуренции фирма имеет монопольную власть благодаря дифференциации продукции различных производителей.

Предположим, фирма опустила цену на свою продукцию с P_0 до P_1 . Тогда в краткосрочном периоде она сможет увеличить объем продаж с q_0 до q_1 . Однако ее конкуренты будут вынуждены также снизить цену на свою продукцию, чтобы вернуть себе часть ушедших постоянных клиентов. Из-за чего объем продаж фирмы сократится до величины q'_1 . Поэтому точкой равновесия фирмы на рынке монополистической конкуренции является точка, где пересекаются прямые D и d .

При монополистической конкуренции фирма получает такую же прибыль, что и на рынке совершенной конкуренции. Однако она устанавливает более высокую цену и реализует меньший объем выпуска.

Частным случаем модели монополистической конкуренции является модель пространственной дифференциации продукта. Она предполагает, что различные производители производят относительно одинаковую продукцию. Но

они различаются своим территориальным местоположением и близостью к потребителям продукции. Те производители, которые расположены ближе к потребителям продукции, несут меньшие транспортные расходы и, следовательно, при одинаковой рыночной цене могут получать большую прибыль. Данная модель была предложена Х. Хотеллингом в конце 1920-х гг.

Предположим, на пляже есть два лотка с мороженым. Цена в первом лотке равна P_A , во втором – P_B . Альтернативные издержки транспортировки мороженого равны c на единицу расстояния. Тогда реальная цена мороженого в лотке A составит:

$$P = P_A + cl, \quad (4.6)$$

где l – расстояние от лотка до потребителя.

Далее пусть A – расстояние от правого края до первого лотка, B – расстояние от второго лотка до левого края. X – рыночная доля первого лотка. Y – рыночная доля второго лотка. Тогда можно показать, что

$$X = \frac{1}{2} \left(L - a - b + \frac{P_A - P_B}{c} \right). \quad (4.7)$$

Пример 4.6. Предположим, на городском пляже длиной 100 м. торгуют мороженым два ларька, расположенные на расстоянии 40 и 10 м. от левого и правого концов пляжа соответственно. Издержки производства эскимо составляют 15 руб. Потребители готовы платить 0,1 рубля за каждый метр транспортировки эскимо до своего лежака. На пляже равномерно расположены 100 посетителей, желающих купить эскимо. Определить прибыль.

Решение. В данном случае

$$P_A = P_B = 15;$$

$$c = 0,1;$$

$$L = 100;$$

$$A = 40;$$

$$B = 10.$$

$$\text{Тогда согласно формуле (4.7) получаем } x = \frac{1}{2} (100 - 40 - 10 + 0) = 25;$$

$$y = 100 - 40 - 10 - 25 = 25;$$

$$P = 15 + 2,5 = 17,5;$$

$$Q_1 = 25 + 40 = 65;$$

$$Q_2 = 25 + 10 = 35;$$

$$\pi_1 = 65 \cdot (17,5 - 15) = 162,5;$$

$$\pi_2 = 35 \cdot (17,5 - 15) = 87,5.$$

Ответ. Первый ларек будет получать 162,5 денежных единиц прибыли, второй ларек – 87,5 денежных единиц.

4.4 Основные модели олигополии

Для модели олигополии характерно наличие относительно небольшого числа продавцов, которые конкурируют друг с другом. Несмотря на наличие конкуренции, различные производители производят однородную продукцию.

В настоящее время существует несколько общепринятых моделей олигополистического рынка. Наиболее известными из них являются модель Курно, модель Штакельберга и модель ценовых войн Бертрана. Оперируя на рынке олигополии, фирма не может игнорировать действия конкурентов.

Пусть в некоторой отрасли действует n фирм с различными функциями общих издержек TC_i . Следовательно, каждая фирма имеет свою функцию предельных издержек. Совокупный выпуск отрасли составляет Q . Выпуск отдельной фирмы – q_i . Каждая фирма максимизирует свою прибыль. Запишем функцию прибыли i -й фирмы:

$$\pi_i = P(Q)q_i - TC_i, \quad (4.8)$$

где π_i – прибыль i -й фирмы.

Фирма стремится продать такой объем продукции, который максимизировал бы ее прибыль. Следовательно, необходимо найти частную производную функции прибыли по объему продаж i -й фирмы: $\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = \frac{\partial P}{\partial q_i} q_i + P(Q) - MC_i = 0$. Также предположим, что спрос на продукцию отрасли линейен: $P(Q) = a - bQ$. Тогда $\frac{\partial P}{\partial q_i} = -b$. В таком случае частную производную функции прибыли можно переписать в другом виде $-bq_i + P(Q) - MC_i = 0$. Следовательно, условием максимизации прибыли i -й фирмой является выполнение соотношения

$$q_i = \frac{P - MC_i}{b}. \quad (4.9)$$

Таким образом, как следует из уравнения (4.9), те фирмы, которые благодаря технологическим преимуществам имеют более низкие издержки на единицу продукции, получают большую рыночную долю по объему продаж.

Теперь для простоты предположим, что на рынке олигополистической конкуренции действуют всего две фирмы. В этом случае $P(Q) = a - b(q_1 + q_2)$. Уравнение (4.9) при этом принимает вид $q_1 = \frac{a - bq_1 - bq_2 - MC_1}{b}$. После некоторых преобразований приходим к уравнению оптимума олигополии при наличии двух фирм:

$$q_1 = \frac{a - MC_1}{2b} - \frac{q_2}{2}. \quad (4.10)$$

Графическое изображение уравнения (4.10) называется **функцией реакции**. Оно показывает максимизирующий объем продаж первой фирмы при заданном объеме продаж конкурента. Изобразим функции реакции обеих фирм в

координатах $q_1 - q_2$. Для этого функцию реакции первой фирмы обозначим RF_1 , а функцию реакции второй фирмы – RF_2 . Графически эти уравнения представлены на рис. 4.8.

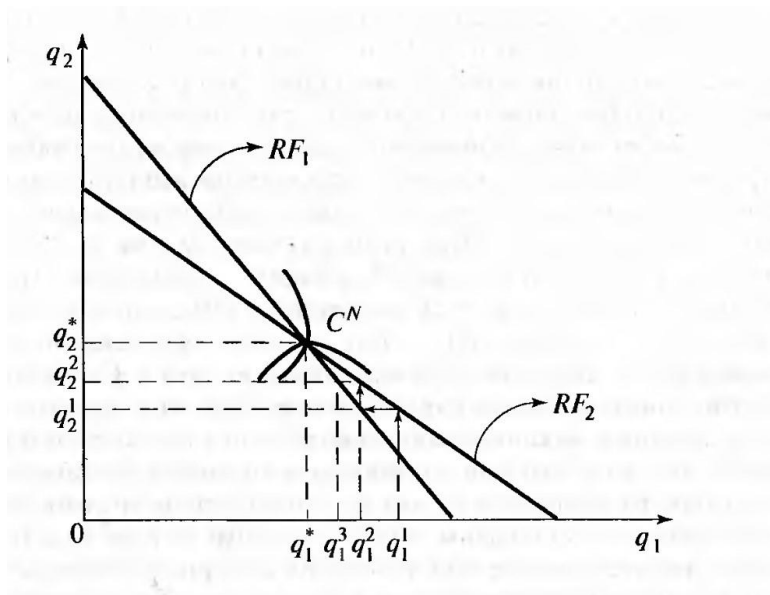


Рис. 4.8. Равновесие олигополии в случае двух фирм

Как видно из рис. 4.8, равновесие устанавливается в точке, где пересекаются функции реакции двух фирм. Данный тип рыночного взаимодействия называется **равновесием по Курно**. Будучи оптимальным для каждой фирмы по отдельности, равновесие по Курно не дает оптимума всей отрасли в целом.

Пример 4.7. На рынке калькуляторов действуют две фирмы: «Альфа» и «Вега». Спрос на калькуляторы определяется формулой $P = 100 - 2(q_1 + q_2)$. Функции издержек фирм имеют вид $TC_1 = q_1^2$; $TC_2 = 2q_2^2$. Найти равновесие по Курно.

Решение. Выпишем функции прибыли обеих фирм:

$$\pi_1 = (100 - 2q_1 - 2q_2)q_1 - q_1^2 = 100q_1 - 2q_1q_2 - 3q_1^2.$$

$$\pi_2 = (100 - 2q_1 - 2q_2)q_2 - 2q_2^2 = 100q_2 - 2q_1q_2 - 4q_2^2.$$

Далее найдем производные функций прибыли по собственному объему продаж: $\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = 100 - 2q_2 - 6q_1$.

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = 100 - 2q_1 - 8q_2.$$

Эти функции отображают линии реакции фирм. Найдем пересечение линий реакции: $100 - 2q_2 - 6q_1 = 0$;

$$q_1 = 16\frac{2}{3} - \frac{1}{3}q_2;$$

$$100 - 2q_1 - 8q_2 = 0;$$

$$q_1 = 4q_2 - 50.$$

$$\text{Приравняем друг к другу два уравнения: } 4q_2 - 50 = 16\frac{2}{3} - \frac{1}{3}q_2.$$

$$4\frac{1}{3}q_2 = 66\frac{2}{3}; q_2 = 15,38.$$

Выразим q_1

$$q_1 = 11,54.$$

Отсюда рыночная цена: $P = 100 - 2 \cdot 26,92 = 46,16$.

Ответ. На рынке установится цена 46,16 руб. за один калькулятор при объеме продаж 11,54 единицы калькуляторов «Альфа» и 15,38 единицы калькуляторов «Вега».

Модель Курно предполагает, что фирмы ведут себя независимо друг от друга. Однако на практике на рынке олигополии часто есть так называемый лидер, за которым следуют все его конкуренты. Например, в российской практике многие небольшие банки понижают или повышают процентные ставки вслед за ПАО Сбербанк. Данный вид лидерства учитывается в модели ценового лидерства Штакельберга, которая была предложена им в 1934 г..

В этой модели введено понятие изопрофиты. **Изопрофита** – геометрическое место точек в координатах $q_1 - q_2$, в которой достигается одинаковый уровень прибыли одной из фирм. Изопрофиты для случая двух фирм представлены на рис. 4.9.

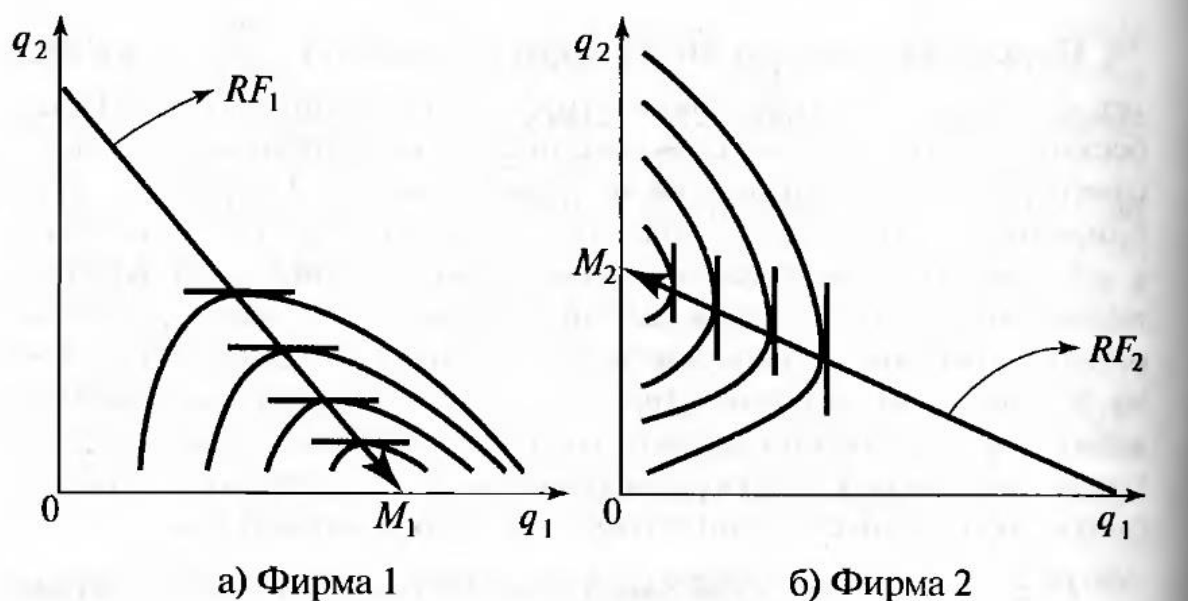


Рис. 4.9. Графическое изображение изопрофит

Пусть в модели Штакельберга фирма 1 является лидером. Тогда фирма 2 выбирает такую точку на линии реакции RF_2 , при которой ее прибыль оптимальна. Данная точка является точкой касания изопрофиты фирмы 2 и линии реакции фирмы 1. Графическое представление равновесия по Штакельбергу дано на рис.4.10.

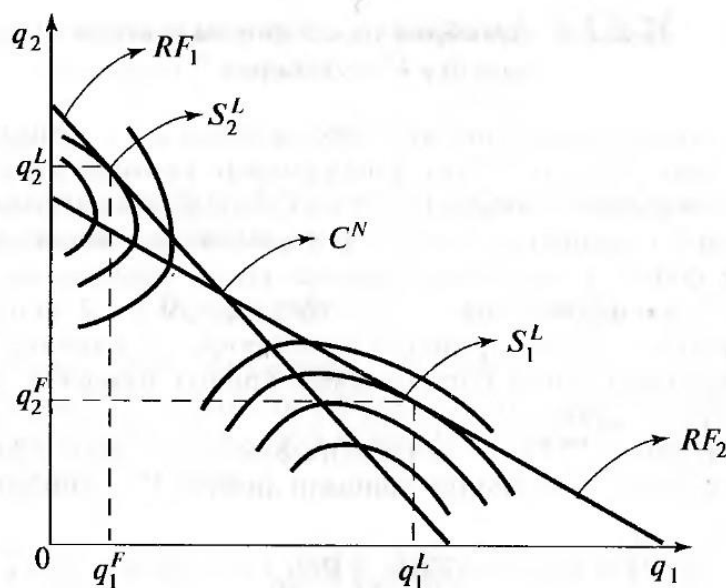


Рис. 4.10. Графическое изображение равновесия по Штакельбергу

Как видно из рис.4.10, равновесие по Штакельбергу достигается в точке S_1^L . В данном случае прибыль у фирмы-лидера будет больше, чем у фирмы-последователя.

В моделях Курно и Штакельберга цена определяется исходя из конкуренции фирм за долю рынка. В то же время существует и другой вид моделей, в которых объем продаж каждого из продавцов устанавливается в результате конкуренции фирм по цене. Данная модель впервые была предложена Ж. Бертраном в конце XIX в.

Пусть на рынке действуют два производителя, которые конкурируют друг с другом по цене. Пусть q_1 — объем продаж первого производителя, P_1 — цена, которую он установил за свою продукцию. Соответственно q_2 — объем продаж второго продавца, P_2 — цена на продукцию второго продавца. Изобразим графически функцию спроса на продукцию первого производителя (рис.4.11).

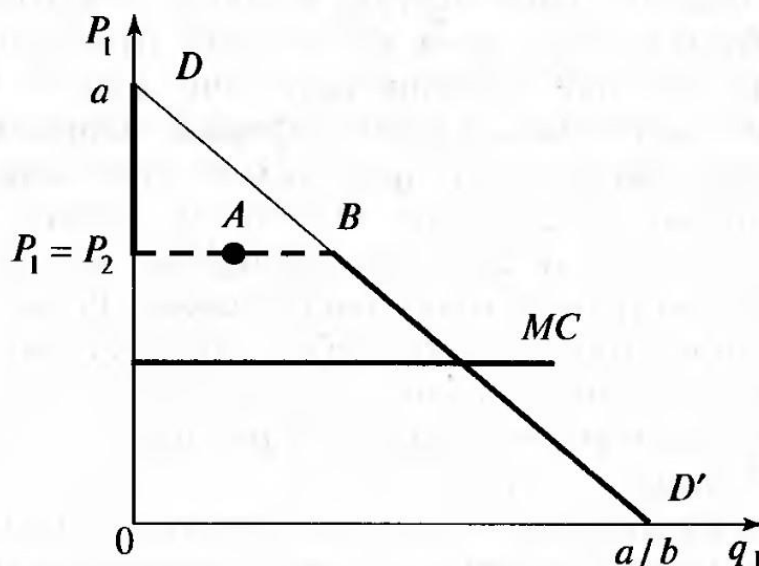


Рис. 4.11. Спрос на продукцию отдельной фирмы согласно модели Бертрана

Так как обе фирмы действуют на рынке однородной продукции, то если первый производитель установит цену значительно более высокую, чем второй, то спрос на его продукцию будет равен нулю. В это случае все потенциальные покупатели перейдут к покупкам у второго продавца. Если первая фирма установит цену значительно меньшую, чем ее конкурент, то спрос на ее продукцию будет равен спросу на продукцию всей отрасли.

Равновесие по Бертрану достигается в точке, где цена первого продавца равна цене второго продавца. Если они используют относительно одинаковые технологии производства, то они поделят рынок поровну.

На основании положений модели Бертрана функцию спроса на продукцию первой фирмы можно записать в виде

$$d(P_1, P_2) = \begin{cases} 0; & \text{если } P_1 > P_2. \\ \frac{D(P_1)}{2}; & \text{если } P_1 = P_2. \\ D(P_1); & \text{если } P_1 < P_2. \end{cases} \quad (4.11)$$

Ранее были рассмотрены модели олигополии, в которых фирмы действуют независимо друг от друга. Однако на практике фирмы могут вступать в картельный сговор. При этом фирмы договариваются о цене на продукцию всех производителей и путем сговора делят между собой доли на рынке. Целью картельного сговора между фирмами является максимизация совокупной прибыли.

Пусть MC_i – предельные издержки i -го участника картельного сговора. Тогда $MC = \sum_{i=1}^n MC_i$ – совокупные предельные издержки всего картеля. Общий орган управления всего картеля распределяет объем продаж между его участниками таким образом, чтобы в этой точке предельный доход равнялся предельным издержкам: $MR = MC$. В этой точке максимизируется прибыль всего картеля.

Однако вопрос о распределении прибыли среди участников картеля является предметом договоренностей между ними.

Пример 4.8. На рынке обуви действует 10 производителей с одинаковыми функциями издержек: $MC_i = 10 + q_i$. На этом рынке работает функция спроса: $Q = 1000 - 20P$. Предположим, фирмы решили объединиться в картель. Найти объем продаж всего картеля.

Решение. Общая функция предельных издержек картеля имеет вид $MC = 100 + Q$. Выручка картеля $R = (20 - 0,05Q)Q = 20Q - 0,05Q^2$. Предельный доход картеля $MR = 20 - 0,1Q$.

Прибыль картеля максимальна в точке, где $MR = MC$.

$$100 + Q = 20 - 0,1Q;$$

$$1,1Q = 120;$$

$$Q = 109.$$

Ответ. Объем продаж всего картеля составит 109 единиц пар обуви.

Мы рассмотрели основные типы рыночных структур. В следующей главе будут исследованы специальные модели микроэкономики: природа прибыли и выбор в условиях неопределенности.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ К ГЛАВЕ 4

1. Квашеная капуста продается на рынке совершенной конкуренции. Функция спроса на квашеную капусту имеет вид $Q = 1000 - 5P$. Предложение квашеной капусты описывается формулой $Q = -80 + 4P$. Вычислите излишек потребителя на данном рынке.

2. АО «Морозко» – монополист на рынке фирменного пломбира. Функция издержек этой фирмы имеет вид $TC = 12,5 + 0,5Q^2$. Функция спроса на пломбир выглядит следующим образом: $Q = 10 - P$. Найдите оптимум монополиста и получаемую им прибыль.

3. Спрос иностранных туристов на услуги гостиницы «Центральная» описывается формулой $P = 16 - 2Q$. Спрос российских туристов: $P = 10 - Q$. Предельные издержки гостиницы постоянны и составляют 4 денежные единицы. Найдите цены и объемы продаж гостиницы «Центральная» для отечественных и иностранных туристов.

4. Спрос на аттракцион в парке развлечений составляет $Q = 24 - P$ для взрослых и $Q = 24 - 2P$ для детей. Предельные издержки на услугу аттракциона постоянны и равны 4 денежные единицы. Определите цены на аттракцион для взрослых и для детей.

5. На рынке шампиньонов действуют две фирмы: фирма А и фирма В. Рыночный спрос на шампиньоны задан уравнением $P = 100 - (q_1 + q_2)$. Функция издержек обеих фирм одинакова: $TC_i = 4q_i$. Вычислите совокупный объем продаж на рынке и прибыль каждой из фирм.

6. Предположим, на рынке действуют фирма А и фирма В. Рыночный спрос на рынке задан уравнением: $P = 100 - (q_1 + q_2)$. Функция издержек первой фирмы составляет $TC_1 = 20q_1$. Функция издержек второй фирмы $TC_2 = 20q_2$. Вычислите совокупный объем продаж на рынке и прибыль каждой из фирм.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 4

1. Если рынок яблок является конкурентным, то для максимизации прибыли производителю яблок необходимо устанавливать цену на уровне:

- а) предельной полезности потребителей;
- б) предельной выручки;
- с) предельных издержек;
- д) средних издержек.

2. Какие из нижеперечисленных свойств всегда характерны для рынка совершенной конкуренции?

- а) большое количество продавцов;
- б) большое количество покупателей;
- с) однородность продукта;
- д) продукция различных производителей имеет различную стоимость.

3. В случае увеличения акциза на подакцизную продукцию:

- а) растет цена и падает объем продаж;
- б) растет цена и объем продаж;
- с) падает цена и объем продаж;
- д) растет цена и падает объем продаж.

4. В каком случае фирма присваивает себе весь потребительский излишек?

- а) на рынке совершенной конкуренции;
- б) на монопольном рынке при ценовой дискриминации первой степени;
- с) на монопольном рынке при ценовой дискриминации второй степени;
- д) на монопольном рынке при ценовой дискриминации третьей степени.

5. По мере роста объема продаж предельная выручка монополии:
- a) уменьшается;
 - b) увеличивается;
 - c) может как увеличиваться, так и уменьшаться;
 - d) недостаточно информации для правильного ответа.
6. Чем ограничена цена, которую может установить монополист?
- a) спросом потребителей;
 - b) уровнем средних издержек монополиста;
 - c) уровнем средних постоянных издержек монополиста;
 - d) уровнем средних переменных издержек монополиста.
7. Какой из нижеперечисленных рынков будет, скорее всего, олигополией?
- a) самолетов;
 - b) нефти;
 - c) автомобилей;
 - d) образовательных услуг.
8. По сравнению с рынком совершенной конкуренции монополизированный рынок характеризуется:
- a) более высокой ценой и большим объемом продаж;
 - b) более высокой ценой и меньшим объемом продаж;
 - c) более низкой ценой и меньшим объемом продаж;
 - d) более низкой ценой и большим объемом продаж.
9. Ценовая эластичность спроса по цене монополиста составляет минус 2. Предельные издержки при текущем уровне выпуска равны 1 руб. за единицу. Тогда максимизирующий прибыль монополист установит цену:
- a) 2 руб.;
 - b) 1 руб.;
 - c) 0,5 руб.;
 - d) 1,5 руб.
10. Максимизирующая прибыль монополия устанавливает ту же цену, что и на рынке совершенной конкуренции, если она использует:
- a) ценовую дискриминацию первой степени;
 - b) ценовую дискриминацию второй степени;
 - c) ценовую дискриминацию третьей степени;
 - d) недостаточно информации для правильного ответа.

11. Предположим, кинотеатр «Формула кино» продает билеты со скидкой для лиц от 16 до 22 лет. Остальным посетителям он продает билеты по стандартной цене. В этом случае кинотеатр использует:

- a) ценовую дискриминацию первой степени,
- b) ценовую дискриминацию второй степени,
- c) ценовую дискриминацию третьей степени,
- d) недостаточно информации для правильного ответа.

12. В рамках рекламной акции алкогольный магазин «Лион» устанавливает скидку 10 % всем покупателям, приобретающим в данном магазине продукцию на сумму более 1000 руб. в месяц, и 20% тем, кто приобретает продукцию более чем на 2000 руб. в месяц. В этом случае алкогольный магазин:

- a) использует ценовую дискриминацию первой степени,
- b) использует ценовую дискриминацию второй степени,
- c) использует ценовую дискриминацию третьей степени,
- d) недостаточно информации для правильного ответа.

13. Пусть спрос на компакт-диски задан уравнением: $Q = 10 - P$. В отрасли присутствуют два производителя, которые конкурируют по Курно. Предельные издержки обоих производителей составляют 3 рубля. Тогда рыночная цена составит:

- a) 7 руб.,
- b) 5 руб.,
- c) 14 руб.,
- d) 6 руб.

14. Монополист максимизирует прибыль. Эластичность спроса по цене в точке оптимума равна минус 3. В этом случае цена монополиста будет выше его предельных издержек:

- a) на 10 %,
- b) 50 %,
- c) 30 %,
- d) 100 %.

ГЛАВА 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ ФИРМЫ И РЫНКИ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

Можно выделить три основных фактора, под влиянием которых фирма получает высокую прибыль: монопольная власть, благоприятная конъюнктура рынка и превосходство над конкурентами в уровне технологий. Рассмотрим подробнее ключевые концепции и модели трех составляющих прибыли фирмы.

Вопрос выделения монопольной, конъюнктурной и технологической прибыли имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Акционерам и потенциальным инвесторам полезно знать, в связи с чем происходят рост или падение прибыли фирмы.

5.1 Определение монопольной прибыли

Согласно первому подходу, монопольная прибыль представляет собой разницу между той прибылью, которую получает монополист, и прибылью, которую он получал бы, не обладая монопольной властью. Недостаток такого подхода заключается в том, что практически невозможно рассчитать прибыль, которую получал бы действующий монополист, функционируя в условиях жесткой конкуренции (то есть не будучи монополистом).

Второй подход к определению монопольной прибыли основан на вычислении разницы между фактической прибылью и прибылью, которую фирма получала бы, продавая тот же объем товара, но по цене конкурентного рынка. Однако данный подход имеет свои недостатки с теоретической точки зрения, так как объем продаж монополиста обычно меньше, чем потенциальные продажи той же фирмы, действующей на рынке совершенной конкуренции.

Наиболее широкое применение получил третий подход, согласно которому монопольная прибыль равна текущему объему продаж, умноженному на разницу между ценой и предельными издержками:

$$\pi_M = Q(P - MC), \quad (5.1)$$

где π_M – монопольная прибыль.

Так как монополист устанавливает цену выше предельных издержек, то прибыль на единицу продаваемой продукции равна разнице между ценой и предельными издержками. Та же логика лежит в основе расчета индекса Лернера.

При этом вся прибыль фирмы может состоять из суммы двух составляющих: монопольной прибыли и немонопольной прибыли:

$$\pi = \pi_M + \pi_N, \quad (5.2)$$

где π – общая прибыль фирмы, π_N – немонопольная прибыль фирмы, связанная с благоприятной конъюнктурой рынка.

Общая прибыль фирмы равна разнице между ценой и средними издержками, умноженной на объем продаж: $\pi = (P - AC)Q$. С учетом формулы (5.1) можно вывести уравнение для монопольной прибыли:

$$\pi_N = Q(MC - AC). \quad (5.3)$$

Практическое использование формул (5.1) и (5.3) затруднено тем, что производитель не знает функцию издержек, а следовательно, и свои предельные издержки. Выходом из этого затруднения могут быть несколько частных случаев, которые помогают приблизительно оценить величину монопольной и немонопольной прибыли.

- 1) Рассмотрим случай, когда в течение нескольких месяцев объем продаж фирмы меняется, а величина средних издержек остается неизменной. Тогда можно предположить, что действует постоянная отдача от масштаба. Следовательно, фирма находится в точке минимума средних издержек, которые равны предельным. Таким образом, вся прибыль является монопольной.
- 2) Динамика средних издержек действует в обратном направлении по отношению к объему продаж. Это говорит о том, что фирма работает в условиях положительной отдачи от масштаба. В этом случае вся прибыль является монопольной.
- 3) Для оценки функции издержек можно применить метод наименьших квадратов. Заметим, что в этом случае необходимо рассматривать относительно небольшой промежуток времени для того, чтобы действовала предпосылка о неизменности прочих факторов.

Тем не менее величина предельных издержек отсутствует в финансовой отчетности фирмы.

Пример 5.1. Функция издержек фирмы описывается уравнением $TC = \frac{1}{2}Q^2 - 4Q + 10$. Функция спроса на продукцию фирмы имеет вид: $P = 10 - Q$. Фирма устанавливает цену 6 руб. за единицу продукции. Определите монопольную прибыль фирмы.

Решение. Чтобы определить монопольную прибыль, необходимо вычислить прибыль, которую получала бы фирма в условиях совершенной конкуренции. Для этого необходимо вычислить объем продаж и цену, при которых $MR = MC$.

$$MC = \frac{dTC}{dQ} = Q - 4.$$

$$R = QP = 10Q - Q^2.$$

$$MR = 10 - 2Q.$$

$$4 - Q = 10 - 2Q;$$

$$Q = 6;$$

$$P = 4.$$

$$\pi = 6 \cdot 4 - 18 + 24 - 10 = 20.$$

Теперь вычислим прибыль, которую монополист получал бы при совершенной конкуренции: $P = MC$; $6 = Q - 4$; $Q = 10$; $P = 0$. Таким образом, вся прибыль является монопольной.

Ответ. Фирма получает монопольную прибыль в размере 20 денежных единиц.

5.2 Определение технологической прибыли

Рассмотрим теперь ситуацию, когда фирма получает прибыль за счет внедрения новых технологий и технологического преимущества перед конкурентами. В данном случае средние издержки на единицу продукции у такой компании ниже, чем у ее конкурентов. Также фирма может иметь более низкие средние издержки, располагая доступом к более дешевым ресурсам, чем ее конкуренты.

Прибыль при этом является монопольной в том смысле, что фирма имеет монопольный доступ к дешевым ресурсам или же монопольный доступ к уникальным технологиям.

Пример 5.2. Крупнейшей кредитной организацией России является ПАО Сбербанк. В период с 2016 по 2019 гг. оно получало большую прибыль: от 516 млрд до 870 млрд руб. Рентабельность его активов выше, чем у большинства частных банков. Во многом это определяется тем, что Сбербанк имеет возможность привлекать вклады по более низкой процентной ставке, потому что его обязательства по вкладам гарантированы государством и доверие населения к данному финансовому институту выше, чем к частным банкам.

Продемонстрируем разграничение монопольной прибыли на прибыль, связанную с доминированием на рынке, и прибыль, связанную с доступом к исключительным технологиям. Пусть D – спрос на продукцию фирмы, MC – ее предельные издержки. Обозначим как AC средние издержки фирмы, а \overline{AC} – усредненное значение средних издержек ее конкурентов. Графическое разграничение прибыли представлено на рис. 5.1.

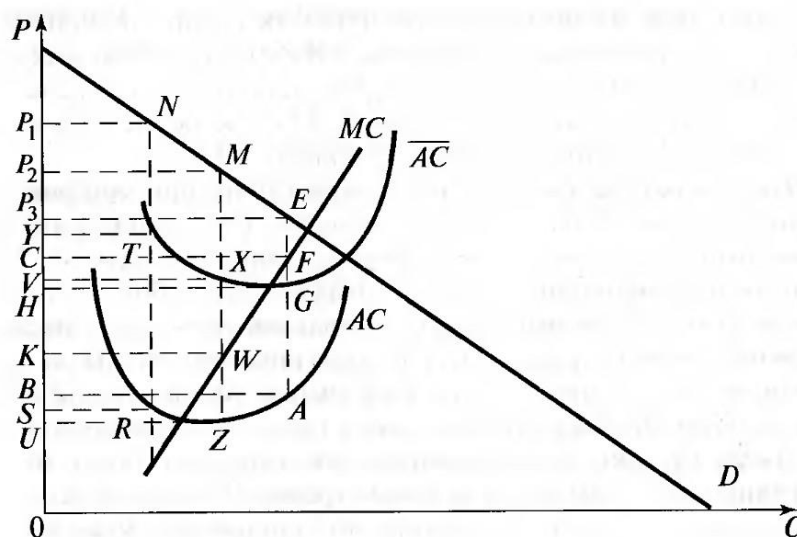


Рис. 5.1. Определение монопольной прибыли

Пусть фирма устанавливает цену P_3 . Данная цена больше, чем MC , AC и \overline{AC} . Как видно из рис.5.1, кривая средних издержек фирмы лежит ниже, чем кривая усредненных средних издержек ее конкурентов. Очевидно, часть прибыли производитель получает за счет технологических преимуществ или монопольного доступа к дешевым ресурсам.

Тогда величину $Q(P - \overline{AC})$ можно охарактеризовать как прибыль, связанную с рыночным доминированием. А величину $Q(\overline{AC} - AC)$ – как прибыль, связанную с технологическим преимуществом.

Далее может возникнуть задача, связанная с распределением прибыли, полученной за счет уникальной технологии, и прибыли, полученной за счет доступа к дешевым ресурсам. Для этого необходимо вычислить затраты предприятия при условии, что оно будет закупать сырье по тем же ценам, что и его конкуренты. Тем самым иллюминироваться эффекты разницы в ценах. Однако проведение подобных расчетов на практике крайне затруднительно.

Пример 5.3. Фирма обладает уникальной технологией и устанавливает цену на свою продукцию в размере 8 денежных единиц. Средние издержки фирмы равны 7 денежным единицам. Усредненные средние издержки ее конкурентов составляют 7,5 денежной единицы. Объем выпуска составляет 100 единиц продукции. Вычислите прибыль компании, которую она получает за счет технологического преимущества

Решение. В данном случае $\overline{AC} = 7,5$;

$AC = 7$;

$P = 8$;

$Q = 100$.

Тогда $\pi = 100 * (7,5 - 7) = 50$.

Ответ. За счет уникальной технологии фирма получает прибыль в размере 50 денежных единиц.

5.3 Спрос на факторы производства

В данном разделе анализируется процесс ценообразования на основные факторы производства – труд и капитал. На товарных рынках продавцами являются фирмы, а покупателями – домашние хозяйства. На рынке труда дела обстоят по-иному. Покупателями выступают фирмы, а продавцами – конкретные индивиды.

Пусть выручка и издержки фирмы определяются объемами труда и капитала, которые она использует. Математически это можно записать следующим образом: $\pi = R(K, L) - TC(K, L)$. Тогда, чтобы найти объемы факторов производства, максимизирующие прибыль, необходимо приравнять к нулю следующие частные производные:

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi}{\partial L} = \frac{\partial R}{\partial L} - \frac{\partial TC}{\partial L} = 0. \\ \frac{\partial \pi}{\partial K} = \frac{\partial R}{\partial K} - \frac{\partial TC}{\partial K} = 0. \end{cases} \quad (5.4)$$

Таким образом, фирма должна увеличивать количество используемых труда и капитала до тех пор, пока дополнительный доход от использования дополнительной единицы каждого из факторов производства не сравняется с издержками на его приобретение.

Далее, поскольку $R = R(Q)$ и $Q = Q(K, L)$, то по правилу дифференцирования сложной функции

$$\frac{\partial R}{\partial L} = \frac{\partial R}{\partial Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial L} = MR \cdot MP_L. \quad (5.5)$$

Величина $MR \cdot MP_L$ называется предельной доходностью труда. Она показывает, на сколько денежных единиц увеличится выручка фирмы при дополнительном найме одного работника.

Предельные издержки фирмы от найма одного дополнительного работника равны ставке заработной платы: $\frac{\partial TC}{\partial L} = w$. При этом мы предположили, что все работники данного предприятия получают одинаковую заработную плату. Математически задача поиска объема труда, максимизирующего прибыль, сводится к решению уравнения

$$MR \cdot MP_L = w. \quad (5.6)$$

Рыночная заработная плата конкретного работника складывается из двух составляющих: его производительности труда и спроса на продукцию компании, в которую он устраивается работать. Таким образом, работники востребованных

профессий могут иметь завышенную по отношению к их производительности труда заработную плату. Соответственно работники специальностей, пользующихся малым спросом, будут получать заниженную зарплату.

Предположим, что ставка заработной платы на рынке труда возросла. Следовательно, спрос на труд сократился. Это может быть вызвано двумя эффектами: эффектом замещения и эффектом выпуска. Эффект замещения связан с тем, что при увеличении стоимости труда фирме становится выгоднее заменять труд капиталом. Эффект выпуска связан с тем, что повышение среднерыночной заработной платы ведет к увеличению издержек и, следовательно, фирма сокращает производственную деятельность.

В подавляющем большинстве случаев спрос на труд отрицательно зависит от цены на данный фактор производства: $\frac{\partial L}{\partial w} < 0$. В то же время перекрестный эффект имеет другой знак. Спрос на труд положительно зависит от процентной ставки по заемному капиталу: $\frac{\partial L}{\partial r} > 0$. Связано это с тем, что при удорожании капитала фирма вынуждена сокращать его использование, заменяя трудом.

Представим теперь кривую спроса на труд фирмы в координатах $w-L$. Как было сказано выше, спрос на рабочую силу определяется уравнением (5.6). Выражение $MR \cdot MP_L$ называется предельной производительностью труда и обозначается MRP_L . График MRP_L представлен на рис.5.2.

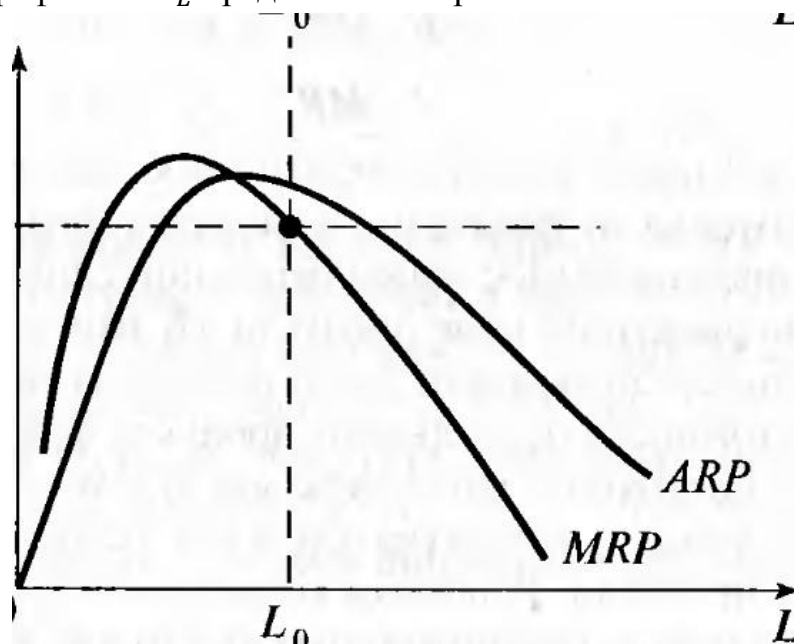


Рис. 5.2. Графическое изображение предельной производительности фактора производства

Кривая спроса на труд совпадает с кривой MRP , изображенной на рис. 5.2. Предположим, что фирма, которая нанимает труд, продает свою продукцию на конкурентном рынке. Тогда условие (5.6) превращается в выражение

$$MP_L = \frac{w}{P}. \quad (5.7)$$

Таким образом, спрос на труд зависит от следующих факторов: уровня накопления капитала, инфляции в стране и научно-технического прогресса. Разберем подробнее воздействие этих детерминант.

При увеличении используемого капитала спрос на труд падает. Например, если крестьянский труд заменяется механизированным трудом трактористов, спрос на работников в сельском хозяйстве падает.

Спрос на труд положительно зависит от уровня инфляции в стране. При росте уровня цен фирма вынуждена нанимать больше работников. Следует заметить, что данное правило не действует в условиях гиперинфляции.

При переходе на новый технологический уровень потребность в труде падает. Например, автоматизация в сфере бухгалтерского учета привела к тому, что спрос на квалифицированных бухгалтеров сократился.

Пример 5.4. Предположим, что черника – продукт конкурентной отрасли. Производственная функция сбора черники имеет вид $y = 2\sqrt{L}$. Рыночная цена черники составляет 60 денежных единиц. Выведите уравнение спроса на труд для фирмы, занимающейся сбором черники.

Решение. Как было показано выше, для конкурентного товарного рынка спрос на труд определяется формулой $MP_L = \frac{w}{P}$. Вычислим предельный продукт труда: $MP_L = \frac{1}{\sqrt{L}}$.

$$\text{Следовательно, } \frac{1}{\sqrt{L}} = \frac{w}{60};$$

$$\sqrt{L} = \frac{60}{w};$$

$$L = \frac{3600}{w^2}.$$

Ответ. Функция спроса на труд имеет вид $L = \frac{3600}{w^2}$.

Зададимся вопросом: какова величина вклада каждого из факторов в выпуск продукции? Ответ на этот вопрос дает теорема Эйлера, согласно которой должно выполняться равенство

$$MP_L \cdot L + MP_K \cdot K = Q. \quad (5.8)$$

Таким образом, вклад каждого фактора в технологию производства определяется видом производственной функции.

5.4 Предложение факторов производства

Согласно современной экономической теории с позиций индивида труд является антиблагом. Чем больше человек работает, тем меньше он получает полезности. С этим кто-то может не согласиться, аргументируя свою позицию тем, что процесс труда может в определенные моменты доставлять удовольствие. Но тогда возникает вопрос: почему мы не работаем целыми сутками?

Большинству людей работа нужна прежде всего для того, чтобы иметь денежные средства для приобретения товаров и услуг. Однако при увеличении часов, потраченных на работу, человек жертвует отдыхом и досугом. При этом предполагается, что на рынке труда существует достаточно различных предложений различных рабочих мест с различным числом рабочих часов в неделю.

Сформулируем описанную задачу математически. Пусть L^e – количество часов в неделю, которые индивид тратит на отдых и досуг. Тогда L – среднее количество часов в неделю, которые индивид тратит на работу. T – общее число часов в неделю. Тогда справедливо равенство

$$L + L^e = T. \quad (5.9)$$

Мы предполагаем, что все отработанные часы оплачиваются индивиду по ставке заработной платы w . Следует отметить, что часто положение дел на отечественном рынке труда выглядит несколько иначе. Обычно работодатели предлагают наемным работникам максимально возможное число часов в неделю, предусмотренное российским законодательством. Переработки при этом зачастую не оплачиваются.

Переменной C обозначим стоимость товаров и услуг, которые потребитель в среднем потребляет в течение недели. При этом становится очевидным, что наемный работник делает выбор между отдыхом и потреблением товаров и услуг. Чтобы больше потреблять, человек вынужден больше работать. Но при этом он теряет часы отдыха.

В таком случае бюджетное ограничение наемного работника принимает вид

$$C + wL^e = wT. \quad (5.10)$$

Из этой формулы следует, что ставка заработной платы есть цена блага «отдых и досуг». Заметим, что мы исходим из предположения, что все работодатели одинаково оценивают трудовые навыки и способности индивида. Хотя на практике бывает, что различные работодатели могут по-разному оценивать различные трудовые способности наемного работника.

Угол наклона данной бюджетной прямой определяется ставкой заработной платы. Однако в отличие от линии бюджетного ограничения для выбора товарных наборов в данном случае граница бюджетного множества ограничена максимально возможным числом часов T .

Предположим, что существует функция полезности индивида от двух экономических благ – потребления и досуга. Наемный работник стремится ее максимизировать при ограничении на время:

$$\begin{aligned} U(L^e, C) &\rightarrow \max \\ C + wL^e &= T. \end{aligned} \quad (5.11)$$

Тогда графическое изображение выбора работником оптимального количества рабочего времени представлено на рис.5.3.

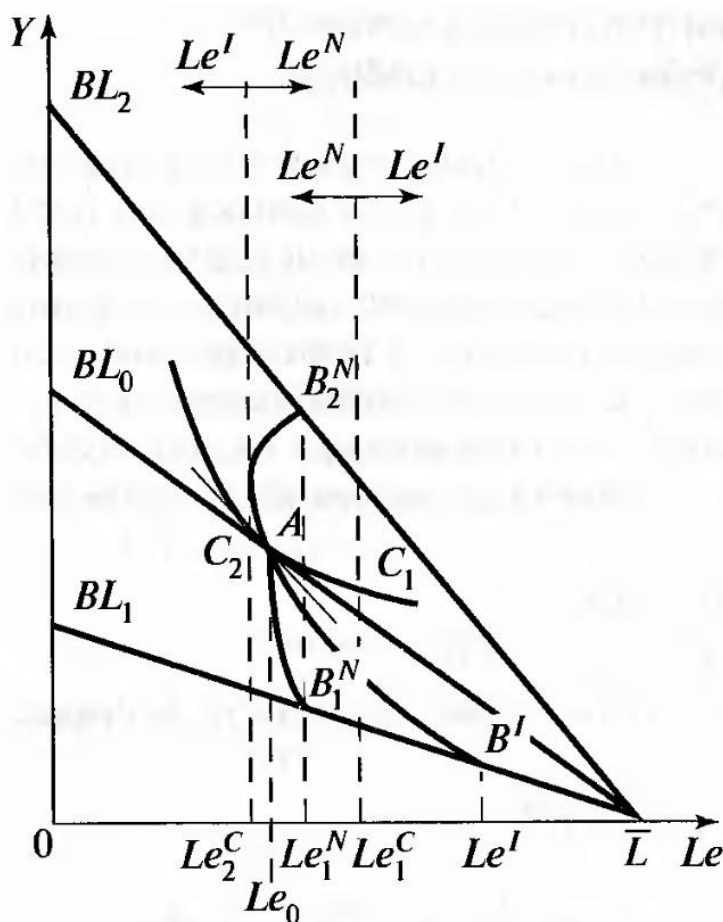


Рис. 5.3. Графическое изображение выбора оптимального рабочего времени

Обратимся к рис.5.3. Пусть изначально при ставке заработной платы оптимум индивида находился в точке A. При этом выборе он тратит L_0^e ч. на досуг. Предположим, ставка заработной платы уменьшилась. Тогда линия бюджетного ограничения сдвигается вниз, но при этом также выходит из точки T. В данном случае потребитель выбирает меньше подешевевшего досуга и сокращает потребление ввиду того, что его доход уменьшился.

Теперь предположим, что ставка заработной платы возросла. Тогда линия бюджетного ограничения индивида сдвигается вверх. Однако в этом случае количество досуга также уменьшается. Зато увеличивается объем потребления. Связано это с тем, что при различной величине дохода спрос на отдых по-разному реагирует на рост благосостояния индивида.

Например, в США и Западной Европе вплоть до середины XIX в. средняя продолжительность рабочей недели типичного рабочего росла и к указанному периоду составляла 55–60 часов в неделю. Однако даже при такой нагрузке жители деревень эмигрировали в города.

После Второй мировой войны максимальная продолжительность рабочего времени в большинстве стран Западной Европы и США сократилась до 40 ч. в

неделю. Изначально это привело к тому, что многие наемные работники искали различного рода подработки для увеличения дохода. Однако к концу XX в. такая практика сошла на нет. А в начале XXI в. в некоторых странах Западной Европы максимальная продолжительность рабочего времени на одном месте работы уменьшилась до 36 ч.

Безусловно, на протяжении второй половины XIX и XX вв. средний реальный доход в большинстве стран Западной Европы вырос. Следовательно, при небольшой величине дохода досуг является малоценным товаром. Однако с возрастанием благосостояния индивида отдых трансформируется в нормальное благо.

График предложения труда имеет вид кривой. Данный факт представлен на рис. 5.4.



Рис. 5.4. Кривая предложения труда

Как видно из рис. 5.4, при росте заработной платы кривая предложения труда имеет изгиб.

Пример 5.5. Функция полезности Иванова имеет вид $U = \sqrt{CL^e}$. Работодатели оценивают труд Иванова зарплатой 5 руб.. Максимальное число часов в день, которое Иванов может посвятить работе, составляет 14. Сколько часов в день в среднем будет работать Иванов?

Решение. Найдем предельные полезности индивида по досугу и по потреблению:

$$MU_C = \frac{\sqrt{L^e}}{2\sqrt{C}};$$

$$MU_{L^e} = \frac{\sqrt{C}}{2\sqrt{L^e}}.$$

Как известно из предыдущих глав учебного пособия, оптимум достигается в точке, где отношение предельных полезностей равно отношению цен:

$$\frac{MU_C}{MU_{L^e}} = 5;$$

$$\frac{2\sqrt{C * C}}{2\sqrt{L^e L^e}} = 5;$$

$$\frac{C}{L^e} = 5; C = 5L^e.$$

Далее выпишем линию бюджетного ограничения:

$$C + 5L^e = 5 * 14 = 70.$$

$$\text{Следовательно, } 10L^e = 70;$$

$$L^e = 7;$$

$$L = 14 - 7 = 7.$$

Ответ. Иванов будет работать в среднем 7 часов в день.

Предложение труда в какой-либо профессиональной области определяется путем суммирования кривых предложения труда отдельных индивидов.

5.5 Равновесие на рынках факторов производства

В целом анализ рыночного равновесия на рынке труда аналогичен соответствующему анализу для товарных рынков. Однако необходимо учитывать, что кривая предложения труда имеет «загибающийся» вид. В этом случае возможно несколько рыночных равновесий.

Рассмотрим ситуацию, когда кривая предложения труда пересекает кривую спроса в двух точках (рис.5.5).

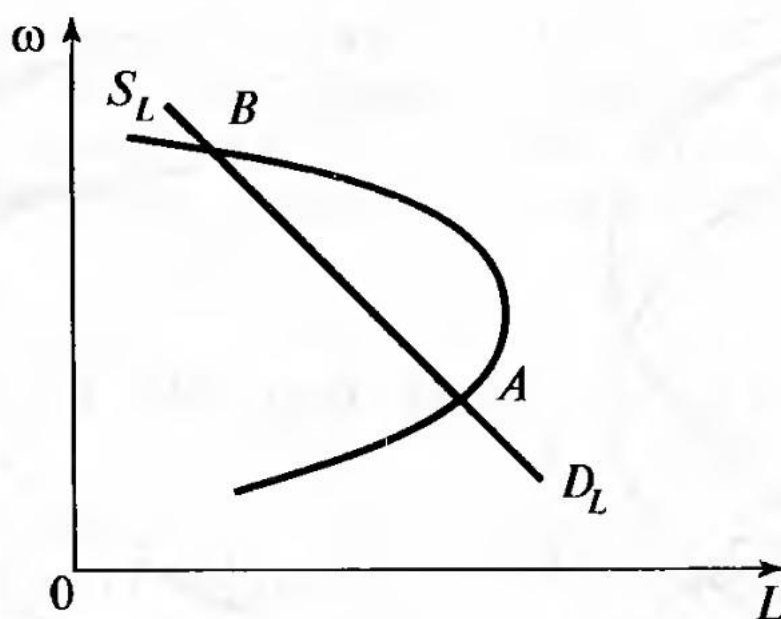


Рис. 5.5. Равновесие на конкурентном рынке труда

Как видно из рис.5.5, равновесие на конкурентном рынке труда может быть достигнуто в двух точках: А и В. Предположим, равновесие достигнуто в точке В. Однако временно ставка заработной платы оказалась выше равновесной. В этом случае спрос превышает предложение. В данной ситуации по законам равновесного рынка заработная плата должна продолжать расти. Следовательно, равновесие в точке В не является устойчивым.

Если же баланс спроса и предложения установился в точке А, то под действием рыночных механизмов данное равновесие является устойчивым. Предположим, что оплата труда оказалась выше чем та, которая устанавливается в точке А. Тогда предложение труда превышает спрос. Это, в свою очередь, ведет к понижению заработной платы и возврату рынка в точку А.

По аналогии с излишком потребителя на товарном рынке на рынке труда существует понятие ренты. **Рента** – это выгода владельца фактора производства от его продажи на рынке. В случае с рынком труда рентой является выгода наемных работников от существования рыночных механизмов их найма.

Предположим, гражданин Петров готов работать наемным бухгалтером минимум за зарплату 30 тыс. руб. в месяц. Но в результате существования конкурентного рынка труда средняя заработная плата бухгалтера в его городе составляет 40 тыс. руб.. В случае отсутствия механизмов установления заработной платы Петров будет работать за 30 тыс. руб. Однако ввиду конкуренции работодателей за наемных работников его заработная плата составит 40 тыс. руб. В этом

случае рента Петрова равна 10 тыс. рублей. Графическое изображение ренты на рынке труда представлено на рис. 5.6.

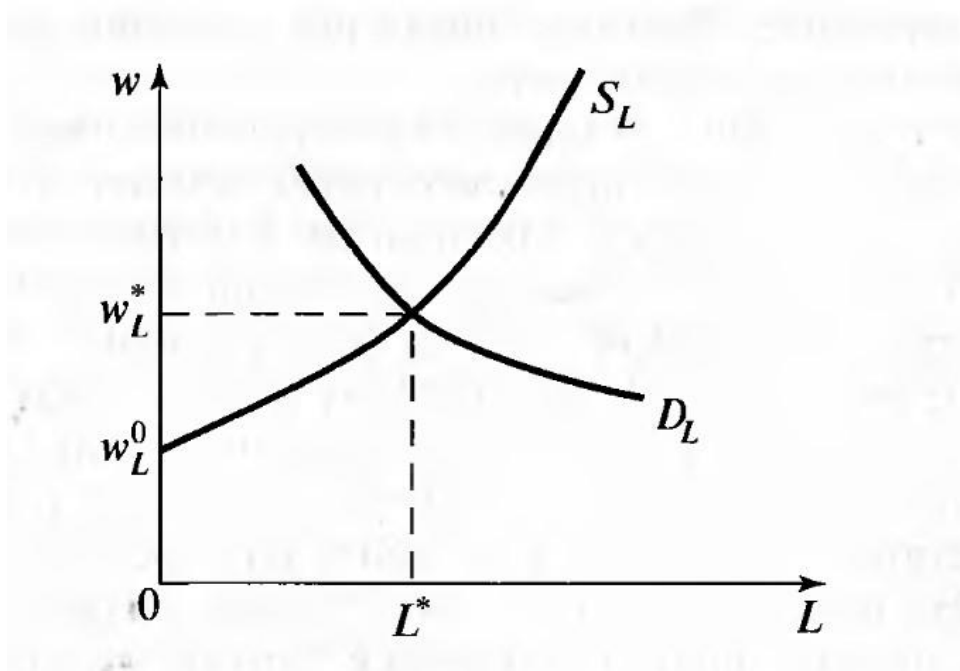


Рис. 5.6. Рента на конкурентном рынке труда

Рента на рынке труда, изображенном на рис. 5.6, равна площади фигуры, которая лежит между точками w_L^* , w_L^0 , L^* .

При этом следует понимать, что рента может отсутствовать в модели монополии. Если наемные работники могут продавать свой труд лишь одному работодателю, то он имеет возможность платить им минимальную заработную плату, за которую они согласны работать. В России такая ситуация вполне вероятна в так называемых моногородах.

Пример 5.6. Краткосрочная производственная функция фирмы-монополиста имеет вид $Q = 2\sqrt{L}$. Спрос на продукцию фирмы задан уравнением $P = 90 - Q$. Рыночная ставка заработной платы – 9000 руб. Определить оптимальное количество работников, которых будет нанимать фирма-монополист.

Решение. Функция спроса на труд определяется соотношением $w = MP_L \cdot MR_x$.

Предельный продукт труда равен: $MP_L = \frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{1}{\sqrt{L}}$.

Найдем функцию выручки фирмы: $R = P \cdot Q = 90Q - Q^2$;

$MR_x = 90 - 2Q$.

$MP_L \cdot MR_x = \frac{90-2Q}{\sqrt{L}} = \frac{90-4\sqrt{L}}{\sqrt{L}} = w = 9000$.

$9000\sqrt{L} = 90 - 4\sqrt{L}$;

$L = 0,01$.

Ответ: фирма-монополист наймет 0,01 тыс. работников.

Нами был изучен механизм функционирования рынка труда как важнейшего из видов рынков факторов производства. В следующей главе будет рассмотрена теория общего экономического равновесия.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ К ГЛАВЕ 5

1. Спрос на продукцию фирмы задан функцией $P = 10 - \frac{5}{3}Q$. Издержки фирмы определяются функцией $TC = 0,5Q^3 - 4Q^2 + 10Q$. Определите общий размер прибыли, монопольную прибыль и немонопольную прибыль.
2. Кривая спроса на труд задана соотношением $L = -50w + 450$. Кривая предложения труда определяется формулой $L = 100w$. Определите рыночные значения заработной платы и количества занятых.
3. Предположим, что краткосрочная производственная функция фирмы-монополиста имеет вид $Q = 4\sqrt{L}$. Спрос на продукцию фирмы-монополиста имеет вид $P = 90 - Q$. Выведите функцию спроса на труд для данной фирмы-монополиста.
4. Функция полезности Петрова имеет вид $U = C\sqrt{L^e}$. Максимальное время, которое Петров может потратить на работу, равно 15 ч. Работодатели готовы вознаградить труд Петрова заработной платой 20 руб. в час. Какое число часов в день будет работать Петров?
5. Производственная функция фирмы-монополиста имеет вид $Q = \sqrt{KL}$. Функция спроса на продукцию данной фирмы-монополиста имеет вид $Q = 100 - P$. Рыночная ставка заработной платы равна 4 руб. в час, ставка аренды капитала – 1 руб.. Найдите оптимальное количество используемых труда и капитала.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 5

1. Предположим, в экономике некоторой страны А произошел технологический бум, который привел к появлению нового производства, требующего трудовых затрат. Все остальные показатели страны А остались неизменными. В этом случае в данной стране:
 - a) увеличивается спрос на труд;
 - b) уменьшается спрос на труд;
 - c) увеличивается предложение труда;
 - d) уменьшается предложение труда.
2. Пусть государство устанавливает минимальный размер оплаты труда, который превышает рыночную ставку заработной платы в данной стране. В этом случае в стране:
 - a) растет безработица;
 - b) уменьшается безработица;
 - c) ускоряется инфляция;
 - d) замедляется инфляция.
3. Оптимум фирмы-монополиста на рынке готовой продукции достигается в точке, где выполняется равенство:
 - a) $MP_L \cdot MR_x = w$;
 - b) $MP_L \cdot P_x = w$;
 - c) $\frac{MP_L}{MR_x} = w$;
 - d) $\frac{MP_L}{P_x} = w$.
4. Пусть цена, которую устанавливает фирма, превышает ее предельные издержки. В то же время средние издержки фирмы превышают ее предельные издержки. В этом случае фирма:
 - a) получает положительную прибыль. В ней присутствует как монопольная, так и немонопольная прибыль;
 - b) получает положительную прибыль. В ней присутствует только монопольная прибыль;
 - c) получает положительную прибыль. В ней присутствует только немонопольная прибыль;
 - d) получает отрицательную прибыль.

5. Пусть фирма получает как монопольную, так и немонопольную прибыль. Однако в результате некоего события цена на продукцию фирмы снизилась, а предельные издержки возросли. В этом случае прибыль фирмы:
- a) увеличилась за счет увеличения монопольной прибыли;
 - b) увеличилась за счет увеличения немонопольной прибыли;
 - c) увеличилась за счет увеличения как монопольной, так и немонопольной прибыли;
 - d) уменьшилась.
6. Спрос на труд какой-либо фирмы не зависит:
- a) от динамики спроса на продукцию, которая производит фирма;
 - b) среднерыночной заработной платы;
 - c) уровня укомплектованности оборудования фирмы работниками;
 - d) среднего времени, которое работники фирмы затрачивают на отдых.
7. Экономическая рента равна:
- a) минимальной стоимости фактора, которую фирма готова заплатить за его приобретение;
 - b) максимальной стоимости фактора, которую фирма готова заплатить за его приобретение;
 - c) разнице между максимальной и минимальной стоимостями фактора;
 - d) разнице между фактической стоимостью фактора и минимальной цены, которую фирма готова платить за него.
8. Если предприятие является монополистом на рынке труда, то экономическая рента:
- a) полностью принадлежит данному предприятию,
 - b) полностью принадлежит наемным работникам,
 - c) делится поровну между наемными работниками и предприятием,
 - d) нет точной информации для правильного ответа.

ГЛАВА 6. ОБЩЕЕ РАВНОВЕСИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ВНЕШНИЕ ЭФФЕКТЫ В МИКРОЭКОНОМИКЕ

В предыдущих главах мы познакомились с понятием частичного равновесия на отдельных рынках. Сперва мы изучили равновесие на рынке товаров, а затем перешли к рынкам факторов производства. В этой главе будет рассмотрен вопрос, как изменение спроса или предложения на одном рынке повлияет на равновесие в рамках другой экономической системы.

Изменение равновесных значений на товарном рынке ведет к изменению аналогичных значений для факторов производства. Например, снижение спроса на сырую нефть в первые месяцы пандемии COVID-19 способно привести к уменьшению заработной платы в нефтедобывающих компаниях. Подорожание природного газа влечет за собой повышение цен на электроэнергию и коммунальные услуги.

Анализ общего равновесия позволяет ответить на ряд вопросов. Во-первых, возможно ли одновременное равновесие на всех рынках? Если да, то является ли оно стабильным? Во-вторых, насколько эффективно работает экономика в состоянии всеобщего равновесия?

6.1 Существование общего равновесия

Часто связь между различными товарными рынками бывает взаимно обратной. Например, предположим, что масло и маргарин являются субститутами. В таком случае при повышении цены на масло вырастет цена и на маргарин, так как перекрестная эластичность между товарами-субститутами – положительная величина. Однако повышение цены на маргарин будет способствовать дальнейшему росту цены и на сливочное масло.

В зависимости от способа действия обратных связей все межрыночные взаимодействия можно разделить на симметричные и асимметричные. Симметричные обратные связи действуют в обоих направлениях одинаково. Они в свою очередь, подразделяются на однонаправленные и разнонаправленные.

Однонаправленные обратные связи на сопряженных рынках имеют место, когда повышение цены на товар *A* ведет также и к повышению цены на товар *B*. В качестве примера можно привести такие товары-субституты, как колбаса и ветчина. Повышение цены на колбасу ведет одновременно также к повышению цены и на другую мясную гастрономию.

Разнонаправленная обратная связь встречается в ситуации, когда повышение цены на один товар приводит к понижению цены на другой. Например, повышение цен на системные блоки ведет к сокращению продаж персональных принтеров и как следствие, снижению цен на них.

Под асимметричными обратными связями понимают такой тип межрыночного взаимодействия, при котором повышение цены на товар *A* ведет к повышению цены на товар *B*, тогда как увеличение стоимости товара *B* приводит к снижению стоимости товара *A*.

Пусть, например, экономическое благо *A* является услугой проезда в общественном транспорте, а благо *B* – дорогим французским парфюмом. Повышение цены на проезд в общественном транспорте не приводит к существенному сокращению его использования. Следовательно, доходы потребителей падают. Это ведет к сокращению спроса на дорогой французский парфюм и, следовательно, к снижению его цены. В то же время подорожание дорогих духов ведет к резкому падению спроса на них и повышению реальных доходов потребителей. Это увеличивает спрос на услуги общественного транспорта.

Все разновидности взаимодействия различных рынков могут быть отнесены к одному из перечисленных типов.

Анализу межрыночного взаимодействия способствует ввод такого понятия, как «избыточный спрос». Избыточный спрос обозначим D_n . Избыточный спрос равен разности между спросом и предложением и означает неудовлетворенные рынком желания потребителей:

$$D_n = D - S. \quad (6.1)$$

Предположим, на рынке товара *X* цену устанавливает государство. Тогда, если государство установило цену выше равновесной, то на рынке создается избыточное предложение. Если же государство установило цену ниже той, которая сложилась бы в результате рыночных механизмов, возникает избыточный спрос. Данная ситуация изображена на рис. 6.1.

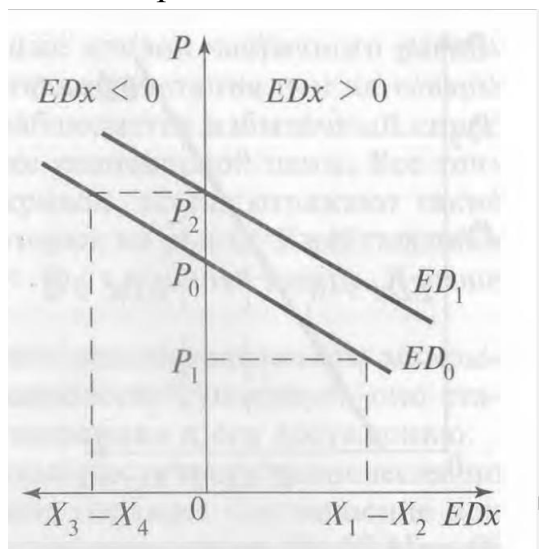


Рис. 6.1. Избыточный спрос в зависимости от цены

На рисунке 6.1 линия ED_0 отражает избыточный спрос. Равновесная цена составляет P_0 . При ней избыточный спрос равен нулю. При стоимости товара *X*

меньше P_0 избыточный спрос отрицательный. Если же цена опустилась ниже рыночной, то спрос превышает предложение.

Теперь предположим, что цена на товар-заменитель Y повысилась. В этом случае спрос на товар X также возрастает. Это ведет к повышению рыночной цены до уровня P_2 . В данной ситуации прямая избыточного спроса сдвигается вверх до уровня ED_1 . Можно выявить следующую зависимость: чем выше цена на товар-заменитель Y , тем выше цена на товар X , при которой избыточный спрос равен нулю.

На рисунке 6.2 представлена прямая нулевого избыточного спроса в координатах $P_X - P_Y$.

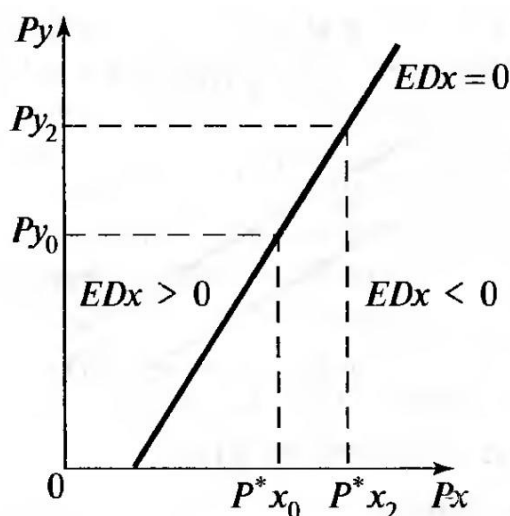


Рис. 6.2. Сочетание цен на товары X и Y , при котором избыточный спрос равен нулю

Аналогичные рассуждения можно применить и в отношении товара Y . В координатах $P_X - P_Y$ можно также провести и другую прямую, отображающую условия, при которых избыточный спрос на товар Y равен нулю.

Совместим на одном рисунке линии нулевого избыточного спроса на товары X и Y в координатах $P_X - P_Y$ ((рис. 6.3).

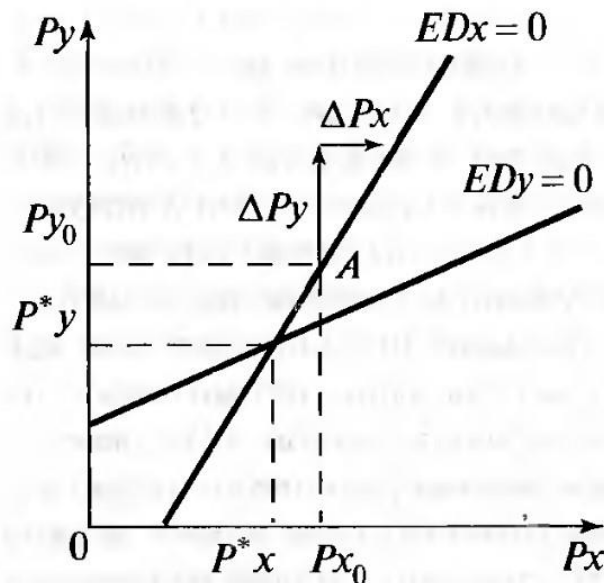


Рис. 6.3. Общее равновесие на рынках товаров X и Y

Общее равновесие на рынках товаров X и Y достигается в точке, где пересекаются две прямые нулевого избыточного спроса (рис. 6.3).

Покажем, что равновесие, изображенное на рис.6.3, не является устойчивым. Следует подчеркнуть, что общее равновесие существует только в том случае, если угол наклона прямой ED_X больше угла наклона прямой ED_Y . Пусть цена на товар X возросла. Так как товары X и Y являются субститутами, то в результате этого возрос и спрос на товар Y. Следовательно, увеличилась и его цена. Таким образом, фактическое соотношение цен на товары X и Y все дальше отклоняется от точки равновесия.

Пример 6.1. Рассмотрим взаимодействие двух рынков товаров X и Y. Спрос на товар X задан уравнением $Q_X^D = 20 - P_X - 0,5P_Y$, предложение данного товара имеет вид $Q_X^S = 10 + P_X$. Соответственно, спрос на товар Y задан формулой $Q_Y^D = 30 - 0,5P_X - 0,25P_Y$, предложение $Q_Y^S = 20 + 2P_Y$. При каких ценах на товары X и Y достигается общее равновесие на этих товарных рынках?

Решение. Выведем зависимость равновесия на рынке товара X от параметров P_X и P_Y .

$$20 - P_X - 0,5P_Y = 10 + P_X;$$

$$0,5P_Y = 10 - 2P_X;$$

$$P_Y = 20 - 4P_X.$$

Далее выведем зависимость равновесия на рынке товара Y от параметров P_X и P_Y . $30 - 0,5P_X - 0,25P_Y = 20 + 2P_Y;$

$$2,25P_Y = 10 - 0,5P_X;$$

$$P_Y = 4,44 - 0,22P_X.$$

Найдем точку пересечения двух полученных прямых. $20 - 4P_X = 4,33 - 0,2P_X$;

$$3,8P_X = 15,67;$$

$$P_X = 4,12;$$

$$P_Y = 20 - 4 * 4,12 = 3,52.$$

Ответ. Общее равновесие достигается при цене на товар X , равной 4,12 денежной единицы, и цене на товар Y , равной 3,52 денежной единицы.

Представим модель общего равновесия в более абстрактном виде. Пусть в некоторой закрытой экономике имеется N экономических благ, часть которых служит ресурсами для других. Спрос и предложение каждого из экономических благ зависит от цен на другие товары и услуги:

$$\begin{aligned} D_i &= f(P_1, P_2, \dots, P_n), \\ S_i &= f(P_1, P_2, \dots, P_n). \end{aligned} \quad (6.2)$$

В таком случае равновесие на всех рынках существует, если существует вектор $P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$, для которого справедливо равенство

$$DN_i(P^*) = 0, i = 1, 2, \dots, n. \quad (6.3)$$

Математически поиск вектора P^* сводится к решению системы уравнений, которая описана формулой (6.3). Разрешимость данной системы была доказана Л. Вальрасом.

6.2 Эффективность общего экономического равновесия

В предыдущем разделе было показано, что на конкурентном рынке, состоящем из произвольного числа товаров, может наступать всеобщее равновесие. Теперь зададимся вопросом, является ли данный механизм оптимальным с точки зрения ценообразования и распределения ресурсов.

Рассмотрим критерий оптимальности распределения ресурсов, разработанный экономистом В. Парето. Согласно данному критерию ресурсы распределяются эффективно, если положение одних экономических агентов невозможно улучшить без ухудшения экономического положения других. Если с помощью одного распределения ресурсов удалось улучшить положение некоторых участников рынка без ухудшения других, то оно является парето-предпочтительным. Существует три вида парето-эффективности: эффективность распределения, эффективность производства и эффективность использования ресурсов.

Для наглядности предположим, что существует только два товара: X и Y , которые производятся в количествах X_n и Y_n . Далее предположим, что существует только два потребителя: потребитель A и потребитель B . Опишем эффективность потребления с помощью специального графика, который называется диаграмма, или ящик Эджуорта.

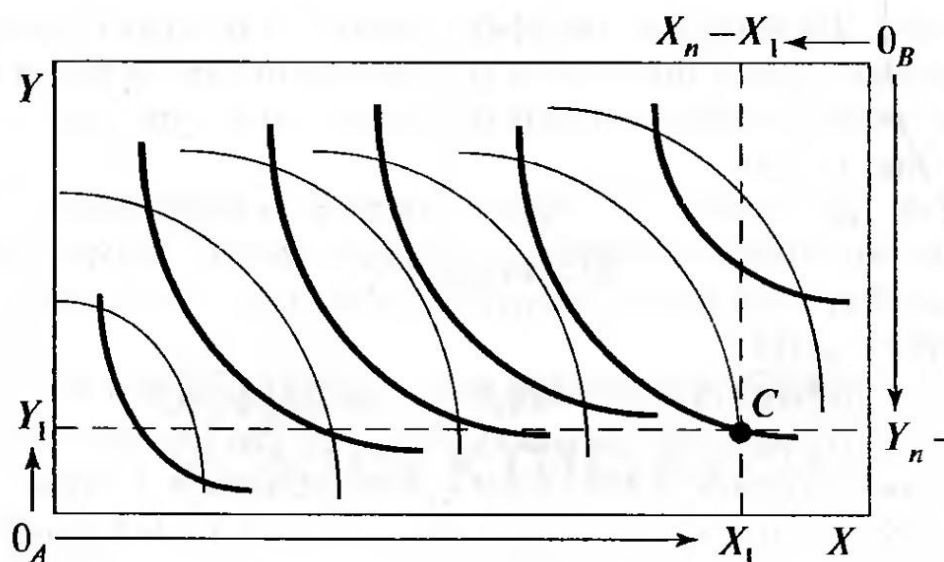


Рис. 6.4. Ящик Эджуорта

Как видно из рисунка 6.4, ящик Эджуорта представляет собой два положительных квадранта декартовых систем координат. Одну систему координат образуют две оси, по которым отложены количества потребления товаров X и Y потребителем A . Вторая система координат имеет соответствующие оси для потребителя B . Каждая точка на графике Эджуорта означает распределение товаров X и Y между потребителями A и B .

Пусть предпочтения потребителя A описываются стандартной картой кривых безразличия, выпуклых к началу координат. Потребитель B имеет аналогичную функцию полезности. Отметим, что кривые безразличия, выпуклые на ящике Эджуорта по отношению к потребителю A , являются вогнутыми по отношению к потребителю B .

На рисунке 6.4 выберем точку C . Распределение благ, зафиксированное в данной точке, характеризуется неоптимальностью. Это связано с тем, что кривые безразличия двух индивидов, которые лежат в данной точке, не касаются друг друга. Найдем множество точек, в которых происходит касание кривых безразличия обоих индивидов. Соединим эти точки. Кривая, образованная в результате соединения, представлена на рис.6.5.

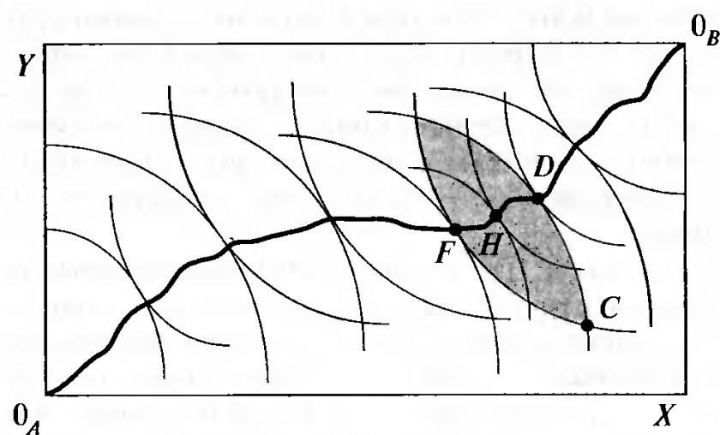


Рис. 6.5. Кривая контрактов

Линия, изображенная на рис.6.5, называется **кривой контрактов**. Так как угол наклона касательных в точках, лежащих на этой кривой, совпадает, можно утверждать, что в них выполняется соотношение

$$MRS_{X,Y}^A = MRS_{X,Y}^B. \quad (6.4)$$

При выполнении соотношения достигается парето-эффективность распределения благ. Однако возникает вопрос: в какой из точек кривой контрактов установится равновесное распределение благ между потребителями А и В? Ответ зависит от того, в какой начальной точке находилось распределение благ между двумя индивидами. Пусть изначально система предпочтений находилась в точке С. В этом случае индивиды будут совершать обмен друг с другом до тех пор, пока не достигнут парето-эффективного распределения благ. В результате рано или поздно они придут в точку, лежащую на кривой контрактов. Данная точка называется **ядром**. Для каждого изначального распределения благ характерно свое ядро.

Таким образом, мы выяснили эффективность распределения благ в потреблении с помощью диаграммы Эджуорта. Применяя ту же методику, можно найти эффективность распределения ресурсов между производителями. Предположим, что в некоторой абстрактной экономике существуют всего два производителя: А и В, которые производят два товара: X и Y. Для производства указанных товаров они используют труд и капитал.

Изобразим на ящике Эджуорта изокванты этих производителей. Для этого объединим две декартовы системы координат с осями, отражающими количество используемого труда и количество используемого капитала. Полученный график представлен на рис.6.6.

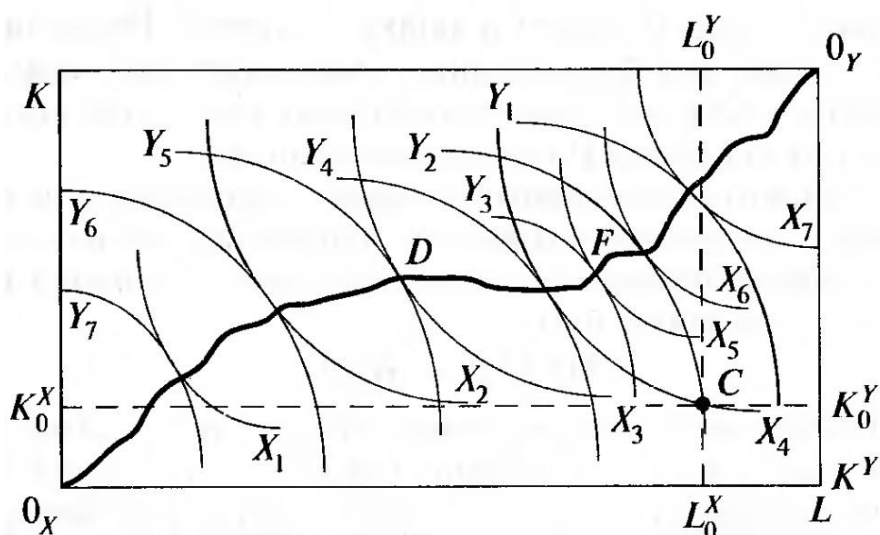


Рис. 6.6. Кривая производственных контрактов на ящике Эджуорта

На рисунке 6.6 изображены изокванты, отражающие производственные функции для благ X и Y . Каждая точка на производственном ящике Эджуорта характеризует распределение ресурсов между двумя производителями. На рисунке 6.5 выбрана точка C . В этой точке распределение ресурсов не является эффективным по Парето, так как изокванты в этой точке пересекаются, а не касаются друг друга.

Соединим линией все точки, в которых изокванты двух производителей касаются друг друга, и получим **кривую производственных контрактов**. Она характеризует все совокупности распределения ресурсов, эффективных по Парето. В этих точках выполняется соотношение

$$MRTS_{X,Y}^A = MRTS_{X,Y}^B. \quad (6.5)$$

В состоянии общего равновесия достигается парето-эффективность как в производстве, так и в потреблении. Однако эффективность в производстве может достигаться при различном распределении факторов производства и, следовательно, при различной структуре выпуска. Кривая производственных возможностей отражает парето-эффективные способы производства. Типичный вид кривой производственных возможностей представлен на рис.6.7.

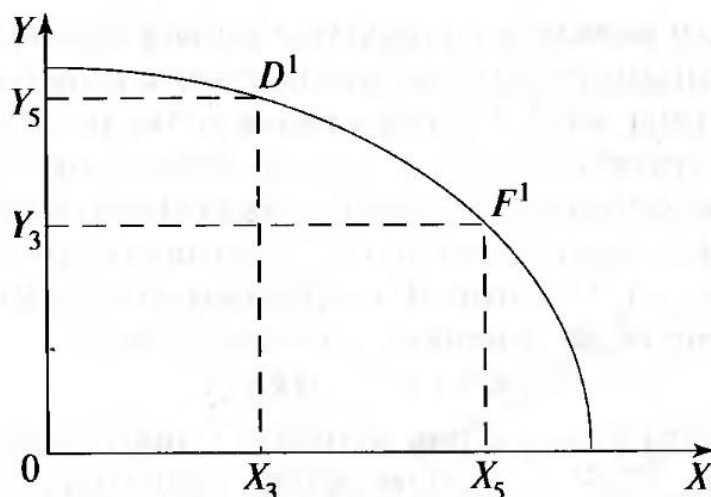


Рис. 6.7. Кривая производственных возможностей

На рисунке 6.7 изображена кривая производственных возможностей, которая отражает парето-эффективные варианты выпуска. Каждая точка на кривой производственных возможностей соответствует точке на кривой производственных контрактов. Однако последняя отражает сочетания труда и капитала, при которых достигается оптимальный выпуск. Кривая же производственных возможностей отражает оптимальное производство благ X и Y .

Важной характеристикой кривой производственных возможностей является предельная норма трансформации ($MRT_{X,Y}$). Геометрически предельная норма трансформации в какой-либо точке равна тангенсу угла наклона кривой производственных возможностей в ней. Алгебраически предельная норма трансформации равна отношению предельных издержек и производства товаров X и Y :

$$MRT_{X,Y} = \frac{MC_X}{MC_Y}. \quad (6.6)$$

Парето-эффективная структура выпуска достигается в точке, где предельная норма трансформации товара X в товар Y равна предельной норме замены этих товаров:

$$\frac{MC_X}{MC_Y} = \frac{MU_X}{MU_Y}. \quad (6.7)$$

Чтобы экономическая система находилась в состоянии парето-эффективности, необходимо, чтобы достигалась парето-эффективность в производстве, потреблении и в структуре выпуска. Данное утверждение называется **первой теоремой благосостояния**.

Вторая теорема благосостояния гласит, что если выполнено условие выпуклости к началу координат всех изоквант и кривых безразличия, каждому парето-эффективному распределению благ и ресурсов соответствует система цен, которая обеспечивает общее равновесие на всех рынках.

Однако на практике парето-эффективное распределение ресурсов и благ достигается не всегда. Среди причин, которые мешают достижению оптимума по Парето, можно выделить наличие потоварных налогов и несовершенство конкуренции. Пусть система находится в состоянии парето-эффективного равновесия. Тогда в ней выполняется равенство

$$\frac{MC_X}{MC_Y} = \frac{P_X}{P_Y} = \frac{MU_X}{MU_Y}. \quad (6.8)$$

Предположим, правительство ввело потоварный налог на товар X в размере t рублей за единицу товара. В этом случае при продаже товара X продавцы будут получать уже не P_X рублей, а $P_X - t$. Тогда равенство (6.8) трансформируется в соотношение $\frac{MC_X}{MC_Y} = \frac{P_X - t}{P_Y} = \frac{MU_X}{MU_Y}$. Следовательно, введение потоварных налогов сохраняет эффективность в производстве и в потреблении, но не обеспечивает наилучшую структуру выпуска. Решение о структуре выпуска принимается на основе исходных цен, а о покупке – на основе цен, скорректированных на уровень налога.

Таким образом, можно констатировать, что при введении акциза или потоварного налога на благо X производители начинают смещать структуру выпуска в пользу других благ. В этом случае производство указанного блага оказывается заниженным. В свою очередь, производство субсидированных товаров становится завышенным.

Аналогичным образом можно рассмотреть влияние существования монополии на достижение эффективности в производстве и потреблении. Если товар X продается на монополизированном рынке, то его производство является заниженным по отношению к оптимальному.

Пример 6.2. В некоей абстрактной экономике производится всего два товара: X и Y . В ней же присутствует всего два потребителя: A и B с одинаковыми функциями полезности $U = XY$. Уравнение кривой производственных возможностей в этой экономике имеет вид $X^2 + Y^2 = 5000$. Рыночные цены на товары X и Y равны. Сколько производится продукции X и Y в состоянии общего равновесия?

Решение. Согласно (6.8) общее равновесие достигается в точке, где выполняется равенство $\frac{MC_X}{MC_Y} = \frac{P_X}{P_Y} = \frac{MU_X}{MU_Y}$.

Вычислим предельные полезности $MU_X = Y$; $MU_Y = X$.

Из условия следует, что $P_X = P_Y$. Поэтому $X = Y$. Подставим это равенство в уравнение кривой производственных возможностей:

$$2X^2 = 5000;$$

$$X^2 = 2500;$$

$$X = 50;$$

$$Y = 50.$$

Ответ. Оптимальным является выпуск 50 единиц продукции X и 50 единиц продукции Y .

В результате мы приходим к выводу, что любое вмешательство в свободное ценообразование посредством конкурентного рынка влечет за собой неоптимальное производство. К нарушению парето-эффективности приводит также и наличие внешних эффектов в производстве и потреблении.

6.3 Теория общественного благосостояния

В предыдущем разделе мы выяснили, что в условиях парето-эффективного распределения предельная норма замены равна соотношению рыночных цен. Но зададимся вопросом: является ли такое равновесие оптимальным с точки зрения максимизации функции полезности всего общества?

Для этого обратимся к ящику Эджуорта, изображенному на рис. 6.5. На схеме показаны парето-эффективные товарные наборы, которые формируются в результате взаимодействия индивидов A и B . Пусть мы находимся в точке D . Ей соответствуют уровни получаемой полезности индивидов A и B : U_A и U_B . Далее в координатах $U_A - U_B$ постараемся отразить все сочетания уровней получаемых полезностей индивидов A и B , для которых достигается парето-эффективное распределение экономических благ. У нас получилась кривая возможных полезностей (рис.6.8).

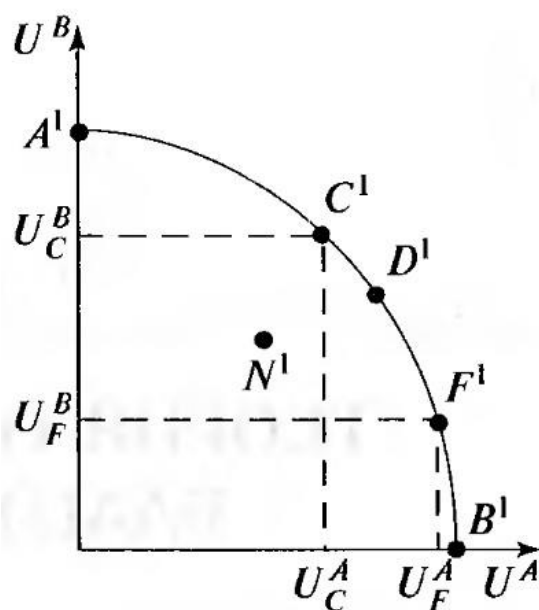


Рис. 6.8. Кривая возможных полезностей

Точка пересечения кривой возможных полезностей и оси U_B соответствует случаю, когда вся общественная полезность достается индивиду B . И аналогично: точка пересечения кривой возможных полезностей с осью U_A соответствует случаю, когда вся общественная полезность достается индивиду A .

Как видно из рис.6.7, кривая возможных полезностей имеет выпуклый вид. Чтобы в условиях парето-эффективного распределения благ увеличить полезность индивида A , необходимо уменьшить уровень благосостояния индивида B . Тангенс угла наклона кривой возможных полезностей отражает «альтернативную стоимость» полезности индивида A . Она соответствует количеству единиц полезности индивида A , от которых ему следует отказаться для увеличения полезности индивида B на одну единицу.

Каждая точка на кривой возможных полезностей отражает совокупную полезность всех членов общества. Следовательно, она является функцией общественного благосостояния и характеризует все возможные уровни получаемых полезностей всеми членами общества при достижении парето-эффективности.

Предположим, состояние общества отражает точка N^1 на рис. 6.7. В данной точке не достигается парето-эффективность, так как возможно увеличение благосостояния одного индивида без его уменьшения у другого члена общества. Оптимальность по Парето достигается лишь в точках, лежащих на кривой возможных полезностей. Но является ли парето-эффективное распределение оптимальным с точки зрения максимизации общественного благосостояния?

Для ответа на этот вопрос необходимо ввести понятие функции общественного благосостояния. Предположим, что, подобно тому как индивид имеет предпочтения относительно каких-либо товаров, так и общество имеет предпочтения относительно повышения благосостояния тех или иных его членов. Обозначим W функцию общественного благосостояния. Она является функцией многих переменных, где в качестве аргументов выступают полезности отдельных индивидов:

$$W = W(U_1, U_2, \dots, U_n). \quad (6.9)$$

Далее для упрощения анализа предположим, что общество состоит всего из двух индивидов – A и B . Тогда в координатах $U_A - U_B$ можно изобразить **кривые равного благосостояния**, которые отражают различные комбинации уровней достижимости полезностей индивидов A и B при том, что уровень благосостояния всего общества остается постоянным (рис.6.9).

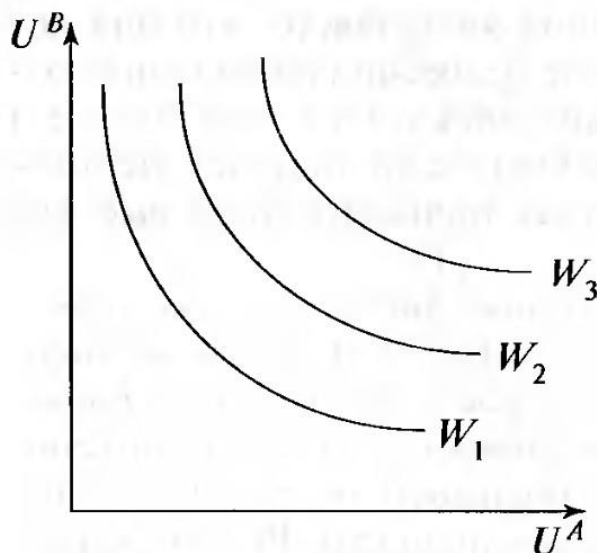


Рис. 6.9. Кривые равного благосостояния

Как функция полезности конкретного индивида может быть представлена картой кривых безразличия, так и функцию общественного благосостояния можно изобразить в виде карты кривых равного благосостояния. Аналогично функции полезности, чем дальше расположена кривая равного благосостояния, тем больший уровень полезности для всего общества она приносит.

Соединим карту кривых равного благосостояния с кривой возможных полезностей (рисунок 6.10). Очевидно, что самый высокий уровень удовлетворения потребностей всего общества, в котором достигается парето-эффективность, возможен в точке, где кривая равного благосостояния касается кривой возможных полезностей.

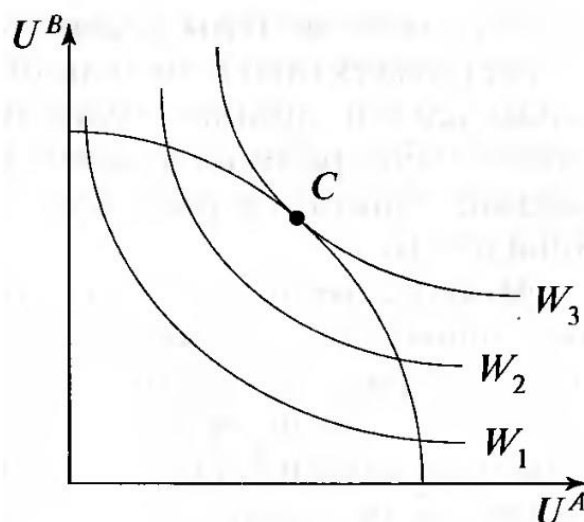


Рис. 6.10. Максимизация общественного благосостояния

Как видно из рис.6.10, максимум общественного благосостояния достигается в точке C . Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что максимум общественного благосостояния достигается при парето-эффективном распределении благ. В то же время не всякое парето-эффективное распределение обеспечивает максимальное удовлетворение потребностей всего общества. Следовательно, парето-эффективность является необходимым, но недостаточным условием максимизации функции общественного благосостояния.

Перейдем к вопросу о виде функции общественного благосостояния. Удовлетворение потребностей каких индивидов для общества более ценно, а каких – менее? Единой точки зрения не существует. Однако можно выделить три наиболее распространенных подхода к решению этой проблемы: либертарианский, утилитаристский и эгалитаристский.

Либертарианцы полагают, что распределение благ, которое достигается в результате действий механизмов конкурентного рынка, является оптимальным и для общества. В качестве аргументов в пользу этого подхода либертарианцы заявляют, что только посредством рыночного механизма достигается наиболее эффективное распределение экономических ресурсов между производителями и благ между потребителями. При таком подходе кривая равного благосостояния совпадает с кривой возможных полезностей.

Одним из теоретиков либертарианского подхода был американский философ Р. Нозик. По его мнению, то распределение, которое достигается посредством рыночного механизма, является ненасильственным и сугубо добровольным. Следовательно, оно обеспечивает наиболее эффективное удовлетворение всех потребностей общества. Такой подход практически не разграничивает по-

нения «эффективное удовлетворение потребностей» и «справедливое удовлетворение потребностей». Либертарианцы считают, что распределение, сложившееся в результате действия рыночного механизма, является одновременно и эффективным, и справедливым.

Существенный недостаток либертарианского подхода заключается в том, что он не принимает в расчет социальное неравенство. Рыночный механизм никак не учитывает, например то обстоятельство, что некоторые люди получают в наследство существенный капитал и обладают большими финансовыми ресурсами, не имея при этом интеллектуальных и социальных способностей. Также он и не учитывает тот факт, что инвалиды не имеют возможности заработать себе на жизнь, а рыночное распределение не гарантирует им жизнь в обществе.

Утилитаристский подход был основан английским философом И. Бентамом. Он предполагал, что общее благосостояние общества является суммой благосостояний всех его членов без придания каждому из них определенного веса. В рамках данного подхода функцию общественного благосостояния можно представить в виде

$$W(U_1, U_2, \dots, U_n) = \sum_{i=1}^n U_i. \quad (6.10)$$

В этом случае карта кривых равного благосостояния может быть описана в виде прямых, имеющих одинаковый угол наклона. Общественный оптимум достигается в точке, где кривая возможных полезностей касается функции общественного благосостояния (рис.6.11).

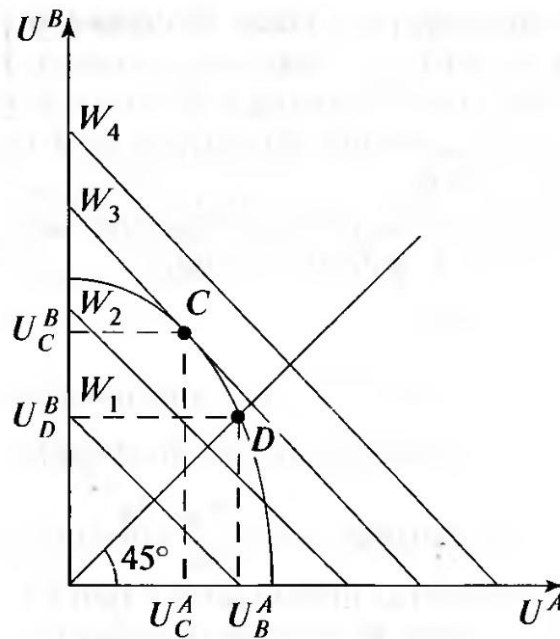


Рис. 6.11. Максимизация общественного благосостояния при утилитаристском подходе

Из рисунка 6.11 следует, что максимум общественного благосостояния достигается в точке C . Как видно из графика, в этой точке удовлетворение потребностей индивидов A и B достигается не в равной мере. Потребитель A получает большую полезность, нежели потребитель B . Вместе с тем в утилитаристском подходе проблеме социального неравенства уделено больше внимания, чем в либертарианском.

Развивая данную концепцию в направлении повышения социальной справедливости, можно придать различные веса функциям полезности отдельных индивидов:

$$W(U_1, U_2, \dots, U_n) = \sum_{i=1}^n \alpha_i U_i, \quad (6.11)$$

где α_i — вес, который государство придает i -му члену общества при проведении экономической политики.

Обычно органы государственного управления оказывают материальную поддержку малообеспеченным гражданам путем перераспределения финансовых ресурсов от богатых к бедным.

В рамках эгалитаристского подхода понятия социальной справедливости и равенства распределения доходов между членами общества совпадают. В радикальном случае данной концепции все дееспособные граждане страны должны получать одинаковый доход. При этом надо заметить, что в рамках теории общественного благосостояния распределению подлежит не доход общества, а его со-

вокупная полезность. Далее будем предполагать, что распределение между членами общества доходов и полезности совпадают. Карта кривых равного благосостояния при эгалитаристском подходе представлена на рис. 6.12.

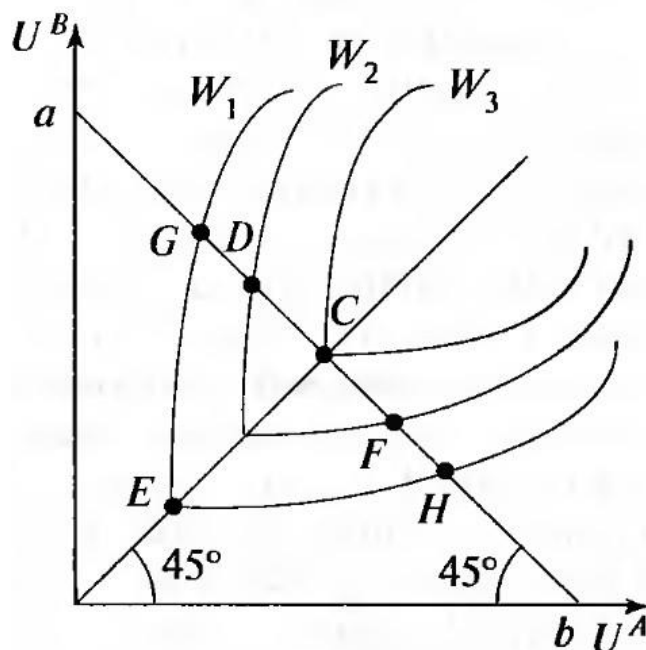


Рис. 6.12. Карта кривых равного благосостояния при эгалитаристском подходе

Проанализируем график, изображенный на рис.6.11. Кривые равного благосостояния на нем имеют вид кривых, загибающихся к прямой, делящей положительный квадрант пополам. Поясним, с чем это связано. Пусть распределение общественной полезности производится между двумя индивидами в пропорции, соответствующей точке H . В этом случае один из членов общества получает больше полезности, чем другой. В связи с этим точка H лежит на более низкой кривой равного благосостояния, чем точка C , которая соответствует равному распределению полезностей между всеми членами общества.

Однако в настоящее время отсутствуют страны, провозглашающие своей целью абсолютно равное распределение дохода между всеми своими гражданами. Большинство стран стараются лишь сгладить неравенство распределения доходов, возникающее в результате действия рыночных механизмов. В этом случае функцию общественного благосостояния можно представить в алгебраическом виде как функцию Кобба – Дугласа от полезности отдельных ее членов:

$$W(U_1, U_2, \dots, U_n) = \prod_{i=1}^n U_i^{\alpha_i} \quad (6.12)$$

Итак, существует несколько подходов к оценке уровня общественного благосостояния через функции полезности отдельных индивидов. Возникает следующий вопрос: какой из этих подходов наилучший? Американский экономист К. Эрроу в начале 1950-х гг доказал теорему, согласно которой из индивидуальных

полезностей невозможно получить агрегированную функцию общественного благосостояния, которая удовлетворяла бы всем аксиомам функции полезности. При этом он исходил из предпосылки, что в обществе не существует диктатора, который удовлетворял бы потребности лишь определенной части населения страны.

Пример 6.3. Кривая равных полезностей индивидов A и B задана соотношением $U_A + U_B^2 = 300$. Функция общественного благосостояния имеет вид $W(U_A, U_B) = U_A U_B$. Найти распределение полезностей, которое как является оптимальным по Парето, так и максимизирует благосостояние общества.

Решение. В этой задаче необходимо максимизировать функцию общественного благосостояния при условии нахождения максимума на кривой равных полезностей. Сделать это можно путем максимизации функции Лагранжа:

$L(U_A, U_B, \lambda) = U_A U_B - \lambda(U_A + U_B^2 - 300) \rightarrow \max$. Далее необходимо приравнять к нулю частные производные:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial U_A} = U_B - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial U_B} = U_A - 2\lambda U_B = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 300 - U_A - U_B^2 = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} U_B = \lambda \\ U_A = 2\lambda U_B \\ U_A + U_B^2 = 300 \end{cases} \rightarrow U_A = 300 - \lambda^2 = 2\lambda^2 \rightarrow \lambda^2 = 300 \rightarrow \\ \rightarrow \lambda = \sqrt{300} \rightarrow U_A = 0 \rightarrow U_B = \sqrt{300}.$$

Ответ. Оптимум функции общественного благосостояния достигается при нулевой полезности индивида A и равной $\sqrt{300}$ полезности индивида B .

6.4 Внешние эффекты

В предыдущем разделе было показано, что общее экономическое равновесие достигается лишь в случае совершенно конкурентных рынков. Следовательно, экономическая система приходит в равновесие лишь посредством рыночных механизмов. Тем не менее современная микроэкономика выделяет пять причин, вследствие которых рыночные механизмы не приводят к всеобщему равновесию экономической системы. Эти причины: наличие монополий, неопределенность и риск, внешние эффекты, общественные блага и асимметрия информации. В настоящем параграфе будет рассмотрен первый тип так называемых провалов рынка: внешние эффекты.

Внешние эффекты (или экстерналии) – это издержки или выгоды сделки, которые присутствуют для третьей стороны и не учитываются сторонами соглашения в момент его заключения. Выделяют внешние эффекты в потреблении и

внешние эффекты в производстве. Приведем пример внешнего эффекта в потреблении. Студент Иванов купил аудиомэгнофон с мощными колонками. Однако громкая музыка мешает соседям спать. Это пример отрицательного внешнего эффекта в потреблении. Пример внешнего эффекта в производстве – загрязнение воздуха. Пусть некий финансовый холдинг решил построить завод в городе X. Однако он несет загрязнение воздуха для жителей этого города. Таким образом, в данном примере загрязнение воздуха – пример отрицательного внешнего эффекта в производстве.

В неоклассической микроэкономике наличие внешних эффектов представляет собой пример так называемых провалов рынка, то есть ситуации, когда рынок совершенной конкуренции не обеспечивает парето-эффективное распределение благ и ресурсов.

Отрицательные внешние эффекты в производстве сопряжены с появлением внешних предельных издержек, которые обозначаются MD . В рамках данной концепции выделяют общественные предельные издержки (обозначаются SMC) и частные предельные издержки (обозначаются PMC). Частные предельные издержки есть сумма предельных издержек всех фирм данной отрасли. А общественные предельные издержки являются суммой частных предельных издержек и внешних предельных издержек:

$$SMC = PMC + MD. \quad (6.13)$$

Обозначим SMB функцию рыночного спроса. Изобразим графически рыночное равновесие в случае наличия внешних эффектов (рис.6.13).

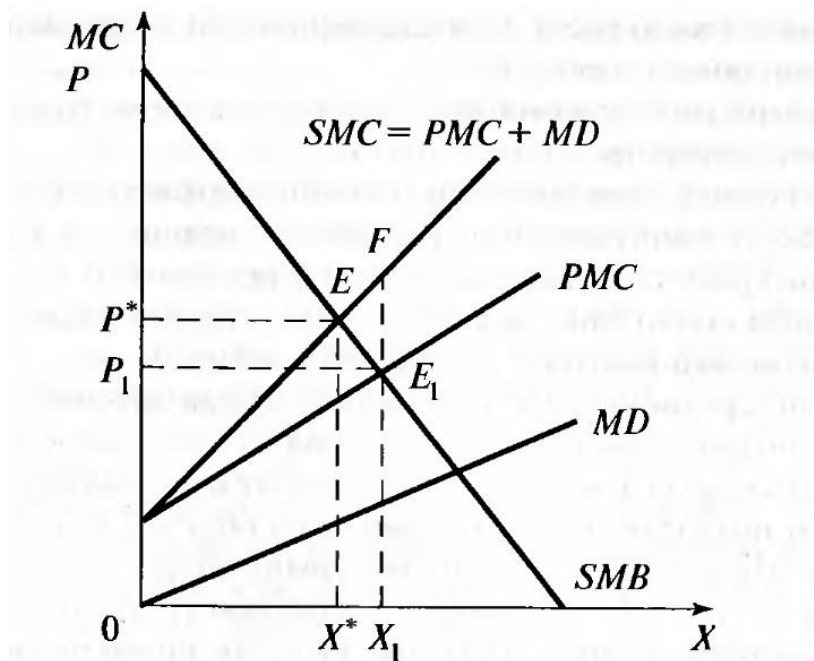


Рис. 6.13. Рыночное равновесие при наличии отрицательных внешних эффектов

Как видно из рис.6.13, в условиях совершенной конкуренции на рынке установится объем продаж в количестве X_1 и цена P_1 . Однако с точки зрения парето-эффективного производства равновесие должно устанавливаться в точке, где $SMC = SMB$. Из этого можно сделать вывод, что при наличии экстерналий рыночное равновесие не является эффективным по Парето. Еще один вывод: в случае отрицательных внешних эффектов рынок дает завышенный объем продаж и заниженную цену. В случае же положительных экстерналий – завышенную цену и заниженный объем продаж.

Все, что сказано в отношении отрицательных внешних эффектов, можно по аналогии распространить и на положительные экстерналии. В этом случае вместо кривой внешних предельных издержек имеет место кривая внешних предельных выгод, которую мы обозначим как MB . При этом взаимодействие фирм в рамках рынка совершенной конкуренции дает завышенную цену и заниженный объем продаж.

Политика государства должна быть нацелена на минимизацию негативных последствий влияния положительных и отрицательных экстерналий. Например, для производств, вызывающих загрязнение окружающей среды, в Российской Федерации вводятся так называемые экологические налоги.

Современный научно-технический прогресс привел к широкому распространению рынков **сетевых продуктов**. Отличительная особенность сетевых продуктов состоит в том, что их полезность возрастает по мере их всеобщего распространения. Зависимость полезности продукта от степени его распространения получила название **сетевой эффект**.

Примером сетевых продуктов могут служить мобильная связь или социальные сети. Чем больше абонентов подключено к мобильной связи, тем выше вероятность того, что отдельный абонент сможет найти в мобильной сети всех знакомых. Также сетевые эффекты характерны для рынков взаимодополняемых товаров. Например, нет резона пытаться продавать принтеры в том населенном пункте, где нет персональных компьютеров. С появлением информационных технологий сетевые эффекты получили новый импульс к развитию.

В связи с этим сетевые рынки часто движутся в направлении монополизации. Например, нет смысла пользоваться социальной сетью, состоящей из ста пользователей. Однако сетевая монополия имеет свои особенности по сравнению с монополией в общепринятом понимании. В отличие от обычной монополии сетевая монополия не забирает себе весь излишек потребителя. Тем не менее появление сетевых монополий усложняет антимонопольное регулирование. Связано это с тем, что на рынке сетевых продуктов монополией становится не обязательно тот продавец, который в наибольшей степени удовлетворяет потребности потребителей. Это может быть продавец распространенного программного

продукта, который в свое время получил определенное финансирование крупного инвестора.

Благодаря сетевым эффектам монополия становится весьма устойчивой. Например, некий стартап спроектировал новую социальную сеть, которая лучше удовлетворяет потребностям потребителей, чем уже давно известные социальные сети. Однако он не может завоевать большой популярности среди пользователей ввиду того, что круг потенциальных подписчиков новой социальной сети весьма ограничен.

Также фирма – сетевой монополист может обладать преимуществами в плане производства дополняющих товаров. Пример такого эффекта – производство программного пакета MS Office, который может работать лишь с ограниченным набором операционных систем. Подобные эффекты часто реализуются в рамках картельного сговора.

Американский экономист Артур Сесиль Пигу предложил корректировать экстерналии в виде налогообложения. Согласно подходу Пигу, правительство должно устанавливать налог на загрязнения в том размере, который равен общественным издержкам данных загрязнений.

Будучи теоретически идеальным, в плане практической реализации подход Пигу сопряжён с рядом трудностей. Связано это с тем, что на практике органы государственного регулирования чаще всего не знают величину ущерба, которую загрязнения приносят для обществу.

Согласно другому подходу, государство устанавливает некий приемлемый уровень загрязнений для той или иной компании. Все выбросы в атмосферу сверх данного порога облагаются налогом.

Третий подход к экологическому налогообложению предполагает создание специального рынка лицензий на загрязнительные производства. Государство, следуя этому подходу, за определенную плату продает квоту на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, воду и почву.

Также был предложен и четвертый подход налогообложения экстерналий. Согласно этой концепции, государство вводит административную ответственность за отрицательные экстерналии. То лицо, которое страдает от отрицательных последствий данного продукта, может обратиться в суд с требованием компенсации вреда, который наносит ему это экономическое благо.

Долгое время подход Пигу считался идеальной теоретической концепцией для налогов на отрицательные внешние эффекты. Однако в 1960 г. вышла статья Р. Коулза, в которой подчеркивается мысль о том, что теория Пигу не лишена своих недостатков.

Между тем Р. Коулз сконцентрировал свое внимание на таком понятии, как *транзакционные издержки*. Под транзакционными издержками он понимал затраты на поиски покупателей и составление договоров купли-продажи. По мнению Коулза, понижать цену на вредные товары необходимо не налогообложением, а снижением их общественного вреда. Например на заводе, производство которого сопряжено с загрязнением воды, можно поставить специальный очиститель.

При этом следует отметить тот факт, что рассуждения Коулза строились на предположении о том, что в обществе действуют нулевые транзакционные издержки. При наличии же последних, все приведенные рассуждения не вполне корректны.

Особое место в теории провалов рынка занимают общественные блага. Они обладают следующими характеристиками:

1. Дополнительное потребление этого блага не снижает его редкость.
2. Невозможно воспрепятствовать его потреблению лицам, не желающим платить за этот товар.

Примерами общественных благ могут служить автомобильные дороги не в час пик, земли, пастбища и доступ к кабельному телевидению, уличное освещение, национальная оборона. Далее можно показать, что наличие общественных благ приводит экономическую систему к состоянию, которое не является парето-эффективным. Связано это с тем, что для различных индивидов общественные блага приносят различную полезность. Следовательно, разные индивиды могут по-разному заплатить за пользование этим товаром или услугой. Ввиду этого механизмы совершенной рыночной конкуренции не могут обеспечить оптимальное распределение общественных благ, так как она приносит положительные внешний эффект. Следовательно, его распределение не является эффективным по Парето.

В данной главе было показано, что в случае, когда экономическая система состоит исключительно из рынков совершенной конкуренции, возможно существование общего равновесия. В то же время наличие монополий и потоварных налогов может привести к установлению в системе устойчивого состояния, отличного от равновесного.

Кроме того, в условиях действия совершенных рыночных механизмов равновесие, в которое приходит экономическая система, состоящая из различных рынков, является оптимальным по Парето. Вместе с тем не до конца изученным наукой остается вопрос о том, является ли парето-эффективное равновесие оптимальным для общества с точки зрения удовлетворения его потребностей. Сторонники либертарианского подхода считают, что рыночные механизмы спо-

способны обеспечить наиболее эффективное распределение доходов между гражданами страны. В то же время большинство экономистов придерживаются позиции, согласно которой государство должно перераспределять доходы между участниками рынка, поддерживая наименее социально защищенные слои населения.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ К ГЛАВЕ 6

1. Рассмотрим взаимодействие рынков двух товаров X и Y . Функции спроса на них заданы соотношениями $Q_X^D = 20 - P_X - 0,5P_Y$; $Q_Y^D = 30 - P_Y + 0,25P_X$. Функции предложения заданы соотношениями: $Q_X^S = 10 + P_X + 0,4P_Y$; $Q_Y^S = 20 + P_Y + 0,6P_X$. Определите цены и объемы продаж, при которых устанавливается равновесие на обоих рынках.

2. В некой абстрактной экономике производится всего два товара X и Y . В ней же присутствуют всего два потребителя: A и B с одинаковыми функциями полезности: $U = XY$. Уравнение кривой производственных возможностей в этой экономике имеет вид $X^2 + Y^2 = 5000$. Рыночные цены на товары X и Y одинаковы. Цена блага X составляет 2 руб., цена блага Y – 4 руб. Достигается ли при таком соотношении цен общее равновесие?

3. В экономике используются два ресурса: труд (L) и капитал (K), и производится два блага X и Y , которые потребляются двумя индивидами A и B . Производственные функции обоих благ одинаковые и определяются соотношениями $X = K^{1/4}L^{3/4}$; $Y = K^{1/4}L^{3/4}$. Оба потребителя имеют одинаковые функции полезности: $U = X^{1/4}Y^{1/4}$. В условиях общего равновесия для производства блага X используется 16 единиц капитала и 256 единиц труда, на производство блага Y – 1296 единиц труда и 81 единица капитала. 25 % общего объема благ X и Y поступают в распоряжение индивида A . Определите равновесное соотношение цен на товары X и Y ($\frac{P_X}{P_Y}$).

4. Отец семейства завещает 1 800 голов овец двум сыновьям. Функция полезности первого сына имеет вид $U_A = X^{1/2}$, функция полезности второго сына $U_B = 2X^{1/2}$ (X – количество голов овец). Функция полезности семейного благосостояния имеет вид: $W(U_A, U_B) = U_A^{1/2}U_B^{1/2}$. Как в этом случае следует разделить овец?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ К ГЛАВЕ 6

1. Предположим, что цена на бензин возрастает вследствие уменьшения предложения. Что произойдет с ценами на автомобили и объемом продаж автомобилей согласно теории общего экономического равновесия?

- a) цена возрастет, объем продаж уменьшится;
- b) цена и объем продаж уменьшатся;
- c) цена и объем продаж увеличатся;
- d) цена уменьшится, объем продаж возрастет.

2. На рынке жевательных резинок доминируют два товара: «Дирол» и «Орбит». В результате улучшения качества рекламной кампании спрос на жевательные резинки «Орбит» вырос при неизменном спросе на рынке в целом. Что произойдет с ценой и объемом продаж жевательной резинки «Дирол»?

- a) цена возрастет, объем продаж уменьшится;
- b) цена и объем продаж уменьшатся;
- c) цена и объем продаж увеличатся;
- d) цена уменьшится, объем продаж возрастет.

3. Из представленных вариантов видов функции общественного благосостояния выберите утилитаристскую функцию:

- a) $W(u_1, u_2, \dots, u_n) = \sum_{i=1}^n u_i$;
- b) $W(u_1, u_2, \dots, u_n) = \max\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$;
- c) $W(u_1, u_2, \dots, u_n) = \min\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$;
- d) все вышеперечисленное.

4. Если в результате перераспределения благ индивид А выиграл больше, чем проиграл индивид В, то исходное распределение:

- a) эффективно по Парето;
- b) неэффективно по Парето;
- c) конечное состояние Парето предпочтительнее по отношению к исходному состоянию;
- d) нет правильного ответа.

5. До введения акциза система характеризовалась парето-эффективностью в производстве, потреблении и распределении благ. После введения акциза может быть нарушена парето-эффективность:

- a) в потреблении;
- b) в распределении;
- c) в производстве;
- d) верны b и c.

6. Назовите философа, который предполагал, что распределение доходов, которое устанавливается в результате рыночного механизма, является наиболее оптимальным:

- a) иеремия Бентам;
- b) Фридрих Ницше;
- c) Кеннет Эрроу;
- d) все перечисленные.

7. При наличии положительного внешнего эффекта экономическое благо производится в объеме:

- a) большем, чем общественно эффективный объем выпуска;
- b) большем, чем общественно эффективный объем выпуска при монополии;
- c) меньшем, чем общественно эффективный объем выпуска;
- d) нет правильного ответа.

8. При наличии отрицательного внешнего эффекта экономическое благо производится в объеме:

- a) большем, чем общественно эффективный объем выпуска;
- b) большем, чем общественно эффективный объем выпуска при монополии;
- c) меньшим, чем общественно эффективный объем выпуска.
- d) нет правильного ответа.

ПОДГОТОВКА К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЬНОМУ МЕРОПРИЯТИЮ

Итоговое контрольное мероприятие состоит из теста, которые включает 15 теоретических вопросов и четыре задачи, проверяющие практические навыки обучающихся. Тест оценивается в 15 баллов. Максимальный балл за правильное решение задач – также 15 баллов. Ниже представлен демонстрационный вариант итоговой контрольной точки.

Теоретическая часть

Каждый правильный ответ оценивается в один балл

1. Назовите два наиболее характерных признака, по которым система отличается от группы несвязных объектов:
 - a) система имеет устойчивые связи между элементами;
 - b) система может принимать новые элементы;
 - c) все элементы системы имеют общую цель;
 - d) система не всегда имеет материальное представление.
2. Может ли подсистема быть разделена на элементы?
 - a) да, так как подсистема – это делимая часть системы;
 - b) нет, так как подсистема – неделимая часть системы;
 - c) да, так как любая система имеет иерархию «система – подсистема – элемент»;
 - d) нет, так как система может состоять из подсистем, но не может состоять из элементов.
3. Закон целеполагания гласит:
 - a) цель развития системы определяется объективными законами природы и общества;
 - b) каждая система должна иметь генеральную цель;
 - c) система должна иметь иерархию целей;
 - d) цель системы должна быть четко сформулирована.
4. Одновременное увеличение как спроса, так и предложения приведет:
 - a) к увеличению цены и объема продаж,
 - b) падению цены и увеличению объема продаж;
 - c) падению цены и объема продаж;
 - d) эффект для цены и объема продаж будет зависеть от наклона кривых спроса и предложения.

5. Кривая безразличия показывает:
- a) все товарные наборы, которые приносят потребителю одинаковую полезность;
 - b) соотношения товаров X и Y , в которых достигается точка насыщения;
 - c) соотношения труда и капитала, при которых достигается максимальный уровень полезности;
 - d) соотношения товаров X и Y , при которых достигается одинаковый уровень дохода.
6. При увеличении дохода потребителя линия бюджетного ограничения:
- a) сдвинется параллельно вверх;
 - b) сдвинется параллельно вниз;
 - c) изменит свой наклон;
 - d) сдвинется вверх, но не параллельно.
7. Для малоценных товаров при росте дохода спрос на них:
- a) падает;
 - b) растет;
 - c) растет более быстрыми темпами, чем растет доход;
 - d) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
8. Пусть имеется товар X . Эффект дохода по нему больше эффекта замены и действует в обратном направлении. Это говорит о том, что товар X :
- a) нормальный товар;
 - b) малоценный товар;
 - c) товар роскоши;
 - d) товар Гиффена.
9. Производственная функция $y = f(K, L)$ характеризуется положительной отдачей от масштаба. Объем используемых труда и капитала вырос на 20 %. Тогда выпуск:
- a) увеличится более чем на 20 %;
 - b) увеличится в пределах от 15 до 20 %;
 - c) останется неизменным;
 - d) увеличится ровно на 20 %.
10. Большему объему выпуска соответствуют изокванты, которые лежат относительно исходной:
- a) выше и правее;
 - b) ниже и правее;
 - c) ниже и левее;
 - d) выше и левее.

11. В некоторой фирме А средний продукт труда равен 10 при 15 постоянных работников. В этом случае выпуск фирмы А равняется:
- a) 150;
 - b) 1,5;
 - c) 200;
 - d) 300.
12. Завод Х купил производственный станок за 20 тыс. руб. и офисный стол для директора завода за 10 тыс. руб. В этом случае переменные издержки составят:
- a) 30 тыс. рублей;
 - b) 10 тыс. рублей;
 - c) 20 тыс. рублей;
 - d) 50 тыс. рублей.
13. Пусть на рынке сложилась цена, которая меньше средних переменных издержек некоторой фирмы А. В этом случае фирма:
- a) получает положительную прибыль и остается на рынке;
 - b) получает отрицательную прибыль и остается на рынке;
 - c) получает отрицательную прибыль и уходит с рынка;
 - d) получает положительную прибыль и уходит с рынка.
14. В каком случае фирма присваивает себе весь потребительский излишек?
- a) на рынке совершенной конкуренции;
 - b) на монопольном рынке при ценовой дискриминации первой степени;
 - c) на монопольном рынке при ценовой дискриминации второй степени;
 - d) на монопольном рынке при ценовой дискриминации третьей степени.
15. Какой из нижеперечисленных рынков будет, скорее всего, олигополией?
- a) самолетов;
 - b) нефти;
 - c) автомобилей;
 - d) Образовательных услуг.

Практическая часть

1. Доход гражданина Степанова составляет 100 руб. Потребительский набор состоит из хлеба и молока. Стоимость хлеба – 5 руб. за килограмм, молока – 10 руб. за литр. Функция полезности Степанова имеет вид $U = X^{1/4}Y^{1/2}$, где X – количество потребляемого хлеба, Y – количество потребляемого молока. Какой товарный набор является оптимальным для Степанова? (4 балла)
2. Производственная функция фирмы имеет вид $Q = 2\sqrt{KL}$. Ставка заработной платы равна 4 руб., норма расходов на капитал – 3 руб. Фирма располагает денежными ресурсами в размере 25 руб. Какое сочетание труда и капитала является оптимальным для фирмы? (4 балла)
3. Производственная функция фирмы имеет вид $Q = 4K^{1/4}L^{1/2}$. Ставка заработной платы равна 10 руб. Норма расходов на капитал составляет 20 руб. Сколько составят затраты фирмы на производство 30 единиц продукции, если она стремится максимизировать выпуск? (4 балла)
4. Функция издержек фирмы имеет вид $TC = \frac{Q^3}{2} - 4Q^2 + 10Q$. При каком объеме выпуска достигается минимум средних издержек? (3 балла)

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеева М. Б., Ветренко П. П.* Теория систем и системный анализ: учебник и практикум. – 1-е изд. – М.: Юрайт, 2020. – 304 с.
2. *Волкова В. Н., Денисов А. А.* Теория систем и системный анализ: учебник. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Юрайт, 2019. – 462 с.
3. *Базылев Н. И.* Микроэкономика : учебное пособие. – М.: Современная школа, 2007. – 288 с.
4. *Борисов Е. Ф.* Экономика : учебник и практикум. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 383 с.
5. *Вечканов Г. С., Вечканова Г. Р.* Микроэкономика : учебное пособие. – 5-е изд. – СПб: Питер, 2017. – 480 с.
6. *Гальперин В. М., Игнатъев С. М., Моргунов В. И.* Микроэкономика: учебник / под общ. ред. В. М. Гальперина. – СПб: Экономическая школа, 2007. – 352 с.
7. *Ильяшенко В. В.* Микроэкономика : учебник. – М.: КНОРУС, 2016. – 288 с.
8. *Корнейчук Б. В.* Микроэкономика : учебник и практикум. – М.: Юрайт, 2016. – 320 с.
9. *Кураков Л. П., Дроздов Н. Н., Игнатъев М. В. и др.* Экономика : учебник для вузов / под общ. ред. Л. П. Куракова. – М.: ИАЭП, 2017. – 752 с.
10. *Гарнов А. П., Хлевная Е. А., Мыльник А. В.* Экономика предприятия : учебник для бакалавров. – М.: Юрайт, 2017. – 303 с.
11. *Дорман В. Н.* Экономика организации. Ресурсы коммерческой организации : учебное пособие для академического бакалавриата ; под науч. ред. Н. Р. Кельчевской. – М., Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 134 с.
12. *Клочкова Е. Н., Кузнецов В. И., Платонова Т. Е.* Экономика предприятия : учебник для прикладного бакалавриата ; под ред. Е. Н. Клочковой. – М.: Юрайт, 2018. – 447 с.
13. *Колышкин А. В.* Экономика предприятия: учебник и практикум для академического бакалавриата; под ред. А. В. Колышкина, С. А. Смирнова. – М.: Юрайт, 2018. – 498 с.

Учебное издание

Шимановский Дмитрий Викторович

Микроэкономическое моделирование и системный анализ

Учебное пособие

Редактор *Л. Л. Савенкова*

Корректор *Л. Л. Соболева*

Компьютерная верстка: *Д. В. Шимановский*

Объем данных 3,23 Мб

Подписано к использованию 01.08.2022

Размещено в открытом доступе

на сайте www.psu.ru

в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр

Пермского государственного

национального исследовательского университета

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15