

Часть вторая

**ЭКОНОМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Все природные ресурсы подразделяются на истощаемые и возобновляемые. Возобновляемые природные ресурсы характеризуются тем, что их запас постоянно воспроизводится. Запас истощаемых ресурсов постоянен во времени и физически возобновляться не может. К возобновляемым природным ресурсам относятся лес, рыбные запасы, воздух, вода, почвы и т.д.; к истощаемым — прежде всего полезные ископаемые.

Строго говоря, это деление очень условно. Возобновляемые природные ресурсы становятся таковыми, если интенсивность их использования не превышает естественный темп их прироста. В противном случае они истощаются так же, как полезные ископаемые. И наоборот, истощаемые ресурсы по сути дела возобновляются в ходе геологоразведочных работ, поскольку на смену уже истощившимся месторождениям в сферу хозяйственной деятельности вовлекаются новые.

С целью упростить изложение мы будем придерживаться данной классификации. Рассмотрим, что означает устойчивое природопользование и каков оптимальный путь использования природных ресурсов.

Среди возобновляемых природных ресурсов мы выделяем три группы, первая из которых возобновляется автономно, т.е. практически независимо от деятельности человека, если только не превышены некоторые объемы нагрузки. При превышении нагрузки ресурс может быть уничтожен в результате сверхэксплуатации, и такой эксплуатации мы просто не будем касаться. В качестве примера подобного ресурса мы рассмотрим земельные ресурсы, хотя и не будем рассматривать в явном виде процесс биологического восстановления плодородия почв.

Во вторую группу воспроизводимых ресурсов мы включаем ресурсы, возобновление которых происходит на протяжении очень

длительного периода времени. С точки зрения экономики этот период возобновления можно считать бесконечным. К таким ресурсам прежде всего относится лес, возобновление которого может занимать столетие, в чем он схож с невозобновимыми минеральными ресурсами. Однако есть одна интересная особенность. Как уже указывалось, минеральные ресурсы могут возобновляться путем геологоразведки. Но в силу естественной неопределенности результаты имеют вероятностный характер.

С лесными же ресурсами дело обстоит иначе. Прирост запаса, пригодного к эксплуатации, зависит от того, сколько средств было вложено на закладку новых участков. Здесь можно вложить ресурсы в этом году и получить новый запас в будущем. Напротив, сегодняшние вложения средств в геологоразведку могут дать реальную экономическую отдачу и через 10, и через 15, и через 20 лет, а могут вообще не дать никакой отдачи из-за того, что велика степень неопределенности результатов геологоразведки. Вследствие этого, а также по причине больших лагов запаздывания экономисту очень трудно учитывать затраты на вовлечение ресурса в расчеты. Практики нашли достаточно простой путь, который хотя и не является столь красивым с точки зрения теории, зато обеспечивает устойчивое воспроизводство этих ресурсов на протяжении долгого периода времени. Для лесных ресурсов существует расчетная лесосека, т.е. тот объем заготовки леса, который вы не можете превысить в каждый конкретный момент времени. Существуют обязательства лесозаготовителей выращивать новый лес взамен срубленного. В таком случае с точки зрения экономиста задача трансформируется в статическую: вы ищете оптимальный объем заготовок леса с учетом ограничений на расчетную лесосеку (т.е. решаете обычную статическую задачу).

Конечно, может быть поставлена и динамическая задача, а именно: рациональным образом распределить во времени расчетную лесосеку. Так, если вы ожидаете рост цен на древесину, то вы можете приостановить заготовку леса сегодня с тем, чтобы больше заготавливать в будущем. Здесь принципы определения стратегии те же самые, что и в случае минеральных ресурсов.

Что касается минеральных ресурсов, то и здесь существуют специфические требования к осуществлению геологоразведки и воспроизводству запасов. Это обеспечивает поддержание минерально-сырьевой базы на определенном уровне.

Относительно леса экономисты понимают, что последствия вмешательства в реальный природный процесс столь отдаленны и неопределенны, что просто нет смысла учитывать их в своих расчетах. Предположим, мы решаем вопрос: целесообразно ли нам затратить средства сейчас, чтобы вырастить 1 м³ древесины через 100 лет. При

цене 100 ам. долл. за 1 м³ и норме дисконта 0,05, что считается очень низким показателем, доход от этого кубометра через 100 лет будет практически равен нулю, что препятствует выработке стратегии на столь отдаленную перспективу.

Наконец, существует третья группа ресурсов, процессы воспроизводства которых происходят достаточно быстро, а человеческая деятельность может реально и активно повлиять на них как в отрицательном, так и в положительном смысле. Затраты приносят эффект уже на будущий год, и мы вправе ставить вопрос об их оптимизации, или об оптимальном управлении использованием данного ресурса. Наиболее ярким примером здесь могут служить рыбные ресурсы; поголовье рыбы восстанавливается достаточно быстро, но объемы и темпы восстановления сильно зависят от прошлой деятельности по вылову рыбы. Ценность рассматриваемого вида воспроизводимых ресурсов заключается в том, что водоем сам может воспроизводить рыбу и делать это в отличие от леса достаточно быстро — настолько быстро, что связь между затратами и последовавшими за ними результатами не теряется, а наоборот, может быть прослежена и учтена в процессе управления использованием ресурса.

Итак, уточним логику данного раздела. Мы начнем анализ с невозпроизводимых ресурсов и на примере минерального сырья определим стратегию оптимального использования этого ограниченного ресурса за весь период его эксплуатации, считая, что объем запасов задан и не пополняется.

Затем мы перейдем к возобновимым ресурсам и рассмотрим несколько важных факторов, связанных с процессом их возобновления. Мы начнем с рыбных ресурсов и проанализируем процессы возобновления как таковые, чтобы понять их экономическую ценность. Потом мы абстрагируемся от биологических процессов возобновления, считая, что мы учли их, определив ограничения на процесс эксплуатации природного ресурса. Более подробно мы остановимся на вопросе о том, как должна устанавливаться интенсивность эксплуатации подобных ресурсов, формироваться стратегия освоения новых природных объектов и изменения технологий. Здесь мы будем базироваться на изучении земельных ресурсов.

Наконец, когда мы будем говорить о лесных ресурсах, представляющихся экономисту чем-то средним между возобновимыми и невозобновимыми ресурсами, мы обратим особое внимание на анализ прикладных проблем и не будем очень углубляться в теорию. В этом же разделе мы рассмотрим специфику использования водных ресурсов, а также способности окружающей среды восстанавливаться и нейтрализовывать загрязнители, т.е. ее ассимиляционный потенциал.

Глава IV

ИСТОЩАЕМЫЕ РЕСУРСЫ

1. ТЕОРИЯ ИСТОЩЕНИЯ

Конечно, возможности природной среды не безграничны. Обрабатывая наиболее дешевые месторождения, т.е. рудные тела, богатые полезными компонентами, мы тем самым неизбежно предопределяем тот факт, что в будущем столкнемся с более сложными горно-геологическими условиями эксплуатации природных источников. Общество будет вынуждено перемещать ресурсную базу в экологически уязвимые районы с экстремальными социальными условиями, не обеспеченные инфраструктурой, удаленные от перерабатывающих центров. Все больше средств придется затрачивать на обогащение и передел добываемой руды, поскольку наблюдается тенденция падения бортового содержания полезных компонентов, и в хозяйственный оборот вовлекаются все более бедные металлом руды. Подобные примеры могут быть обнаружены и в других сферах природопользования, но минерально-сырьевой сектор может служить наиболее яркой и наглядной иллюстрацией. Вот почему в литературе речь велась о минеральных ресурсах как о ресурсах истощаемых.

Надо сказать, что в зарубежной экономической литературе проблемы истощаемых ресурсов рассматриваются довольно давно. Начало систематизированным исследованиям положила работа Г. Хотеллинга «Экономика истощаемых ресурсов» (Hotelling H. The Economies of Exhaustible Resources//Journal of Political Economy. 1931.

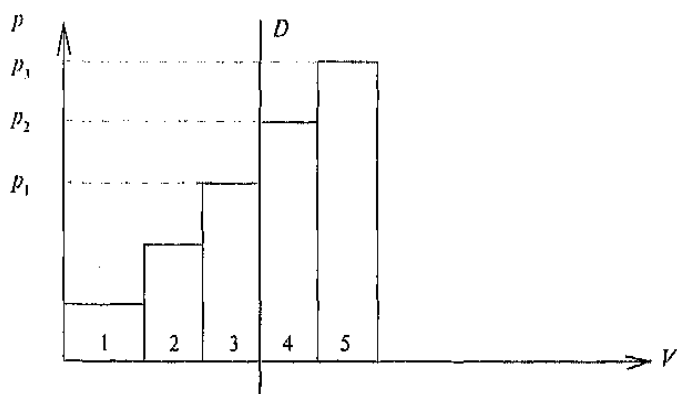


Рис. 4.1. Процесс эксплуатации минеральных ресурсов.

D — спрос на сырье.

Vol. 39. N 2. P. 137-175), В ней были сформулированы основные проблемы, связанные с теорией и практикой использования невозобновимых ресурсов. Идеи Г. Хотеллинга получили развитие в работах его последователей.

На рис. 4.1 показаны эксплуатационные издержки по различным месторождениям (на каждом из них добывается одинаковое количество природного сырья, равное V).

Предположим, что потребность в сырье постоянна и составляет $3V$. Вначале мы эксплуатируем месторождения с первого по третье, и цена устанавливается на уровне p_1 . Затем из-за того, что первое месторождение истощилось, мы вынуждены перейти на четвертое, и цена природного сырья увеличивается до p_2 (из-за сдвижки эксплуатационных издержек влево). Если добыча природного сырья прекратится и на втором месторождении, то цена увеличится до p_3 . Этот пример иллюстрирует, как наиболее дешевые месторождения вытесняются более дорогими.

Конечно, спрос на природное сырье может сокращаться при увеличении цены. На рис. 4.1 представлена ситуация, когда спрос на природное сырье не эластичен. Потребность в нем составляет $3V$ и не меняется независимо от цены на природное сырье.

Приведем еще один пример. Издержки по добыче природного сырья задаются непрерывной функцией, а ухудшение условий его

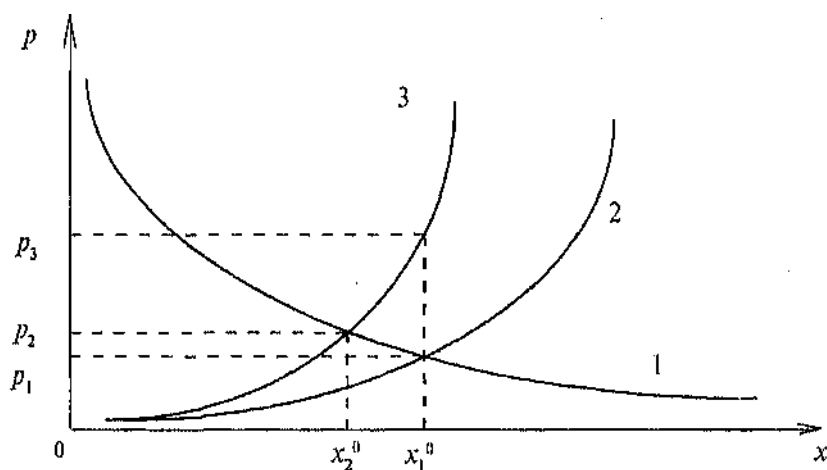


Рис. 4.2. Ухудшение условий эксплуатации.

1 — кривая спроса; 2 — кривая предельных затрат на добычу природных ресурсов;
3 — кривая предельных затрат, изменившаяся из-за истощения более дешевых месторождений.

эксплуатации отражается на виде этой функции. Кривая спроса считается неизменной (рис. 4.2).

В базовый момент времени оптимальный объем добычи был равен x_1^0 , и цена на природное сырье установилась на уровне p_1 . Затем в результате роста издержек по добыче сырья оптимальная точка переместится в x_2^0 , а цена возрастет до уровня p_2 . Если бы спрос был не эластичным, то цена возросла бы до уровня p_3 .

После вводных замечаний необходимо перейти к более глубокому изучению вопросов использования ресурсов. Для этого воспользуемся несложной моделью.

У нас имеется некоторый ресурс, запасы которого ограничены и составляют Q . В течение периода времени $0, \dots, T$ мы не будем обладать его заменителем. Поэтому потребление данного ресурса целесообразно растянуть на период $0, \dots, T$. Отвлечемся пока от затрат по добыче и предположим, что задача сводится к выбору стратегии продажи имеющихся ресурсов. Потребители получают эффект от его использования, оцениваемый по формуле $U(C_t)$ — доход от потребления ресурса в объеме C_t в году t .

Запишем простую модель:

$$\sum_{t=0}^T U(C_t)(1+E)^{-t} \rightarrow \max \quad (4.1)$$

$$\sum_{t=0}^T C_t \leq Q \quad (4.2)$$

$$C_t \geq 0, t = 0, \dots, T \quad (4.3)$$

Выписав для задачи (4.1) - (4.3) функцию Лагранжа и продифференцировав ее, можно получить условия оптимальности (4.4):

$$\frac{\partial U(C_t)}{\partial C_t} (1+E)^{-\lambda} = \lambda \text{ при } C_t \geq 0 \text{ } t=0, \dots, E \quad (4.4)$$

Соотношения (4.4) задают значение оценки данного ресурса в каждом году рассматриваемого нами периода. Его оценка растет пропорционально дисконту, в чем легко убедиться, переписав (4.4) по-другому:

$$\frac{\partial U(C_t)}{\partial C_t} = \lambda(1+E)^{-\lambda} \quad (4.5)$$

Это означает, что потребление данного ограниченного ресурса по годам было бы распределено таким образом, чтобы потери полезности из-за резервирования ресурса были компенсированы приростом его ценности во времени. Одна тенденция уравнивает другую. В этом случае и потребитель, и продавец ничего не теряют.

Отношение оценок ресурсов задает динамику цен на них. Так, например, $p_t = p_0 (1+E)^t$, где p_0 - цена в начальный период времени, а p_1 — в следующий период. За один временной интервал цена возрастает на E . В общем виде можно записать следующее соотношение:

$$p_{t+1} = p_t(1+E) \quad (4.6)$$

Обладатель ресурса, придержав его, теряет на том, что ресурс обесценивается, однако растет и цена. Это компенсирует обесценивание ресурса. Уравнение (4.6) названо уравнением Хотеллинга по имени ученого, который впервые вывел его. Но он вывел его для непрерывного случая, мы же приводим дискретный аналог уравнения.

Если учитывать затраты по добыче минеральных ресурсов, то уравнение (4.5) необходимо преобразовать следующим образом:

$$\frac{\partial U(C_t)}{\partial C_t} - \frac{\partial F(C_t)}{\partial C_t} = \lambda(1+E) \quad (4.7)$$

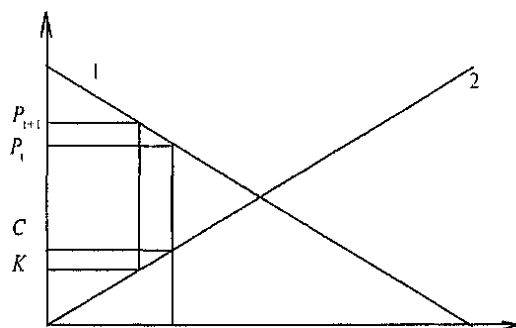


Рис. 4.3. Рост рыночной цены природного ресурса.

$P_t C = \lambda_t$; $(P_t + I)K = \lambda_t(1 + E)$; функция 1 — это функция спроса на природное сырье $\frac{\partial UC_t}{\partial C_t}$ функция 2 — это кривая предельных затрат на его добычу; P_t — рыночная цена в году t ; $P_t + I$ — рыночная цена в следующем году.

Здесь $\frac{\partial FC_t}{\partial C_t}$ — это предельные затраты на добычу минерального

сырья в году t в объеме C_t .

Ценность природного ресурса как такового, определяемая разницей между доходами от его использования и затратами на его добычу, возрастает во времени темпом $(1 + E)$.

Как ведет себя рыночная цена? Она может возрастет медленнее — все зависит от вида функции предельных затрат. Цена в году t , равная предельному доходу от потребления ресурса $\frac{\partial UC_t}{\partial C_t}$

равна сумме оценки природного ресурса $\lambda(1 + E)'$ и предельных затрат на его добычу. Эта цена растет темпом, равным дисконту, только в том случае, если предельные затраты линейны. В другом случае рост цены на природный ресурс меньше. Это видно из рис. 4.3.

Пока мы рассматривали как бы одно месторождение полезных ископаемых. На самом деле на практике одновременно эксплуатируются различные месторождения, характеризующиеся разными условиями залегания природного сырья, по-разному расположенные и т.д. Соответственно затраты на эксплуатацию не совпадают, а значит рентная оценка единицы запасов минеральных

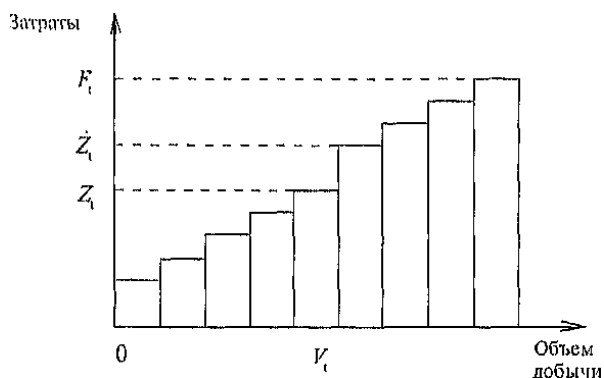


Рис. 4.4. Пример образования обратной связи между разновременными затратами.

V_t — объем добычи в году t ; Z_t — предельные затраты года t ; $\dot{Z}_t$ — динамическая состоящая из затрат года t ; F_t — замыкающие затраты года t , рассчитанные с учетом динамической ренты.

ресурсов, дифференцированная по месторождениям, остается неизменной на протяжении всего рассматриваемого периода. Вполне естественно, что сначала в сферу хозяйственной деятельности вовлекаются наиболее эффективные месторождения с относительно более высокими оценками запаса. Затем, по мере их исчерпания, осуществляется переход к менее продуктивным источникам сырья.

Рис. 4.4 иллюстрирует данную последовательность, которая, как правило, не нарушается, что подтверждает анализ статистических данных. Рост текущих цен на природное сырье постоянно открывает новые возможности для вовлечения забалансовых месторождений. Однако это лишь одна из возможных последовательностей вовлечения источников природного сырья в сферу хозяйственной деятельности. Учет долгосрочных внутри- и межотраслевых изменений позволяет выявить мотивы нарушения описанной выше последовательности, которая на первый взгляд кажется вполне естественной.

Представим себе, что цены рассчитаны с учетом динамической ренты. Тогда в каждый момент $t \in [0, T]$ будет окупаться эксплуатация любого из месторождений, задействованных в динамическом оптимальном плане. Поэтому, вообще говоря, все рав-

но, когда использовать месторождение i — в начале или в конце планового периода. В таких условиях вполне возможно нарушение стратегии вовлечения источников природного сырья в порядке возрастания эксплуатационных издержек.

Регулирование последовательности вовлечения месторождений позволяет получить ряд косвенных эффектов. Например, учитывая неравномерную нагрузку на инвестиционный комплекс, освоение дорогостоящих месторождений можно приурочить к тем периодам, когда инвестиционные ресурсы наименее лимитированы. В периоды повышенного спроса на инвестиционные ресурсы целесообразно вовлекать более дешевые месторождения.

Возникает вопрос: до каких пределов могут возрасти цены на природное сырье, если его оценка будет рассчитана с учетом динамической ренты? Это не только интересно с точки зрения теории, но важно и для практических целей. Нужно прямо сказать, что построенные на имеющейся в настоящий момент информации модели формирования динамической ренты не отличаются высокой точностью. Поэтому хотелось бы на основе содержательных соображений указать, пусть весьма приблизительно, границы, в которых лежит истинное значение рентной оценки. Для взаимозаменяемых ресурсов такая возможность существует.

Запишем следующую модель:

$$\sum_t^T [u(C_t) - F_t^0(x_t^0) - F_t^z(x_t^z)](1+E)^{-t} \rightarrow \max \quad (4.8)$$

$$C_t \leq x_t^0 = x_t^z \quad (4.9)$$

$$\sum_t^T x_t^0 \leq V \quad (4.10)$$

$$C_t \geq 0; x_t^0 \geq 0; x_t^z \geq 0; t = 0, 1, \dots, T \quad (4.11)$$

где $F_1^0(x_1^0)$ — затраты на добычу природного сырья в объеме x_1^0 в год; $F_1^z(x_1^z)$ — затраты на производство заменителя природного сырья в объеме x_1^z в год t .

Из условий оптимальности легко получить следующее соотношение:

$$\frac{\partial F_t^z(x_t^z)}{\partial x_t^z} - \frac{\partial F_t^0(x_t^0)}{\partial x_t^0} = \lambda(1+E) \quad (4.12)$$

Это равенство означает, что динамическая оценка месторождения показывает относительную экономию, которую дает его эксплуа-

тация по сравнению с развертыванием производства синтетического заменителя.

$$\frac{\partial F_t^z(x_t^z)}{\partial x_t^z} \geq \frac{\partial F_t^0(x_t^0)}{\partial x_t^0} = \lambda(1 + E), \quad (4.13)$$

где λ — двойственная оценка ограничения (4.10).

Неравенство (4.13) означает, что предельные затраты на природное сырье, рассчитанные с учетом динамической ренты, не превышают издержек по производству адекватного заменителя. Поэтому, например, для ориентировочных оценок месторождений нефти можно пользоваться расчетным уровнем затрат на производство синтетических моторных топлив, а не предполагаемыми предстоящими издержками по добыче нефти в районах нового освоения.

Полученные выводы означают также, что оценка ресурсов, находящихся на грани исчерпания, не может возрастать беспредельно, так как всегда найдется способ либо заменить природный ресурс, либо изменить структуру потребления, что можно рассматривать как косвенный способ замещения природного сырья.

Теперь рассмотрим соотношение статической и динамической рент. Создается впечатление, что оценка месторождения i в момент t складывается из двух основных составляющих $\dot{R}_t^i = Z_t - Z_i$ и R_t^i , где Z_t — предельные затраты в году t ; Z_i — индивидуальные эксплуатационные издержки месторождения i ; $\dot{R}_t^i$ — динамическая составляющая оценки (одинаковая в году t для всех месторождений). R_t^i — «статическая» рента, характеризующая относительные различия месторождений. По мере приближения к моменту T $\dot{R}_t^i$ снижается, а R_t^i возрастает.

Вместе с тем, как уже отмечалось, последовательность вовлечения месторождений в сферу хозяйственной деятельности может отличаться от представленной на рис. 4.4. В этом случае динамика $\dot{R}_t^i$ неоднозначна, да и вообще сам принцип разделения ренты на две составляющих ставится под сомнение.

Наряду с дифференциальной рентой I и дифференциальной рентой II динамическая рента лишь характеризует способ образования рентного дохода, но не является его самостоятельной составляющей.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОГРАНИЧЕННОСТИ

Динамическая ограниченность возникает тогда, когда:
1) освоение ресурса в более поздние периоды времени дает до-

полнительный доход; 2) есть возможность межвременного перераспределения объемов потребления ресурсов; 3) стратегия перераспределения диктуется соображениями экономической целесообразности.

Поясним эти условия. Первое означает: обладатель ресурса ничего не теряет от того, что продает его в следующем году, а не в текущем. Разделив ресурс на две части и продав одну в этом году по цене p , он должен продать другую не дешевле $p(1 + E)$, где E — степень предпочтения потребления во времени (дисконт). Если цена будет ниже указанного уровня, то продавцу нет смысла откладывать реализацию ресурса, так как будущие доходы обесцениваются быстрее, чем растет цена. Если цена окажется выше $p(1 + E)$, то целесообразно сократить продажи в первом году, а во втором продать больше ресурса и т.д.

Таким образом, получается, что цена растет темпом, равным дисконту (вывод Г. Хотеллинга). Она может расти и медленнее или не расти вообще, но соотношение между ней и затратами на добычу минерального сырья (их разница) обязательно будет возрастать тем же темпом. Это показано далее.

Второе условие заключается в следующем. Пусть имеется корзина с ограниченными ресурсами. Безразлично, в какой момент времени и сколько ресурса можно оттуда извлечь. Но что касается месторождений полезных ископаемых, то здесь картина иная. Множество факторов не позволяет вольно распоряжаться объемами добычи в разные периоды времени. Если нас постоянно лимитируют добывающие мощности или транспорт, то динамическая рента может и не возникнуть, поскольку нет возможности, сэкономив ресурс сейчас, т.е. отложив его добычу (мощности диктуют ее оптимальные объемы), реализовать сэкономленную часть позже. Кроме того, скажем, для нефтяного месторождения динамика дебита скважины определяется гидродинамическими законами, по которым оно отрабатывается, и их нарушение ведет к безвозвратным потерям нефти в недрах. Подобных примеров можно привести много. Все они сводятся к тому, что обеспеченность инфраструктурой и имущественным оборудованием по эксплуатации месторождения является тем фактором, от которого зависит возникновение динамической ренты. Она может появиться также при согласованных действиях производителей, регулирующих объемы поставок на рынок и тем самым управляющих ценами.

В абстрактной модели, оптимизируя и объемы добычи, и вложения в имущественные фонды, мы можем добиться того, чтобы соблюдалось оптимальное распределение добычи по годам рас-

смаатриваемого периода. Но на практике, особенно в условиях рынка, когда действует ряд независимых производителей, очень трудно «угадать» стратегию освоения месторождения. Конкретные цели производителей и их экономическое положение заставляют либо держать мощности незагруженными (как делают страны ОПЕК), либо (как происходит у нас) выжимать из земли все, что можно.

Относительно третьего условия следует заметить, что, кроме соображений экономической целесообразности, существует множество других, например, политические (эмбарго на покупку природного сырья), ресурсной безопасности (замораживание собственного месторождения с целью сохранения стратегического запаса ресурса) и т.п. Все это может препятствовать реализации рациональной стратегии освоения месторождения.

Более высокая (по сравнению с экономическим) значимость экологического критерия, желание сберечь окружающую среду накладывают жесткие ограничения на объемы добычи минеральных ресурсов. Они могут оказаться ниже тех, которые соответствовали бы рациональной стратегии обработки месторождения и обеспечивали возникновение динамической ренты. Например, если ресурс приносит доход, превышающий затраты на его эксплуатацию, то этот доход в расчете на единицу погашаемых запасов может оказаться выше удельного значения динамической ренты (также на единицу погашаемых запасов), которая могла бы возникнуть, если бы экологических ограничений не было. Но такой доход правильнее было бы считать оценкой жесткости экологических ограничений. Это не динамическая рента, поскольку доход не связан с полным исчерпанием месторождения.

Как показывал Г. Хотеллинг, наличие несовершенной конкуренции, т.е. существование монополии производителя природных ресурсов, меняет оптимальное решение. Монополия также препятствует возникновению динамической ренты.

Страны ОПЕК руководствовались соображениями максимизации прибыли, которая не являлась для них результатом динамических согласований по времени, хотя наиболее дальновидные члены организации пытались действовать в этом направлении. Однако большинство участников опиралось на текущие интересы и потребности. Они ставили своей задачей получение монопольной прибыли и в конечном счете стимулировали НТП в сфере потребления нефти и нефтепродуктов, чем подорвали основу своего диктата над потреблением. Неурегулированность механизма квотирования вызвала противоречия между членами ОПЕК и сыграла свою роль в войне в Персидском заливе.

3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕССЫ ИСТОЩЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

В реальности существует множество факторов, препятствующих возникновению динамической ренты в сырьевом секторе. Но, помимо этого, положение осложняется, если рассматривать природный ресурс в качестве функционально заменяемого товара с определенными свойствами. Например, потребность в энергии может удовлетворяться как за счет добычи энергоресурсов (нефти, газа, угля и т.д.), обладающих теплотворной способностью, так и путем расширения использования энергосберегающих технологий, выпуска теплоизолирующих материалов, совершенствования транспортного парка, импорта энергоносителей. Так, потребность в металле удовлетворяется добычей и переработкой руд, вторичного сырья, заменой другими материалами, развитием технологий, позволяющих сократить или полностью отказаться от металлопотребления, импорта руды, металла или изделий из него.

Каждый из перечисленных путей имеет свои возможности и ограничения на объем, затраты, побочные эффекты. Их сравнение с помощью рыночных механизмов или на основе экономических расчетов определяет долю каждого в общем объеме обеспечения. При таком подходе природные ресурсы уже нельзя рассматривать изолированно и рассчитывать оптимальный объем производства, исходя из соотношения затрат и результатов только в добывающем секторе.

Даже если соблюдаются все перечисленные в начале данного параграфа условия, тем не менее имеются дополнительные аспекты, противодействующие возникновению динамической ренты. Они связаны с научно-техническим развитием, нарушающим направленность динамики оценки минеральных ресурсов. НТП делает период существования динамической ренты фрагментарным, а то и вовсе не оставляет возможности для ее существования.

Рассмотрим модель, которую использовал Г. Хотеллинг. Он максимизировал суммарный дисконтированный эффект от потребления ограниченного ресурса при условии, что общий объем потребления за время его эксплуатации не превышает его запаса. При этом Г. Хотеллинг не рассматривал затрат на добычу. Надо было только распределить во времени потребление ограниченного ресурса.

На основе анализа ученый установил закономерность изме-

нения цены на минеральное сырье. Цены определяются по формуле:

$$p_t = p_0 e^{\gamma t} \quad (4.14)$$

где p_0 , p_1 — цены на рассматриваемое сырье соответственно в начальный момент времени и в момент t , γ — коэффициент дисконтирования, который в постановке Г. Хотеллинга совпадает с нормой процента.

Таким образом, для одного месторождения с ограниченным запасом ископаемого цены на природные ресурсы растут вместе с темпом роста дисконта.

Позднее в развитие идей Г. Хотеллинга в модели истощаемых ресурсов были включены функции затрат на добычу, зависящие и от накопленного объема добычи. При этом вывод Г. Хотеллинга уже не выполняется в чистом виде, цены увеличиваются темпом несколько меньшим, чем дисконт: на установленную ранее закономерность накладываются закономерности изменения текущих издержек.

Дальнейшее усложнение исходной модели связано с учетом НТП, выражающегося в появлении в определенный момент заменителя сырья, издержки производства которого первоначально превышают цену природного сырья. Однако в отличие от издержек

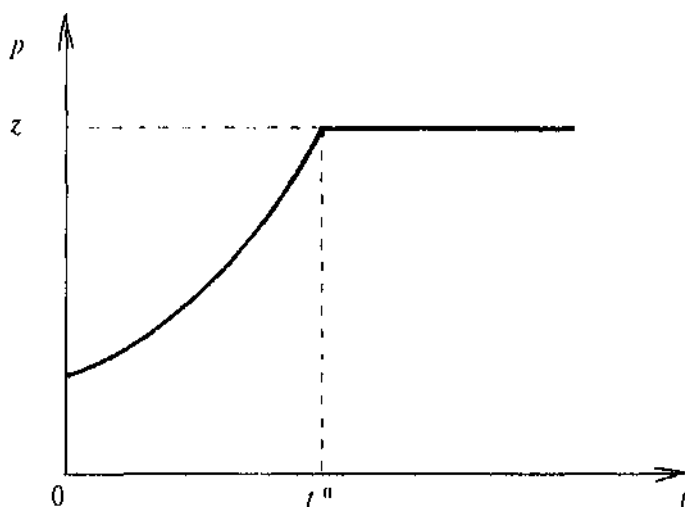


Рис. 4.5. График изменения цены на истощаемое сырье в условиях появления в момент t_0 сырья-заменителя.

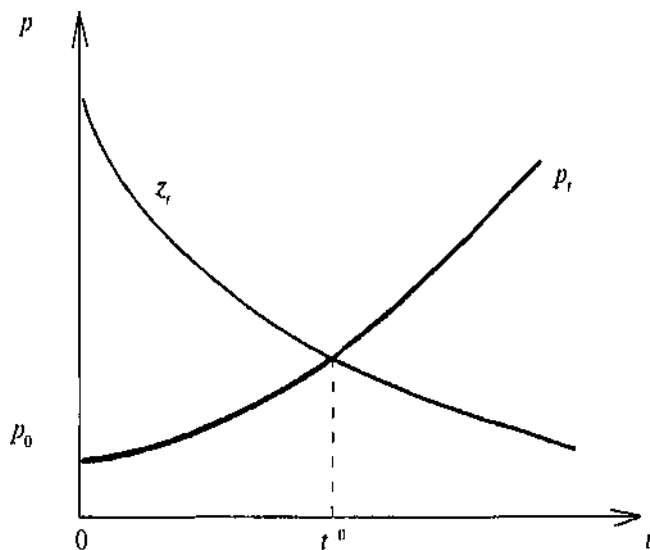


Рис. 4.6. График изменения цены на истощаемое сырье в условиях убывающих затрат на сырье-заменитель.

z_t — функция затрат на сырье-заменитель; p_t — функция цен ограниченного ресурса.

по эксплуатации месторождений, которые в модели растут вместе с ростом накопленного объема добычи, эти затраты постоянны во времени и равны фиксированной величине z . Цена ресурса по-прежнему растет во времени, но ее рост не беспределен. В какой-то момент t , когда цена достигает уровня z_1 , в сферу хозяйственной деятельности вовлекается заменитель, и цены стабилизируются на этом уровне z (рис. 4.5). И эта стабильность проявляется несмотря на то, что продолжается процесс физического истощения природного сырья.

Уяснив важность учета НТП для анализа динамики ограниченности потребления сырья во времени, проанализируем, как влияет на процесс истощаемости изменение затрат на производство сырья-заменителя. Очевидно, что в условиях НТП эти затраты могут снижаться.

На качественном уровне изменение цен на первоначально ограниченный ресурс показано на рис. 4.6. На нем жирной линией обозначена траектория изменения цен на сырье. В момент t сырье-

заменитель становится более эффективным, и цены на сырье падают вместе с уменьшением производственных затрат на него. Разумно предположить, что начальный уровень цен на ограниченное сырье в этом случае является управляющим параметром, который влияет на изменение производственных затрат на сырье-заменитель. При более высоком первоначальном уровне цен на природное сырье переключение на сырье-заменитель идет быстрее, так как уравнивание оценки ограниченности и затрат на заменитель наступает скорее (рис. 4.7).

При наличии исходных цен на ограниченное природное сырье и функции изменения затрат на заменитель z_1 переключение на него происходит в момент t_0 . При назначении исходных цен на уровне p_{01} этот момент сдвигается в точку t_2 . Если имеются стимулы к более быстрому сокращению затрат, которые теперь описываются функцией z_{t1} , то момент переключения оказывается еще более близким — точка t_2 .

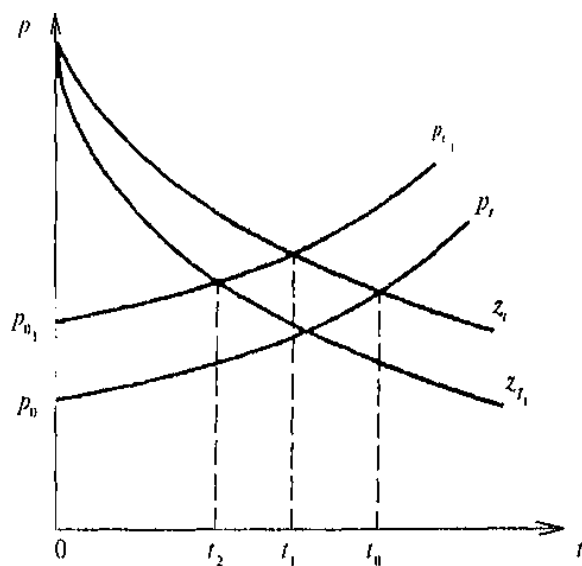


Рис. 4.7. График изменения цены на ограниченное сырье с учетом разного первоначального уровня цен на него.

Таким образом, функция затрат на сырье-заменитель зависит от начального уровня цен на ограниченное природное сырье p_0 . Данное важнейшее соотношение и заставило мировую экономику

быстро приспособиться к росту цен на первичные энергоносители после их залпового повышения странами ОПЕК. Теоретически это обосновывает неизбежность падения не только цен на истощаемое природное сырье в условиях НТП, но и глобальной обеспеченности основными видами минерального сырья.

Таким образом, распространение инноваций видоизменяет структуру и производства, и потребления. Природное сырье вытесняется искусственными аналогами, а вместе с тем меняется значимость потребителей, в удовлетворении потребностей которых оно участвовало. Чем выше начальная степень дефицитности природного сырья, тем больше стимулов к его замещению, что в конечном счете уменьшает степень его ограниченности.

Международное разделение труда значительно сокращает эту ограниченность. Экспорт сырья как один из равноправных путей обеспечения им экономики увеличивает свободу выбора стратегии, особенно в случае свободной конвертируемости валюты. При ее неконвертируемости возникает ряд препятствий, что осложняет реализацию этого пути.

Кардинальные изменения в структуре потребностей и в системе производства происходят в моменты структурных перестроек технологического базиса народного хозяйства. Смена его, как правило, обеспечивает расширение доступа экономики к ресурсам, либо за счет сокращения потребности уменьшает зависимость от них. В период эволюционного развития воспроизводственной структуры степень лимитированности ресурсов может увеличиваться и достигать своего максимума в период кризиса. Возрастание их ограниченности (или рост цен на эти ресурсы) становится внешней причиной кризиса, инициируя структурную перестройку. Яркий тому пример — энергетический кризис начала 70-х годов. Как известно, кризисы повторяются с определенной периодичностью, соответственно с этой же периодичностью то возрастает, то убывает степень ограниченности природно-ресурсного потенциала.

4. ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСТОЩАЕМЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

На стратегию производства минерального сырья влияют многие факторы. Это и флуктуации спроса, и резкое изменение затрат на добычу (увеличение по мере истощения эффективных месторождений или снижение вследствие применения достижений НТП, появление сырья-заменителя или наращивание

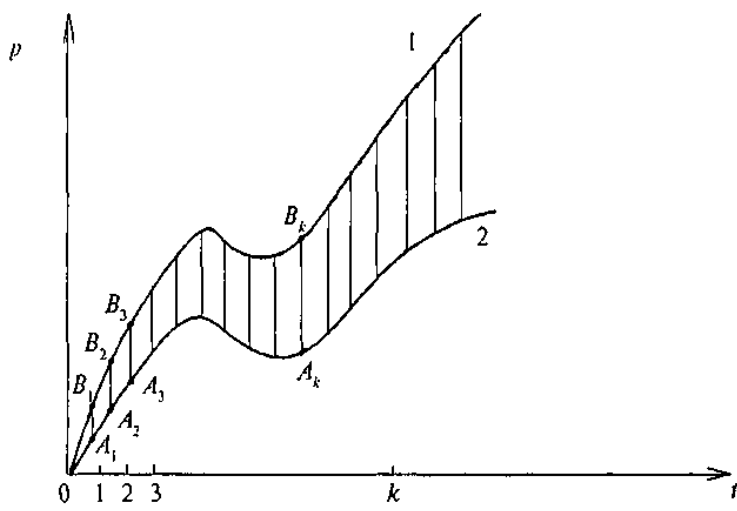


Рис. 4.8. Изменение цены на минеральное сырье в условиях нестабильных предельных затрат на его производство и предельного эффекта от его использования.

1 — функция предельных затрат на производство минерального сырья; 2 — функция предельных эффектов от его использования.

импорта сырья), и значительный прирост запасов. Теоретически все перечисленные факторы можно учесть при построении динамической модели процесса добычи и использования природного сырья, для чего необходимо точно знать или проанализировать с достаточной степенью вероятности предполагаемые траектории их изменения. При этом создаются условия для существования динамической ренты как связующего звена между равномерными затратами и результатами, а движение цен на минеральное сырье подчиняется правилу Г. Хотеллинга. Такая ситуация графически показана на рис. 4.8.

На этом рисунке отрезки $(A_1, B_1), \dots, (A_k, B_k), \dots$ соответствуют уровням цен на минеральное сырье в моменты $1, \dots, k$. Изменение длины данных отрезков подчиняется правилу Г. Хотеллинга, которое соблюдается, если есть возможность заранее учесть все флуктуации функций затрат, спроса, эффекта. Однако ситуация подобного рода практически нереальна. Гораздо чаще мы имеем дело с другими процессами.

1. Непредсказуемость динамики спроса на достаточно длитель-

ный период. Представим себе, что мы следовали стратегии добычи сырья, полученной на основе модели Хотеллинга, функция спроса на это минеральное сырье описывалась траекторией I (рис. 4.9).

Учитывая, что $q_0 + q_1 = V$, где V — объем запаса, $p_1 = e^{\gamma} p_0$ (формула Г. Хотеллинга), можно сделать следующие выводы. В какой-то момент $1 < T$ мы получаем возможность резко уменьшить спрос на сырье (например, использовать технологию, снижающую материалоемкость). Если не предвидеть этого заранее, то на основе модели Хотеллинга можно рассчитать динамический оптимальный план. На протяжении периода $[0, T]$ никаких изменений в сфере потребления сырья, а, следовательно, в ресурсообеспечении, не предполагалось. Но в момент t неожиданно падает спрос на сырье. Мы уже не можем потреблять отпущенную квоту ресурсов столь же эффективно, как в период $[0, t_1]$ использовали часть сырья.

Таким образом, мы оказываемся перед дилеммой: либо все же продавать сырье по цене p_1 , рассчитанной по оптимальному плану, что приведет к недоиспользованию части запаса ($q_1 - q_1$) из-за снижения спроса, либо полностью распродать намеченное к добыче сырье по пониженной цене p_1 , соответствующей видоизменной функции спроса. Это, очевидно, приведет к потере части дохода от продаж в сумме, равной площади $p_1 AB p_1$. (см. рис. 4.9). Ресурс будет использован в сферах, гораздо менее эффективных, чем до момента t_1 .

Следовательно, здесь нельзя говорить о динамической ограниченности ресурса. В первом случае ограниченность в рассматриваемом периоде вообще не возникает, во втором, хотя ресурс и потребляется полностью, это происходит при уменьшающейся во времени эффективности и несоблюдении правила Г. Хотеллинга. А динамическая ограниченность и динамическая рента появляются тогда, когда эффективность потребления ресурса возрастает со временем. Его оценка при этом изменяется по формуле Г. Хотеллинга.

В принципе можно было бы сказать, что динамическая ограниченность и динамическая рента возникают на интервале $[0, t_1]$. Но по теории истощения межвременные связи на отрезке $[0, t_1]$ устанавливаются лишь потому, что мы рассчитывали потребление ресурса на период $[0, T]$. Если бы мы думали иначе или прогнозировали, что в момент t что-то произойдет, то результат расчетов получился бы иным: весь наличный объем ресурса разделился бы на составные части q_0' и q_0'' в другой пропорции, так, чтобы $q_0' + q_0'' = V$, где V — общий объем запаса, и $p_1' = e^{\gamma} p_0'$ по формуле Г. Хотеллинга.

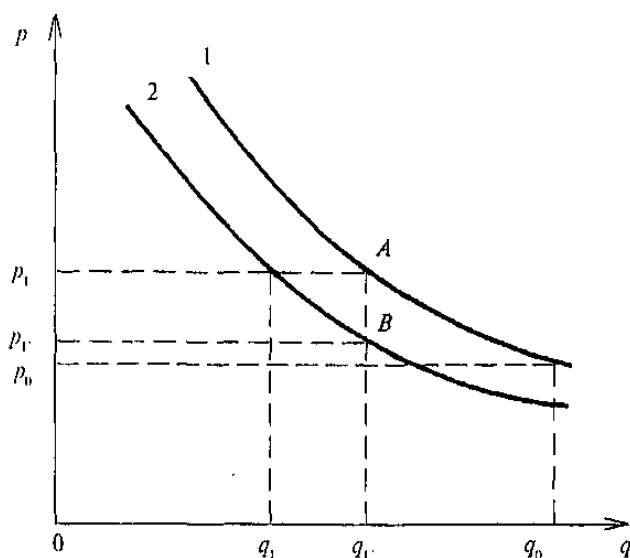


Рис. 4.9. Варьирование цены на минеральное сырье в условиях непредсказуемости динамики спроса на него.

p — цены на минеральное сырье; q — объем погашаемых запасов; l — функция спроса на сырье в момент t_1 ; 2 — функция спроса на сырье и момент t_2 ; q_0, q_1, p_0, p_1 — элементы динамического оптимального плана погашения запасов сырья в момент 0 и 1 соответственно.

2. Неопределенность объема располагаемого ресурса. Очень легко записать в модели ограничения на общий объем имеющегося ресурса, но в реальности из-за вероятностного характера процесса вовлечения минерального сырья трудно сказать, каким именно объемом ресурса мы располагаем. Новые технологии добычи и переработки сырья, вовлечение вторичных ресурсов также расширяют ресурсную базу, и не всегда возможно предугадать момент расширения сырьевого потенциала. Эту ситуацию так же можно проиллюстрировать графически (рис. 4.10). В некоторый момент времени t_1 объем запаса неожиданно расширяется на величину $\Delta V = q_{1'} - q_1$. При этом повторяется дилемма прошлой постановки. Следование динамическому оптимальному плану приведет к недоиспользованию сырья в объеме ΔV и исчезновению феномена ограниченности, а расширение ресурсного потенциала вызовет снижение цены до уровня p_1 и недополучение прибыли. Цены p_1 не

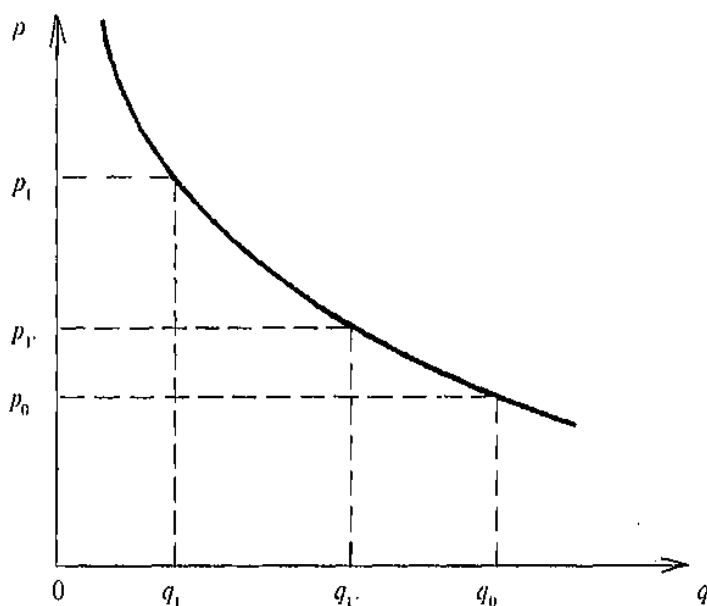


Рис. 4.10. Варьирование цены на минеральное сырье в условиях неопределенности объема располагаемого ресурса.

Обозначения те же, что и на рис. 4.9.

соответствуют оптимальному уровню, рассчитанному с помощью формулы Г. Хотеллинга. Если бы мы предвидели это изменение запаса, то по-другому распределили бы потребление ресурса. Но мы не знали о том, что произойдет и момент t_1 , и рассчитали оптимальный план, исходя из имеющейся информации.

Таким образом, динамическая рента, обусловленная наличием межвременной взаимосвязи затрат и результатов добычи и использования ограниченных ресурсов, существует в теории, хотя на практике не может быть отслежена. Ее возникновению противодействует множество факторов, препятствующих реальному проявлению теории Г. Хотеллинга о процессах истощаемости. Она может быть применена лишь при проектировании оптимальной системы отработки отдельного месторождения или их изолированной группы.

Большое значение в исследовании процессов истощаемости имеет учет ограничений на имеющиеся мощности и экологию. Если

эти две группы ограничений эффективны, то характер рассматриваемого процесса изменяется в корне. Жесткость экологических ограничений (нехватка территорий под отвалы, строгие нормы выбросов вредных веществ) препятствует выходу добывающих и перерабатывающих производств на ограничения по запасам. Подобным же образом лимитируют производственные мощности: даже если оконтурено большое месторождение, а необходимое производственное оборудование и инфраструктура не могут быть установлены и сооружены в оптимальные сроки, то этот запас невозможно выработать согласно основным положениям теории истощения Хотеллинга.

Процесс истощаемости и интенсивности появления новых замещающих ресурсов, новых технологий, использования возможностей импорта зависит от того, как формируется система ограничений при выработке стратегии потребления ограниченного природного сырья. Попытки применить аппарат динамического ренты связаны с тенденцией к регулированию производства природного сырья для предотвращения быстрого истощения. Они были предприняты специалистами, позволив прогнозировать рост затрат на добычу, но не из динамического оптимального плана, а исходя из ситуации и наших базовых отраслей.

5. СООТНОШЕНИЕ ДОБЫВАЮЩИХ И ОБРАБАТЫВАЮЩИХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ИСТОЩЕНИЯ

Учет в оптимизационных расчетах вложений в НТП, ресурсосбережение, развитие несырьевых экспортных отраслей, обустройство новых месторождений — задачи более широкие. Они предполагают сбалансированное развитие экономики на всем ее ресурсном основании на базе рациональной стратегии вложений в добывающий и обрабатывающий сектора.

Рассмотрим поставленную проблему сначала на модельном уровне. Для простоты возьмем статический случай. Пусть все инвестиции K распадаются на две части: K^1 — для финансирования обрабатывающих отраслей и K^2 — на финансирование добычи природного сырья. Сама добыча R зависит от K^2 , а целевая функция потребления максимизируется для всех положительных R и K^1 .

Запишем модель:

$$U(R, K^1) \rightarrow \max \quad (4.15)$$

$$R \leq R_0 + V(K^2) \quad (4.16)$$

$$K^1 + K^2 < K \quad (4.17)$$

$$R \geq 0, K^1 \geq 0, K^2 \geq 0, \quad (4.18)$$

где R_0 — начальный объем добычи, а $V(K^2)$ — функция прироста добычи в зависимости от объема инвестиций в нее K^2 .

Из условий оптимальности после несложных преобразований получаем:

$$\frac{\frac{\partial u(R, K^1)}{\partial K^1}}{\frac{\partial u(R, K^1)}{\partial R}} = \frac{\partial u(K^2)}{\partial K^2} \quad (4.19)$$

или

$$\frac{\partial R}{\partial K^1} = \frac{\partial V(K^2)}{\partial K^2} \quad (4.20)$$

Таким образом мы теперь имеем важный вывод о том, что в оптимальной (с точки зрения получения максимального эффекта в потреблении) ситуации норма замещения добычи минерального сырья на вложения в обрабатывающую промышленность равна предельной отдаче вложений в добычу. Перепи-

сав (4.19) иначе, получим: если $\frac{\partial u(R, K^1)}{\partial R}$ — оценка p_k минераль-

ного сырья, то $\frac{\partial u(R, K^1)}{\partial K^1} = \frac{\partial V(K^2)}{\partial K^2}$.

Это означает прирост критерия общественной полезности при увеличении вложений в добычу, и потому из данной постановки не следует заранее установленный приоритет какой-то определенной сферы вложений капитальных ресурсов.

Если усложнить задачу и рассмотреть ее в динамическом аспекте с учетом наличия ограниченного запаса сырья, то модель можно переписать так:

$$u(R_t, K_t^1)(1+E)^{-t} \rightarrow \max \quad (4.21)$$

$$R_t \leq R_{t-1} + V_t(K_t^2) \quad (4.22)$$

$$K_t^1 + K_t^2 \leq K \quad (4.23)$$

$$\sum_{t=0}^T V_t(K_t^2) \leq V \quad (4.24)$$

$$R_t \geq 0, K_t^1 \geq 0, K_t^2 \geq 0 \quad (\forall t \in [0, T]) \quad (4.25)$$

Все обозначения сохранены; V — ограничение на объем запаса; E — коэффициент дисконтирования.

Если $\lambda_1, \lambda^2, \lambda^3$ — двойственные переменные к ограничениям (4.22)-(4.24), то после несложных преобразований имеем:

$$\frac{\partial u(R_t, K_t^1)}{\partial K_t^1} = \left\{ \frac{\partial u(R_t, K_t^1)}{\partial R_t^1} - \lambda(1+E)^t \right\} \frac{\partial V_t(K_t^2)}{\partial K_t^2} \quad (4.26)$$

Если ограниченность в динамике не достигается и $\lambda_3 = 0$, то задача сводится к предыдущей. Когда ограничение (4.24) выполняется как равенство и $\lambda_3 > 0$, тогда частная эффективность вложений в обработку и оптимальном плане ниже, чем частная отдача от вложений в добычу. Разница в частных отдачах равна оценке динамической ограниченности:

$$\lambda_3(1+E)^t \frac{\partial V_t(K_t^2)}{\partial K_t^2} \quad (4.27)$$

Это означает, что пропорция между вложениями в обработку и добычу смещается в сторону обработки по сравнению с предыдущим случаем. Тем самым допускаются вложения в обработку, которые имеют более низкую эффективность по сравнению с инвестициями в добывающий сектор.

Более низкий норматив отдачи для добывающих отраслей означает, что вложения туда более приоритетны, так как на самом деле они имеют «внешний» эффект, который компенсирует относительно низкую прямую отдачу, как следует из (4.26). Это — эффект сбережения сырья, который является внешним для обрабатывающих отраслей.

Сделанные выводы особенно важны потому, что Г. Хотеллинг в своей теории истощения исходил из фиксированной воспроизводственной структуры и ограниченного ресурсного основания. Если дополнительно учитывать политические и экологические факторы, то баланс нарушается, может возникнуть структурный кризис (типа энергетического кризиса начала 70-х годов). Ситуация находит свое разрешение в структурной перестройке экономики при рациональном сочетании вложений в добычу, переработку и потребление. Когда нарушается разумное сочетание затрат, возникают негативные эффекты: ускоренное истощение месторождений, утрата части природно-ресурсного потенциала.

Вообще говоря, это не истощение в собственном смысле слова, а полное отсутствие рационального соотношения добывающей и обрабатывающей промышленности (одна часть средств не доходит до производства, а другая зарывается в землю).

6. ПРОБЛЕМЫ ИСТОЩЕНИЯ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В РОССИИ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

В западной экономике благодаря хорошо развитой кредитной системе инвестиции распределяются более или менее свободно, что позволяет выбрать наиболее эффективные направления их использования. Единственное препятствие — иммобильность ресурсов. У нас к ней добавляется еще и институциональная иммобильность ресурсов. На процессы перераспределения капитальных ресурсов, как показано на рис. 4.11, влияет ряд факторов.

На инвестиционный блок воздействуют состояние добывающего сектора, цены, спрос. В соответствии с этими факторами капитальные ресурсы идут прямо в добывающий сектор и НТП, позволяющий сократить потребление природного сырья.

В российской экономике влияние факторов спроса и цены как на добывающий сектор, так и на распределение инвестиций практически нулевое. Добыча пока мало связана с ценой вследствие высокой инерционности добывающего сектора. В свою очередь цены не влияют и на потребителя минерального сырья: используемые технологии традиционно ресурсоемки, а при неприменении закона о банкротстве растут взаимные неплатежи, не стимулируются ресурсосбережение и реализация новых технологий. Даже если цены повышаются и становятся довольно высокими, потребители полу-

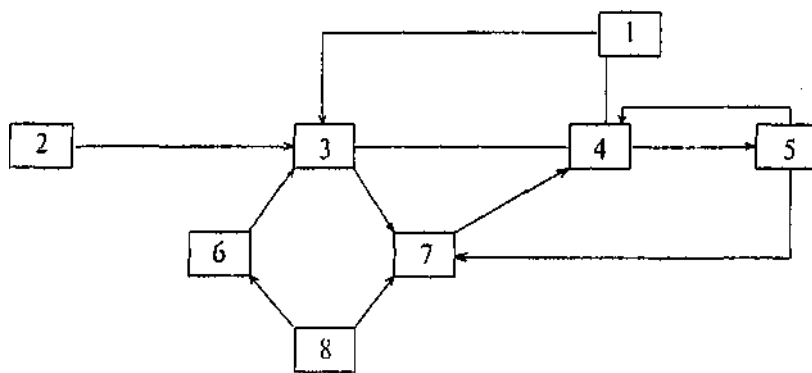


Рис. 4.11. Факторы, влияющие на процессы перераспределения капитальных ресурсов.

1 — цена; 2 — импорт; 3 — спрос; 4 — добыча; 5 — истощение; 6 — инновации;
7 — традиционные инвестиции; 8 — капитальные ресурсы.

чают компенсацию у государства или через своих потребителей, создавая инфляционные импульсы. Простое повышение цен здесь ничего не решает. Если ресурсы будут истощаться, а цены подниматься, то положение не изменится. Поэтому фактор НТП тоже не может управлять спросом на природное сырье, и, следовательно, влиять на минерально-сырьевой сектор (МСС).

Итак, в российской экономике процесс истощения природных ресурсов никак не увязывается с теорией Г. Хотеллинга, хотя формально он имеется. Эта теория основана на предпосылке рациональности поведения контрагентов на рынке; наши же товаропроизводители, с его точки зрения, ведут себя иррационально.

Западный же рынок не соответствует построениям Хотеллинга по другой причине. Постоянные флуктуации структуры потребления сырьевых ресурсов, НТП, гибкая внешнеторговая политика видоизменяют процесс истощения.

В научных работах были исследованы критерии, характеризующие тенденции изменения издержек на добычу сырья относительно роста добычи, ВВП и т.п. На основе статистических данных, начиная с 1870 г., выявлено стабильное сокращение относительных издержек на добычу. Статистический аппарат позволил сделать исследователям следующие выводы: НТП, замещение ресурсов, активная экспортная политика в рационально организованной экономике сдерживают процесс истощения, что опровергает гипотезу об увеличении экономической ограниченности естественных ресурсов с ростом производства.

С 80-х годов нашего столетия страны Запада развивали результаты большой структурной перестройки 70-х годов. Возрос объем третичного сектора, особенно в экономике США. Намечается тенденция превращения отдельных стран в «производителей знаний», что вслед за традиционными отраслями может потеснить и высокие технологии. Резко повысилась роль экологических критериев при размещении производства. Все это снижает потребность в природном сырье, переносит центр его потребления в «третий мир».

Россия по-прежнему остается одним из крупнейших и мире центров производства и потребления сырья. В связи с этим необходимо рассмотреть возможную стратегию использования страной своей минерально-сырьевой базы. Как известно, по запасам основных видов сырья Россия занимает первое или одно из первых мест в мире. Вместе с тем экстенсивное развитие горнодобывающего комплекса в течение нескольких последних десятилетий привело к ускоренному росту затрат, вызванному истощением наиболее богатых и удобно расположенных месторождений. Освоение новых объектов со значительно более высокими затратами застав-

ляет привлекать в данную сферу все большую часть производственных ресурсов, и это является одной из главных причин тяжелейших структурных диспропорций нашей экономики.

Следует ли при определении объемов добычи пользоваться инструментарием Г. Хотеллинга и если да, то в какой степени и для каких объектов?

Прежде всего зададимся вопросом: почему при самых больших в мире объемах производства основных видов сырья и сравнительно небольшом ВВП (по разным оценкам — до 20% ВВП США) страна испытывает сырьевой голод? Ответ кроется в специфической структуре постсоветской экономики, которая характеризуется гипертрофированным развитием производственной, прежде всего промышленной, деятельности, подавленным и деградирующим состоянием потребительского сектора и непродуцированной сферы.

Не лишено оснований мнение, что современный этап экономического развития России представляет собой индустриальную фазу, характеризующуюся накоплением производственного аппарата, — фазу, которую Запад прошел несколько десятилетий назад. Однако ни до-, ни послевоенная западная статистика не дает сколько-нибудь близких примеров подобного преобладания промышленного производства над другим и сферами экономики, как в России.

Оставляя в стороне причины возникновения и вопросы целесообразности такой структуры, коснемся только ее влияния на потребление природных ресурсов. Общеизвестно, что в последние два десятилетия и без того высокая энергоемкость ВВП постоянно росла, тогда как в промышленно развитых капиталистических странах она снижалась. В частности, этот показатель в Японии в 1985 г. был почти в 2,5 раза ниже, чем в СССР, а в Западной Европе — в 3,5 раза ниже.

Причиной такого положения было последовательное наращивание энергоемких производств тяжелых отраслей промышленности, которое остановлено, может быть, только в последние годы вследствие общеэкономического кризиса. Хотя нельзя быть полностью уверенным в переломе тенденции.

Как же влияет сложившаяся структура экономики на потребление природных ресурсов? Согласно данным межотраслевого баланса США, коэффициент полной энергоемкости сферы услуг там в 2 раза ниже, чем машиностроения, в 2,7 раза — сельского хозяйства, в 4,3 раза — металлургии и химии, почти и 20 раз — энергетики. В целом коэффициент полной энергоемкости непродуцированной сферы в США в 3 раза меньше, чем производственной.

Разные источники свидетельствуют об идентичности показателей энергоемкости России и США по металлургии, химии, машиностроению, целлюлозно-бумажной промышленности. Это подтверждает мнение о возможности энергосбережения (а с ним — экономии и сопутствующих ресурсов) при приближении структуры экономики РОССИИ к американской.

В соотношении других природных ресурсов достаточно характерен пример металлопотребления. По подсчетам специалистов, металлоемкость основных производственных фондов в России в ценах 1984 г. превышала 1100 т/млн. руб., а непроизводственных — менее 550 т/млн. руб., т.е. больше, чем в 2 раза. При приближении структуры фондов России к США можно снизить металлоемкость более чем на 10%. А это повлечет за собой снижение энергопотребления и всех сопряженных ресурсов.

Производство продукции потребительского назначения и в России, и в США требует значительно меньше энергии. Так, энергоемкость потребительского комплекса России в 3—3,5 раза ниже, чем совокупный общественный продукт в целом, на 30—70% меньше, чем инвестиционный, или в 12—14 раз ниже, чем топливно-энергетический. По расчетам В.С. Смирнова, при нашей доле потребительского комплекса (порядка 20%) повышение ее на один процент может снизить энергоемкость совокупного общественного продукта на 0,86%. Подобного же результата можно ожидать и в отношении материалоемкости.

Приведенные примеры довольно определенно показывают основные направления нашей стратегии в области использования минеральных ресурсов на переходный период.

Главным можно считать сокращение производства сырья и топлива в результате уменьшения масштабов производственной деятельности. Эта цель будет достигнута после структурной перестройки экономики России, а именно, в результате:

- прекращения производства промежуточной продукции, не пользующейся реальным спросом (по разным оценкам — 25—40%), закрытия и перепрофилирования мы пускающих ее предприятий, что должно снизить потребность в сырье и энергии;

- сокращения производства машиностроительной продукции и материалов в соответствии с уменьшением добычи, обуславливающим следующую волну ее понижения;

- дифференцированного лицензирования объектов минерально-сырьевой базы исходя из критериев индивидуальных затрат, внутренней потребности, экспортной конъюнктуры.

Следующим шагом должно стать создание рыночной инфраструктуры с основными субъектами — полностью независимыми предприятиями, деятельность которых ограничивается только системой налогов в бюджеты различных уровней и случае внешне-экономической деятельности экспортными пошлинами в свободно конвертируемой валюте для создания равных условий продажи сырья на внутреннем и внешнем рынках.

В дальнейшем по мере развития рынка и укрепления рубля рыночные механизмы будут определять объемы добычи и инвестиций в минерально-сырьевой сектор. В перспективе можно ожидать, что рыночные методы управления в сочетании с развитием НТП будут активно противостоять истощению сырьевой базы. Тем не менее в переходный период, который в рассматриваемом секторе будет достаточно длительным, необходимы специальные меры, направленные на преодоление истощения ресурсов. Этому должна способствовать трансформация отношений собственности в минерально-сырьевом секторе, определяющая различные схемы его налогообложения.

ВЫВОДЫ

Процесс истощения природных ресурсов наиболее наглядно проявляется в истощении полезных ископаемых. Причем не только сокращается физический объем доступных для эксплуатации запасов, но и ухудшаются условия эксплуатации месторождений. Однако это лишь одна сторона характеристики процесса истощения. Физическое истощение не всегда сопровождается экономическим истощением природных ресурсов. Дефицитность природного ресурса не может возрастать безгранично. На базе достижений технического прогресса общество либо находит заменители природному ресурсу, либо вообще отказывается от его потребления.

Мерой, сглаживающей процессы истощения, является оптимизация использования природного ресурса в динамике. Основное свойство оптимальной стратегии заключается в том, что цены на данное природное сырье растут во времени темпом, равным дисконту. Это уравнение определения цены называется уравнением Хотеллинга. Оно означает, что ценность единицы природного ресурса равнозначна в любой из моментов периода оптимизации его потребления. При реализации такой стратегии возникает обратная связь между затратами и результатами, относящимися к разным моментам времени. Дополнительные доходы, получаемые сегодня из-за чрезмерной эксплуатации природного объекта, завтра оборачиваются дополнительными потерями. Эта связь приводит к образованию динамической ренты.

Глава V

ЭКОНОМИКА ВОЗОБНОВИМЫХ РЕСУРСОВ

1. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ

Рассмотрим рыбные ресурсы. Если общие запасы рыбы составят 100 тыс. т, то пусть мы наблюдаем ежегодный прирост 5%, т.е. 5 тыс. т. Абстрагируясь от других свойств рыбных ресурсов, мы можем, базируясь на принципах неистощительного природопользования, каждый год ловить 5 тыс. т рыбы, предполагая, что при этом общие запасы рыбы останутся постоянными (100 тыс. т). Та величина, которую мы можем получать, ежегодно, не нанося вреда запасу рыбы в целом, называется **устойчивым приростом природного объекта**.

Эта величина не остается постоянной. Понятно, что если запас ресурса невелик, то и устойчивый прирост не поднимается выше 5%. Когда весь запас достигает зрелости, тогда его прирост также падает. На рис. 5.1 изображено изменение устойчивого прироста (урожайности ресурса) в зависимости от величины запаса ресурса.

График показывает, что от Q_1 до Q_2 запас ресурса растет, а от Q_2 до Q_1 — уменьшается. При этом в точке Q_4 достигается устойчивое естественное равновесие запаса ресурса. Если объем запаса начинает превышать Q_4 , то тем самым превышает способность окружающей среды поддерживать данный запас, усиливается процесс отмирания ресурса (исчезновения или миграции рыбы), и ситуация возвращается к положению Q_4 . Если объем запаса не достигает Q_4 , то в результате естественного (устойчивого) прироста он все равно приходит в эту точку.

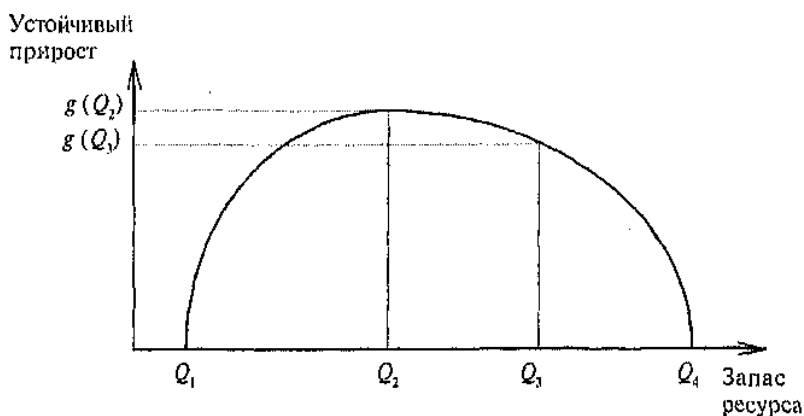


Рис. 5.1. График устойчивого прироста

Точка Q_1 отражает минимально возможный запас, ниже этой точки он начинает уменьшаться (отмирание превышает прирост ресурса). Равновесие в точке Q_1 неустойчиво, поскольку вправо от нее запас начинает увеличиваться и уходит от Q_1 . Если ресурс находится левее Q_1 , то его объем сокращается и далее.

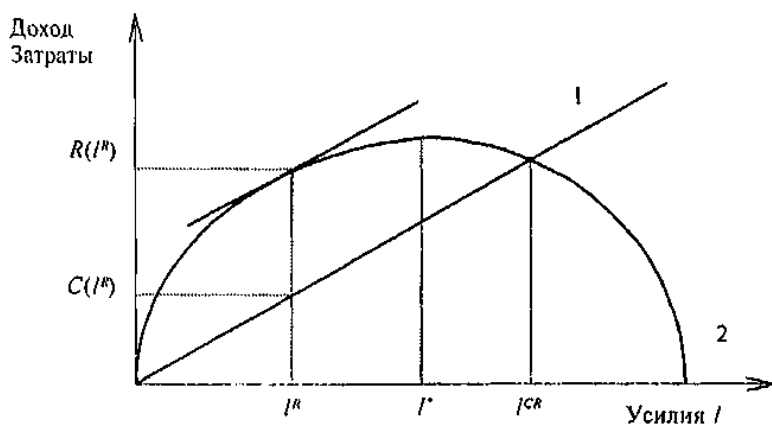
Точка Q_2 — это объем ресурса, при котором достигается максимальный устойчивый прирост ресурса $g(Q_2)$. Данная точка соответствует объему запаса ресурса, при котором он увеличивается с максимальной скоростью. Причем и объем лова может быть максимальным. Он будет соответствовать максимально устойчивому приросту ресурса. Если лов соответствует устойчивому приросту, то каждому объему запаса соответствует только одно значение вылова рыбы. Тогда объем запаса не меняется во времени. Если вылов в точке Q_2 превысит $g(Q_2)$, то число рыб начнет сокращаться, и возможность лова упадет.

Для определения рентного дохода от эксплуатации данного природного объекта предположим, что запас эксплуатируется с интенсивностью, пропорциональной приложенным усилиям l , которые обратно пропорциональны величине запаса рыбы; рыба продается по одной цене — p , а предельные затраты на лов постоянны и равны c . При этом пусть величина улова всегда равна величине прироста запаса. Тогда пусть улов будет пропорционален запасу:

$$\frac{q}{l} = \theta Q$$

где q — величина улова; l — приложенные усилия; Q — объем запаса; θ — коэффициент пропорциональности.

а)



б)

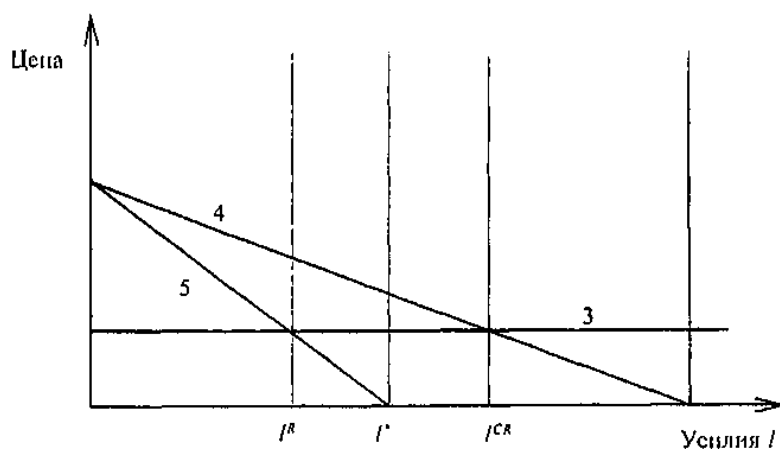


Рис. 5.2. Статическое равновесие на рынке рыбных ресурсов.

I — издержки; 2 — доход; 3 — средние, предельные издержки; 4 — средний доход; 5 — предельный доход.

Такова формула Шефера (1954), устанавливающая, что улов на единицу усилий пропорционален объему запаса. Тогда вместо рис. 5.1 рассмотрим рис. 5.2, на котором улов представляется в виде функции от затраченных усилий l . При этом $q = \partial Q / \partial l$, и каждой величине объема запаса ресурса Q соответствует одно, и только одно, значение приложенных усилий l .

Чем больше усилия по вылову рыбы, тем меньше ее остается. Поэтому кривые улова на рис. 5.1 и 5.2 связаны друг с другом вследствие обратной зависимости усилий и объема запаса рыбы.

Теперь мы можем записать статическую задачу максимизации улова рыбы:

$$pq(l) - cl \rightarrow \max$$

По существу это задача максимизации прибыли рыбаков. В оптимальной точке должно соблюдаться соотношение $MR - MC = 0$. Графически это интерпретируется следующим образом. Если

$$MC = c, \text{ а } MR = pq'(l), \text{ то в оптимальной точке } p = \frac{c}{q'(l)}, \text{ что и}$$

является условием оптимального вылова в статическом случае. Обозначим данную точку l^* .

В точке l^* вылов рыбы приносит максимальную экономическую ренту, поскольку в этой точке соблюдаются условия равенства предельных затрат и результатов. Однако точка усилий, соответствующих биологически максимальному приросту рыбных запасов, расположена правее и зависит не от экономических характеристик, а от величины запаса рыбы. Эта точка соответствует максимально устойчивому приросту рыбы при величине запаса Q_2 .

Таким образом, мы продемонстрировали, что усилия, соответствующие биологически максимальному устойчивому приросту запаса, не являются оптимальными с экономической точки зрения. Экономически и биологически оптимальные точки совпадают при условии, если предельные затраты на лов рыбы равны нулю.

В том случае, если водоем принадлежит одному хозяину, он будет придерживаться экономически оптимальных усилий l^* . Если же водоем не принадлежит никому и обеспечивается так называемый свободный доступ к водоему, то рыбаки будут рыбачить, пока дополнительные усилия будут приносить положительную экономическую прибыль. Прибыль окажется равной нулю в точке пересечения средних затрат и среднего дохода l_{cp} , который находится правее точки максимального биологического прироста. Если к источнику рыбных запасов прикладываются именно такие усилия, то ресурс расхищается и рыбные запасы сокращаются. Вот почему экономически эффективный лов рыбы стимулирует его рациональ-

ное использование, а политика открытого доступа инициирует истощение воспроизводимого природного ресурса.

В данном случае мы решали задачу без учета фактора времени. Однако этот фактор должен приниматься во внимание при использовании рыбных запасов, поскольку рыбные ресурсы воспроизводятся достаточно быстро, и мы должны распределить усилия по вылову рыбы наиболее эффективным способом между всеми периодами эксплуатации рыбных ресурсов. Статическая задача должна рассматриваться как ситуация с бесконечной нормой дисконта, когда при расчетах мы не учитываем следующий период.

Если норма дисконта положительна, но не бесконечна, то именно норма дисконта становится тем фактором, который регулирует процесс лова рыбы во времени. Чем больше норма дисконта, тем больше затраты на поддержание запаса ресурса в терминах отказа от некоторых текущих доходов, размер которых увеличивается при росте дисконта. Для поддержания данного запаса ресурса надо будет прикладывать больше усилий, и все же соответствующий запас ресурса будет сокращаться.

Следовательно, должно выполняться следующее соотношение:

Биологический темп роста запаса рыбы	+	рост ценности рыбы	=	норма дисконта
---	---	-----------------------	---	-------------------

Данная формула означает, что при выборе эффективной стратегии эксплуатации рыбных запасов мы должны ориентироваться на устойчивый рост запаса и ценности рыбы. Последняя величина показывает, что если мы оставляем рыбу в водоеме сегодня и не ловим ее, то завтра ее ценность увеличится. Норма дисконта равна сумме темпа роста запаса и росту ценности единицы запаса.

Более подробно математические приложения по выводу последней формулы приведены в работе Д. Пирса и К. Тернера «Экономика естественных ресурсов и окружающей среды» (*Pearce D., Turner K. Economics of Natural Resources and the Environment. N.Y., Harvester Wheatsheaf, 1990*).

2. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Обычно, когда в отечественных учебниках объясняется понятие ренты, в качестве примера берутся земельные ресурсы. Не яв-

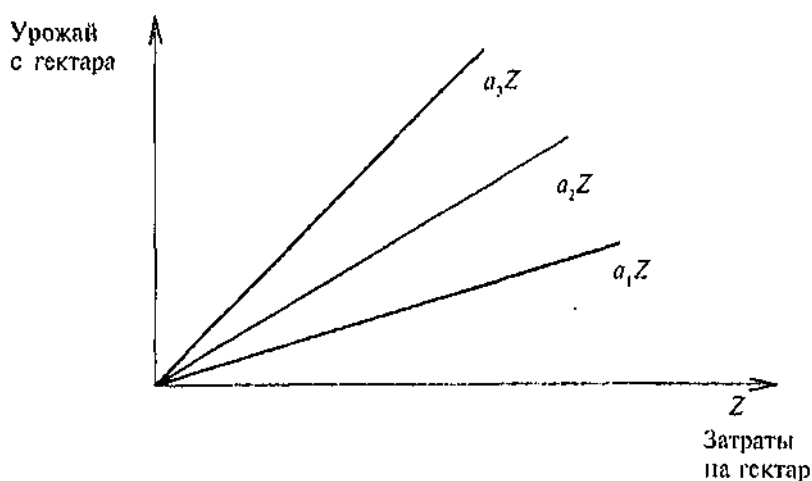


Рис. 5.3. Пример линейной функции отдачи земли.

a_1Z, a_2Z, a_3Z — различные функции урожайности земель разных категорий.

ляется исключением и наша книга. Первое представление о ренте читатели получили, именно рассматривая использование земельных угодий для выращивания кукурузы.

Теперь мы рассмотрим эти и связанные с ними вопросы более глубоко. Для определения оптимального способа эксплуатации земельного участка берется задача с критерием по максимальной прибыли ограничением на размер земельного участка.

Эта модель имеет следующий вид:

$$\max \pi(Q, Z) \quad (5.1)$$

$$s \leq S \quad (5.2)$$

$$s \geq S \quad (5.3)$$

Максимизируется прибыль, зависящая от урожая Q и затрат Z при ограничениях на размеры возделываемого участка s . Его площадь не должна превышать общий земельный фонд, пригодный к эксплуатации S .

Начнем с линейных моделей. Обычно для определения ренты, которую приносит земля, используются линейные модели. К ним относятся модели с линейной функцией продуктивности $y_1 = a_1Z_1 + b_1$, где y_1 — урожай с гектара земли, a_1 и b_1 — константы; Z_1 —

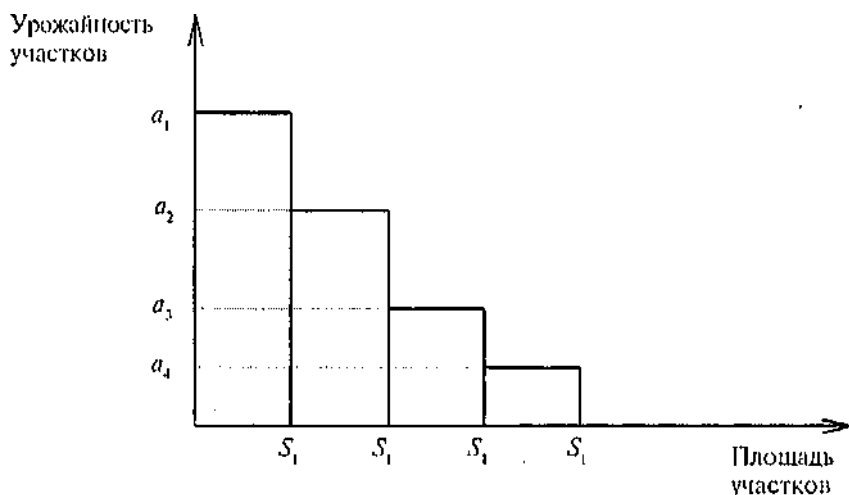


Рис. 5.4. Пример функции с фиксированной урожайностью участка.

затраты на гектар земли; i — индекс, характеризующий категорию земли. Как правило, $b_i = 0$, и зависимость приобретает следующий вид: $y_i = a_i Z_i$.

Но модель с подобной функцией обладает следующими свойствами. При максимизации выпуска с заданными ограничениями на наличный земельный фонд все производство будет сосредоточено на одном гектаре земли категории i^0 , наилучшей с точки зрения выбранного критерия. Земля с наибольшим коэффициентом a_i и будет выбрана. В этом легко убедиться, посмотрев на рис. 5.3.

Конечно, отдача одного гектара земли не может возрастать бесконечно. Еще в главе II первого раздела мы отмечали тот факт, что отдача каждой следующей затраты убывает.

Модели, в которых отдача единицы площади считается фиксированным числом, а общий выпуск получается в результате умножения продуктивности гектара категории i (обозначим ее a_i) на возделываемую площадь S_i , т.е. рассматривается зависимость $y_i = a_i S_i$.

Это можно убедительно проиллюстрировать при помощи хорошо известного читателям рисунка, отображающего процесс образования дифференциальной ренты (рис. 5.4).

Как правило, у владельца участка есть выбор того, какую культуру выращивать. Разные культуры имеют разную урожайность и приносят разный доход. Учитывая множественность возделываемых культур, мы добавили еще один индекс J . Тогда a_{ij} — выход

культуры J с одного гектара земли i , а S_{ij} — земельный фонд i -й категории, отведенный под культуру J . Не вдаваясь в подробности относительно возможных постановок моделей, в которых используются подобные зависимости (например, минимизация суммарных затрат при заданных объемах выпуска и ограничениях на общую площадь земельных угодий с разбивкой по категориям), подчеркнем их главный недостаток — отсутствие возможности моделирования процессов интенсификации землепользования, что существенно снижает значимость подобных постановок. Не является оправданием и то, что упрощенные схемы открывают возможности для практических расчетов. Во-первых, наполнить подобные модели информацией намного легче, чем нелинейные. Неточность информации предлагается компенсировать путем усреднения исходных данных в расчете на то, что ошибки взаимопогасятся. На самом деле это — весьма шаткая гипотеза. Здесь уместно заметить, что в процессе работы с недостоверной информацией ошибки могут множиться и существенно снижать надежность полученных результатов. Теперь перейдем к нелинейным моделям. Функция продуктивности гектара земли (урожайности) задается как $Q = Q(l, S)$, где l — интенсивность возделывания земли (затраты на один гектар), S — возделываемая площадь. Предлагаются различные виды зависимости. Чаще всего — это монотонно возрастающая функция с убывающими производными по каждому фактору. Однако есть и другие постановки. Рассмотрим следующую зависимость:

$$Q = aL - \frac{bL^2}{S} \quad (5.4)$$

где L ($L = lS$) — суммарные затраты на весь участок, a и b — константы. Выражение (5.4) можно переписать в терминах интенсивностей:

$$Q = (al - bl^2)S \quad (5.5)$$

Для удобства считаем, что Q — денежная отдача гектара земли. На рис. 5.5 изображена такая функция урожайности, построенная

для одного гектара земли $\frac{Q}{S} = q$, где $q = al - bl^2$

Точка $\frac{a}{2b}$ — точка максимума функции урожайности, и выше

этой интенсивности нет смысла наращивать вложения в один гектар. Его общая отдача при этом только упадет. Естественно, владелец земли выберет точку l^* , где предельная отдача совпадает с его предельными затратами. Тогда с одного гектара он получит урожай Q^* , а со всей земли Q^*S .

Чем вызван отрицательный прирост отдачи после перехода через «порог насыщения» — точку $l = \frac{a}{2b}$? По-видимому, наличие

подобного порога обусловлено естественной ограниченностью возможностей каждой конкретной технологии возделывания земли. Одна и та же технология использования земельного участка истощает его, приводит к деградации и разрушению почв, нарушает естественный ход восстановления плодородия.

Каков же выход? Расширять земельные угодья? Действительно, если есть свободные земли, то расширение этого сектора экономически может идти за счет их освоения. Например, если возделываемая площадь S_0 , а ресурсы, вкладываемые в этот участок, L_0 и

$\frac{L_0}{S_0} > 1^*$, то надо прекратить наращивать интенсивность возделывания

данного участка земли и осваивать новый. Но если нового участка нет, то надо менять технологию земледелия. Совершенно естественно напрашивается вывод о том, что при приближении

к точке $l = \frac{a}{2b}$ при отсутствии свободных площадей и желании

расширить производство в секторе должен последовать переход на другую технологию, которая позволит «поглотить» большее количество ресурсов, вкладываемых в единицу площади. Новая технология будет характеризоваться другой функцией отдачи. На рис. 5.6 изображены три параболы, отражающие урожайность земли при ее возделываниях по разным технологиям.

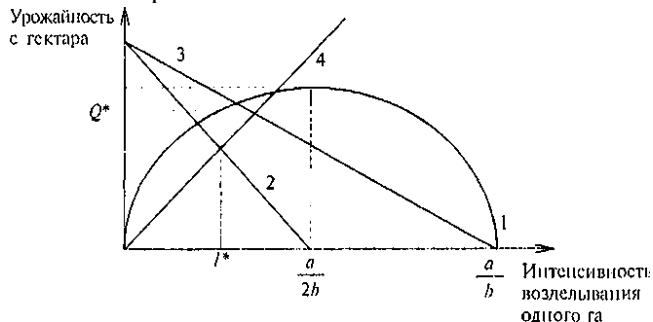


Рис. 5.5. Параболическая функция урожайности одного гектара.

1 — параболоческая функция урожайности; 2 — функция предельной отдачи q ;
3 — функция средней отдачи; 4 — функция предельных затрат ($/Z$).

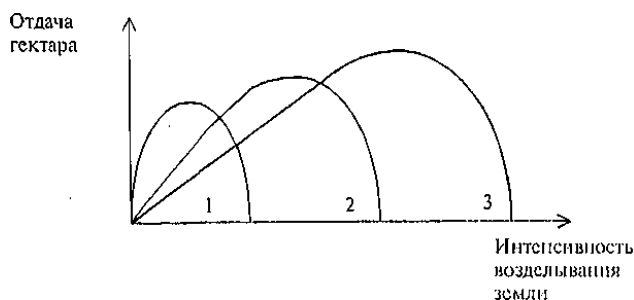


Рис. 5.6. Разные технологии возделывания земли.

В какой-то момент осуществляется переход с одной технологии на другую. Закономерности такого перехода мы рассмотрим дальше.

Выявление факта существования пороговой интенсивности возделывания земель имеет большую научную и практическую ценность. Наличие пороговой интенсивности объясняет бесплодность попыток широкомасштабного освоения земель, приводящих к распылению средств и не способствующих росту продуктивности сельского хозяйства. Факт получения подобного результата позволил выработать естественные критерии выявления среди возделываемых земель таких, которые приносят нулевую ренту. В линейных моделях возделываемая земля может получить нулевую оценку случайно: если индивидуальные затраты на ее возделывание совпадают с потребительской оценкой (ценой) сельскохозяйственной

продукции. На рис. 5.7 приведены функции средней $\frac{\partial q(l)}{\partial l}$ и предельной $\frac{\partial l}{l}$ отдачи гектара земли (нарисованные для общего случая).

Эксплуатация земли с интенсивностью l_1 принесет потери al_1 . Если земля эксплуатируется с интенсивностью l^* , то рента — нулевая. Она положительна только тогда, когда средняя отдача выше предельной.

Предположим, что и аграрный сектор вкладывается L ресурсов

и $\frac{L}{S} < l^*$, тогда необходимо применять интенсивность l^* (обо-

значения см. выше) на участке площадью S^* , а именно такой, что $l^* S^* = L$. По мере увеличения объема ресурсов посевная площадь расширяется при интенсивности ее возделывания l^* до тех пор, пока земельный фонд не будет задействован полностью. Затем он

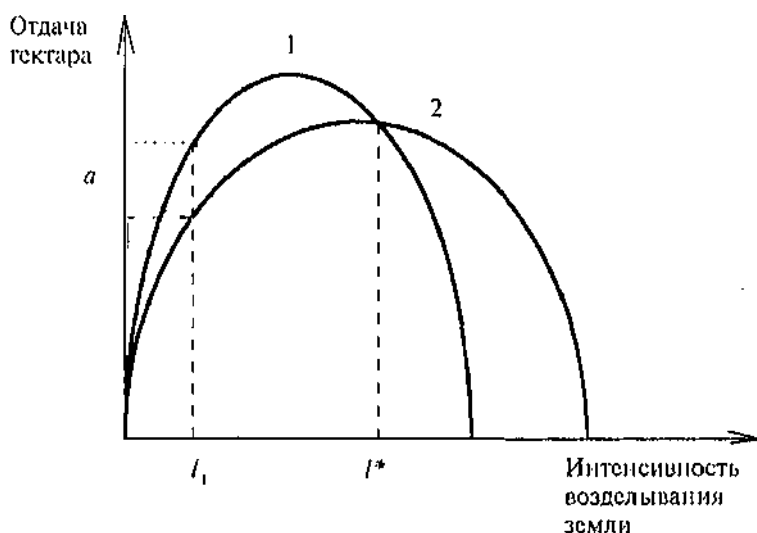


Рис. 5.7. Средняя предельная отдача земли.

I — предельная отдача; 2 — средняя отдача.

равномерно распределяется по всей площади до того момента, когда интенсивность ее возделывания не поднимется до уровня I_1 . Следующая добавочная порция ресурса должна концентрироваться на участке S_2 (входящем в S), чтобы интенсивность достигла I_2 . Такой скачок интенсивности можно рассматривать как введение новой технологии на участке S_2 , а постепенный прирост интенсивности от I^* до I_1 на всем участке — трактовать как модификацию старой технологии. То, что скачок происходит только после того, как модификация старой технологии осуществлена на всей площади, означает, что прежде, чем перейти к новой технологии возделывания земли, необходимо использовать все возможности старой. Из равномерности роста интенсивности на всем участке (на отрезке $[I^*:I_1]$) следует, что модификация старой технологии должна проводиться равномерно во всем секторе, а переход к новой технологии, напротив, — скачкообразно, поначалу лишь в нескольких из них. После того, как приступили к использованию новой технологии, добавочные порции ресурсов нужно применять с интенсивностью I_2 . Когда весь земельный участок будет эксплуатироваться с новой интенсивностью, т.е. когда новая технология будет освоена на всей площади, тогда дополнительный ресурс должен использоваться для модификации этой технологии путем равно-

мерного наращивания интенсивности на всем земельном участке, вплоть до следующего скачка.

Схематично этот процесс освоения и интенсификации использования земли можно показать следующим образом (рис. 5.8; 5.9; 5.10)

На начальном этапе земля осваивается с интенсивностью I^* . Прирост ресурсов в сектор позволяет осваивать все новые и новые земли. На следующем этапе наращивается интенсивность возделывания земли, модернизируется существующая технология земледелия. Дополнительные ресурсы равномерно распределяются на третьем этапе. Начинается освоение новой технологии. Выделяется ограниченный участок, возделываемый по новой технологии, которая применяется вместе со старой технологией. Все дополнительные ресурсы идут на расширение масштабов применения новой технологии. Она постепенно вытесняет старую, пока не займет весь участок.

Легко показать, что при неизменном запасе земли ее оценка возрастает по мере увеличения объема ресурсов, вкладываемых в сельское хозяйство. В периоды перехода от одной интенсивности к другой оценка земли остается постоянной (рис. 5.11).

Таким образом, степень лимитирования земельного фонда во многом зависит от объема ресурсов, отпускаемых обществом на сельскохозяйственные нужды, т.е. определяется макроэкономическими пропорциями. В процессе модификации старой технологии ограниченность земельного фонда ощущается все больше и больше. При переходе к новой технологии лимитированность не возрастает, и ограниченность земельного участка не сдерживает развития сельского производства.

Необходимость концентрации ресурсов первоначально на ограниченной земельной площади — таков, пожалуй, один из важнейших практических выводов. Опыт ведения сельского хозяйства в нашей стране убедительно показал, что его несоблюдение приводило к плачевным последствиям. Не затрагивая социальных потрясений, вызванных коллективизацией, отметим, что массовый переход к укрупненным хозяйствам подрывал основы эффективного ведения сельскохозяйственного производства. Можно также отметить деструктивный характер субсидий, гарантируемых в США и ряде стран Западной Европы. Субсидии нарушают естественные макроэкономические пропорции и в конечном счете приводят к снижению эффективности сельскохозяйственного производства. Наличие субсидий объясняется политическим давлением фермеров, т.е. этот феномен лежит в социально-политической плоскости и вряд ли может



Рис. 5.8. Начальный этап освоения земли.

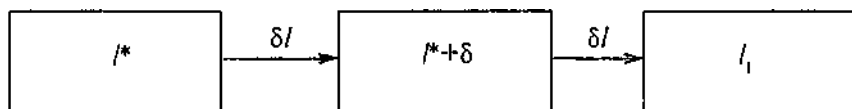


Рис. 5.9. Интенсификация земледелия.

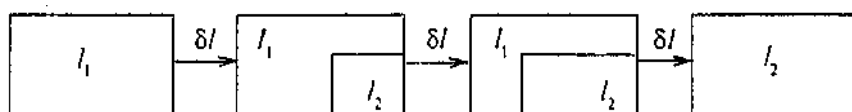


Рис. 5.10. Освоение новой технологии.

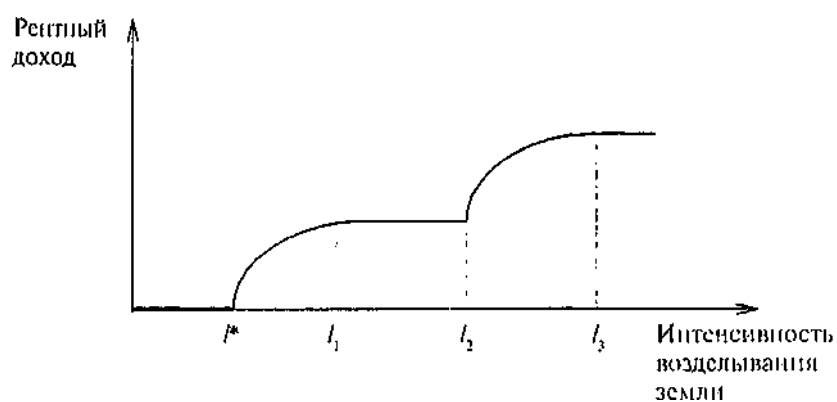


Рис. 5.11. Динамика рентного дохода, приносимого одним гектаром земли при увеличении интенсивности его возделывания.

быть объяснен на основе предложенного выше подхода. Тем не менее инструменты экономического анализа, представленные нами, дают возможность оценить негативные экономические последствия неумеренного укрупнения сельского хозяйства в период коллективизации в СССР или субсидирования фермеров в США и Западной Европе.

Итак, экономическая оценка земельных угодий определяется разностью между средней и предельной отдачей единицы площади, а также интенсивностью ее возделывания:

$$R = \frac{q(l)}{l} - \frac{\partial q(l)}{\partial l}$$

Иными словами, рентный эффект есть результат нелинейной зависимости урожайности от интенсивности возделывания земельных угодий. Рентная оценка земли не зависит от того, какая культура на ней возделывается. При рациональном ведении хозяйства всегда выбирается наилучшая культура. Не зависит оценка земли и от конкретной технологии, если, конечно, выбор последней диктуется соображениями рациональности.

ВЫВОДЫ

При определенной оптимальной стратегии использования возобновимых ресурсов основное внимание следует уделять проблеме естественного возобновления продуктивности природных объектов. В погоне за текущими доходами можно утратить возможность получать их в будущем.

Этот факт наглядно иллюстрирует пример оптимального использования рыбных ресурсов. Продуктивность водоема непосредственно зависит от усилий рыбаков по ловле рыбы. Если интенсивность эксплуатации водоема будет слишком велика, то его продуктивность будет снижаться. Следовательно, необходимо регулировать объем вылова рыб так, чтобы предельные затраты на вылов равнялись предельному доходу от него. Данное условие обычно обеспечивается путем ограничения доступа рыбаков к водоему с помощью системы лицензирования, налогов и т.д. Если этого не делать, то будет выбрана точка совпадения издержек и среднего дохода. Водоем в таком случае будет истощаться и приносить гораздо меньше доходов, чем мог бы принести при его рациональном использовании.

В динамике стратегия использования водоема очень похожа на стратегию оптимального использования истощаемых ресурсов, но здесь уравнение Хотеллинга модифицируется. Различие состоит в том, что сохраненная сегодня точка нефти так и останется точкой нефти через год. А вот сохраненная сегодня рыба может не только прибавить в весе, но и воспроизвести еще несколько рыб. Поэтому,

согласно уравнению Хотеллинга, цена на используемый ресурс должна расти теми же темпами, какими падает дисконт. В случае с рыбой такими же темпами может расти вес рыбы. При дисконте 0,1 и весе рыбы 1 кг сокращать ее имеет смысл в том случае, если ее вес увеличивается на 100 г.

Что касается земельных ресурсов, то мы выбрали их для иллюстрации того, как процесс нарастания интенсивности воздействия на землю влияет на ее ценность. Общий вывод таков: чем интенсивнее мы возделываем землю, тем выше становятся доходы, приносимые ею. Но этот рост прекращается, как только мы переходим на новую технологию. Технический прогресс позволяет преодолевать ограниченность природных ресурсов.

Глава VI

ЭКОНОМИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕЕ АССИМИЛЯЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

Качество природной среды имеет ту же ценность, как недра, вода, земля, лес. Люди хотят жить в лучших условиях, дышать чистым воздухом, гулять по лесу и т.д. не только потому, что при этом сокращается ущерб их здоровью, но и потому, что они получают эстетическое наслаждение от общения с природой. Они готовы платить за получение таких социальных благ. При этом термин «платить» понимается нами широко. Начиная с того, что они готовы отчислять часть своих доходов на охрану природы (т.е. платить непосредственно), и кончая тем, что они готовы применять жесткие требования к предприятиям-загрязнителям, ограничивая их возможности выбрасывать загрязняющие вещества в окружающую среду. Общество либо будет покупать продукцию этих предприятий дороже, либо вообще откажется от нее.

Каким образом формируются предпочтения общества? Сколько оно выигрывает от того, что живет в лучших природных условиях? Сколько готово платить за улучшение качества окружающей среды? Кто в конечном счете оказывается плательщиком? Все эти вопросы мы рассмотрим в данной главе.

Мы проанализируем состояние окружающей среды как составной элемент критерия (целевой функции) общества. Общество и

отдельные потребители могут быть заинтересованы в том, чтобы качество окружающей среды соответствовало определенным значениям.

1. КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК РЕСУРСА, ИМЕЮЩЕГО ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ

Можно привести немало примеров, доказывающих существование связи между поведением потребителей и качеством окружающей среды. Как свидетельствуют эти примеры, потребитель готов платить за обеспечение определенных условий жизни только потому, что ощущает потребность в чистом воздухе, воде, красивом виде из окна и т.д. Характерный пример — зависимость цены жилья от экологической обстановки. В странах с развитым рынком недвижимости, например в США, проводились подобные расчеты, которые показали, что взаимосвязи, о которых мы говорили, существуют, и их надо учитывать.

Потребитель вынужден выбирать, что ему предпочесть — «чистый воздух» или потребление других благ. Потребитель оказывается перед дилеммой: что ему выбрать — «чистый воздух» или дополнительные блага, предоставляемые производством. При этом задача имеет как бы два аспекта: она правомерна и на микро-, и на макроэкономическом уровне.

Рассмотрим сначала проблему ценности чистого воздуха с точки зрения отдельного потребителя. Перед ним дилемма: что предпочесть? Конечно, он хочет максимизировать свое суммарное удовольствие.

Предположим, что все потребительские блага обозначаются C , а состояние окружающей среды — N . Тогда потребитель стремится найти максимум функции $U(C, N)$. Эта функция возрастает по C и по N . Но потребитель ограничен в средствах. Он обладает ограниченной суммой денег K и может потратить часть для того, чтобы приобрести потребительские блага, а другую — вложить в охрану природы, приобретая тем самым относительно лучшее качество окружающей среды. Допустим, потребительские блага приобретаются по цене P_1 , а за улучшение окружающей среды необходимо платить P_2 (т.е. P_2 — цена «единицы качества» природной среды). Задача, которая стоит перед потребителем, может быть записана следующим образом:

$$U(C, N) \rightarrow \max \quad (6.1)$$

$$P_1 C + P_2 N \leq K \quad (6.2)$$

$$C \geq 0; N \geq 0 \quad (6.3)$$

Выписав для задачи (6.1)-(6.3) функцию Лагранжа, продифференцировав ее и приравняв к нулю производные, получим следующие соотношения:

$$\frac{\partial U(C, N)}{\partial C} = P_1 \lambda \quad (6.4)$$

$$\frac{\partial U(C, N)}{\partial N} = P_2 \lambda \quad (6.5)$$

где λ — это множитель Лагранжа или двойственная переменная к ограничению (6.2).

Из (6.4) и (6.5) следует равенство (6.6)

$$\frac{\frac{\partial U(C, N)}{\partial C}}{\frac{\partial U(C, N)}{\partial N}} = \frac{P_1}{P_2} \quad (6.6)$$

Равенство (6.6) устанавливает, что отклонение предельных эффектов равно соотношению цен.

Если C^* и N^* — оптимальные решения задачи (6.1)–(6.3), то тогда могут быть определены функции спроса

$$C = f_1(P_1, P_2, K)$$

$$N = f_2(P_1, P_2, K)$$

Спрос на потребительские блага и на состояние окружающей среды функционально связан, во-первых, с ценами на данные «товары», а, во-вторых, с тем, какими финансовыми возможностями обладает потребитель. На рис. 6.1 представлена графическая интерпретация решения задачи (6.1)–(6.3)

Линия уровня функции $U(C, N)$ обозначает все точки C и N , для которых выполняется соотношение $U(C, N) = \text{const}$ (т.е. для этих точек значение критерия одинаково). Если мы, например, возьмем другую пару точек N_1 и C_1 , лежащих на этой кривой, то значение критерия не изменится, т.е. $U(C^*, N^*) = U(C_1, N_1)$, однако покупка набора $C_1 N_1$ обойдется потребителю дороже. Если он все-таки получит необходимые средства, то более разумным будет для него придерживаться точки C_2, N_2 .

Изменение величины K приводит к параллельному переносу

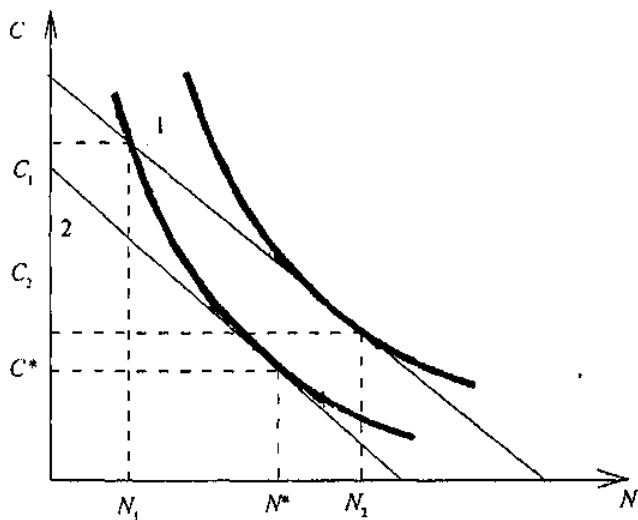


Рис. 6.1. Графическая интерпретация задачи потребительского выбора, где один из товаров — качество окружающей среды.

1 — линия уровня функции $U(C, N)$; $U(C, N) = \text{const}$; 2 — линия бюджетного ограничения $P_1C + P_2N = K$.

линии бюджетного ограничения. Изменение соотношения цен изменяет угол наклона линии бюджетного ограничения (рис. 6.2).

Зная функции спроса на потребительские блага и на состояние окружающей среды, можно записать функции расходов на окружающую среду и приобретение потребительских благ:

$$R(C) = P_1C = P_1f_1(P_1, P_2, K)$$

$$R(N) = P_2N = P_2f_2(P_1, P_2, K)$$

Для того чтобы привести конкретные примеры функций спроса и расходов на охрану окружающей среды, обратимся к простой модели:

$$\{(C - a)^\alpha (N - b)^{1-\alpha}\} \rightarrow \max \quad (6.7)$$

$$P_1C + P_2N \leq K \quad (6.8)$$

$$C \geq 0; N \geq 0 \quad (6.9)$$

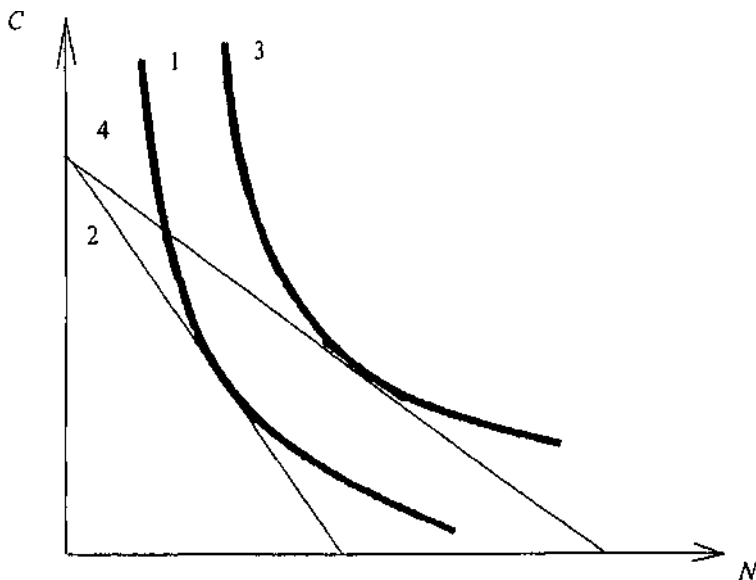


Рис. 6.2. Задача потребительского выбора при изменении цены на N .

1 — старая линия уровня $U(C, N) - \text{const } 1$; 2 — старая кривая бюджетного ограничения при изменении соотношения цен на C и N ; 3 — новая линия уровня $U(C, N) - \text{const } 2$; 4 — новая кривая бюджетного ограничения при изменении соотношения цен на C и N .

Константы a и b задают нижние границы потребления благ. Ниже их значения не может снизиться спрос ни на потребительские блага, ни на состояние окружающей среды.

Эта задача имеет решение только в том случае, если $P_1a + P_2b > K$. Иными словами, в первую очередь надо обеспечить потребление благ на минимальном уровне, а затем расходовать оставшиеся средства на дополнительное приобретение данных благ.

Используя свойства (6.4) и (6.5), а также зная, что потребитель полностью израсходует свои деньги, т.е. что $P_1C + P_2N = K$, получим следующий спрос на блага:

$$C = a(1 - \alpha) + \frac{\alpha}{P^1}(K - bP^2) \quad (6.10)$$

$$N = ab + \frac{1 - \alpha}{P^2}(K - aP^1) \quad (6.11)$$

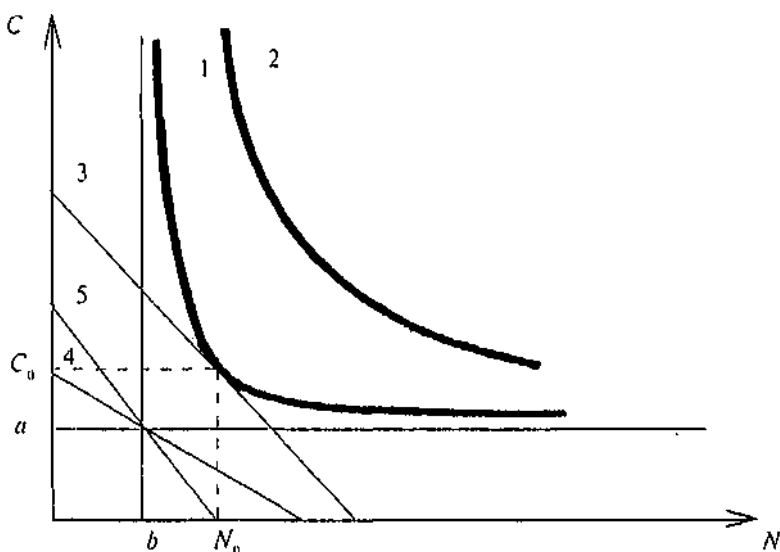


Рис. 6.3. Задача потребительского выбора при изменении бюджета.

1 и 2 — линии уровня функции полезности; 3, 4, 5 — бюджетные ограничения.

А из (6.10) и (6.11) можно получить значения расходов на каждое из благ:

$$CP_1 = (1 - \alpha)P_1\alpha + \alpha(K - P_2b) \quad (6.12)$$

$$NP_2 = \alpha P_2b + (1 - \alpha)(K - P_1a) \quad (6.13)$$

Из выражений (6.12) и (6.13) следует, что в первую очередь деньги будут затрачены на удовлетворение потребностей в минимально приемлемых размерах a и b , а оставшаяся часть будет поделена пропорционально значению степени, в которую возводятся множители критерия (α и $1 - \alpha$ соответственно).

На рис. 6.3 изображены линии уровня критерия и бюджетное ограничение.

Как видим на рис. 6.3, если средства позволяют купить больше, чем набор $a; b$, то потребитель выбирает точку C_0N_0 . Пропорции потребления зависят от соотношения цен. Если же у потребителя денег хватило только на обеспечение потребления в минимальном объеме, т.е. $P_1a + P_2b = K$, то ему ничего не остается

делать, как выбрать именно этот набор. Причем мы видим, что соотношения цен на блага, определяющие угол наклона прямых 4 и 5, не влияют на его выбор.

Существуют и другие виды функций предпочтения, с помощью которых можно моделировать поведение потребителя. Например, функция Леонтьева:

$$\max \left\{ \frac{C}{a}; \frac{N}{b} \right\} \quad (6.14)$$

$$CP_1 + CP_2 \leq K \quad (6.15)$$

Идея этой функции заключается в том, что рассматриваемые блага имеют смысл потреблять только в строго определенной пропорции. На рис. 6.4 представлены линии уровня этой функции.

Примечательно, что если в предыдущем случае изменение соотношения цен влекло за собой изменение пропорций потребления, то в данном случае пропорции не меняются. Изменениям подвергается весь объем потребления.

Выше мы предполагали, что имеется как бы один потребитель, который решает задачу выбора между качеством природной среды и традиционными благами. Ему нетрудно было сопоставить

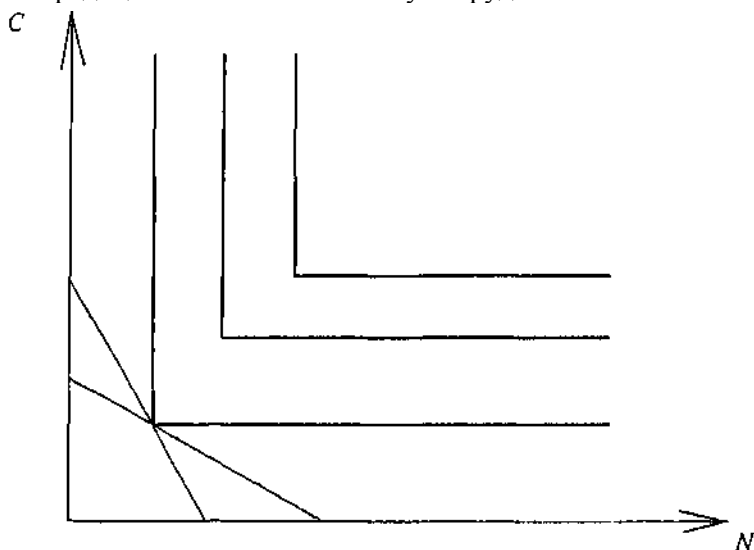


Рис. 6.4. Задача потребительского выбора при Леонтьевской функции предпочтения потребителя.

эффект, получаемый от того и другого, и сделать свой выбор. Но что произойдет, если таких потребителей несколько? Эти вопросы мы рассмотрим в следующем разделе.

2. ЭКСТЕРНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ

Выше мы говорили о том, что если окружающая среда имеет хорошее качество, то люди могут получить определенный доход, выражаемый как в моральном, так и материальных благах. Они получают этот доход потому, что кто-то заботится о сохранении определенного качества природы.

Но посмотрим на проблему с другой стороны. Предприниматель выбрасывает в окружающую среду вредные примеси, и вот уже люди начинают терпеть убытки. Мы имеем дело с двумя заинтересованными пользователями естественных качеств окружающей среды; предпринимателем и обществом. Если общество использует этот ресурс, устанавливая ограничения на выбросы, то оно получает доход, и ресурс уже не доступен для предпринимателя. Точно так же происходит и в том случае, если один фермер засекает лучший участок земли: он получает доход, а второй фермер вынужден использовать худший участок земли и нести убытки.

Но вернемся к нашему примеру. Общество хочет монополизировать этот ресурс для того, чтобы уменьшить ущерб, а предприниматель — чтобы сократить природоохранные издержки. С его точки зрения, природоохранные издержки и ущерб от загрязнения окружающей среды далеко не равнозначны. Издержки по предотвращению выбросов уплачиваются из его собственного кармана и отражаются на всех остальных его экономических показателях: он покрывает свои издержки и соответственно не может заплатить за что-то другое, следовательно, на чем-то он должен экономить. Эти издержки для предпринимателя зримы, реальны и ощутимы. Совершенно иначе он относится к ущербу. Ущерб составляет издержки кого-то другого, т.е. это для предпринимателя внешние издержки. Предприниматель, конечно, может очень хорошо относиться к природе, но даже в таком случае он никогда по собственной воле не поставит в один ряд внутренние и внешние затраты.

Безусловно, можно представить себе некоторые исключения, когда, например, предприятие несет ущерб от собственных выбросов. Тогда, действительно, хороший руководитель будет подсчитывать убытки и сопоставлять их с природоохранными затратами. Но, как правило, бывают и другие реципиенты. Их ущерб как раз

и не будет приниматься в расчет, По-прежнему можно обнаружить разницу между внутренними и внешними издержками.

Внешние, или экстернальные, издержки — одна из основных категорий экономики охраны окружающей среды. Вообще проблема экстернальности затрат представляет самостоятельный интерес и заслуживает того, чтобы о ней было сказано несколько слов.

Любое действие имеет прямые и косвенные последствия. Возьмем в качестве примера парковку автомобилей. Занимая место у тротуара, владелец автомобиля обрекает другого претендента на то, что тот вынужден будет искать иные возможности оставить свой автомобиль. Первый заставляет второго ждать или ездить в поисках свободного места. Соответственно второй понесет определенные затраты, которые для первого скорее всего безразличны. Он ничем не может помочь второму, если, конечно, не решит сам поискать новое место для парковки. Но тогда он должен будет затратить дополнительные средства. Эти затраты ему не безразличны, потому что являются его внутренними издержками, зато прибыль второго — внешняя. Немного утрируя, можно сказать, что первый не заинтересован даже немного подвинуть свою машину или сделать что-то другое с целью помочь второму найти место для стоянки.

Иное дело, если владельцами автомобилей являются муж и жена, тогда они постараются как-то минимизировать общие затраты. Но дело в том, что они - не одни, и еще тысячи автовладельцев озабочены аналогичной проблемой поиска места для парковки.

В результате получается так, что тот, кто успел первым, выиграл, а опоздавшие остались в проигрыше. Но справедливо ли это? Может быть, лучше, чтобы доход был распределен по-другому?

Рассмотрим пример со стоянками шаг за шагом. Следует отметить, что вопрос с экстернальными издержками возникает именно тогда, когда желающих припарковать автомобиль оказывается больше, чем свободного места, т.е. в тот момент, когда этот ресурс (место для стоянки) становится ограниченным. Пока желающих припарковать свою машину было меньше, чем места для стоянки, никто ничего не выигрывал и никто ничего не проигрывал. Итак, внешние издержки появились тогда, когда ресурс стал ограниченным. Заметим, что никаких особых прав на место для стоянки первый владелец автомобиля не имел. Конечно, тот, кому не хватило места, задавал себе (и не только себе) вопрос: по какому праву? Соответственно у городских властей появилось желание как-то регулировать этот процесс. В качестве самого простого способа регулирования была использована плата за стоянку. В таком случае часть внешних издержек переносилась на владельца

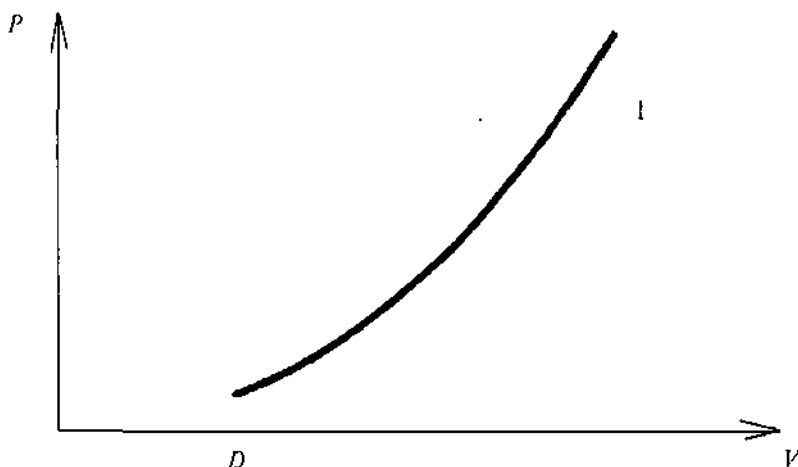


Рис. 6.5. Предельный ущерб от загрязнения.

l — предельный ущерб; D — объем «ассимиляционного потенциала» территории.

автомобиля, занявшего место для стоянки и лишившего других этой возможности. Теперь вновь вернемся к вопросу об ущербе (рис. 6.5).

Только после того, как объем выбросов в окружающую среду превысил D , кто-то стал ощущать негативные последствия изменения состояния природной среды и терпеть убытки. Это отражено на рис. 6.5 при помощи кривой предельного ущерба. До точки D никакого ущерба не ощущается. Экстернальных издержек просто нет, потому что мы еще не столкнулись с ограниченностью ассимиляционной способности окружающей природной среды, — нет конфликта интересов. Но как только способность экосистемы поглощать вредные примеси без видимых негативных последствий оказывается исчерпанной, ситуация меняется коренным образом. Любая порция выбросов сверх D приводит к тому, что кто-то понесет ущерб и соответственно возникнут экстернальные затраты.

В случае со стоянкой экстернальные издержки возникли в силу того, что машин стало больше, чем могут вместить имеющиеся площади для парковки. В случае с загрязнением экстернальные издержки появились из-за того, что природная среда не может поглотить и переработать без негативных последствий дополнительные выбросы. Но тот факт, что мы сталкиваемся с ограниченнос-

тью «ассимиляционного потенциала», а значит и с экстермальными издержками, требует ввести какое-то регулирование. Об этом регулировании и пойдет речь ниже.

Мы рассматривали общество как единый организм, в равной мере заинтересованный и в экономии на издержках по охране окружающей среды, и в сокращении ущерба. В таком случае никакого конфликта интересов не возникает, и поиск оптимума загрязнения окружающей среды выглядит естественной процедурой. Но как только мы попадаем в ситуацию, в которой интересы предпринимателя и интересы общества оказываются различными, согласованность и гармония исчезают. Общество заинтересовано в снижении ущерба от загрязнения, а предприниматель — в сокращении природоохранных затрат. Вот тогда-то у общества и появляется потребность в регулировании поведения предприятия-загрязнителя.

Суть подхода к регулированию заключается в том, что общество хочет заставить предпринимателя оплатить все издержки, связанные с его деятельностью — и внутренние, и внешние. Иначе говоря, необходимо превратить внешние издержки во внутренние, и чтобы стратегия предпринимателя удовлетворяла интересам общества. На практике реализация такого естественного принципа не очень проста и требует создания механизма управления выбросами вредных веществ.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Использование понятия «экстернальные издержки» позволит нам легче объяснить теоретические основы построения механизма регулирования воздействия на окружающую среду. Представим себе, что общество принимает решение: предприятие, чья деятельность приводит к возникновению экстернальных издержек, должно вносить плату в объеме, равном этим издержкам. В литературе такая плата получила название «пигувианский налог». Вопрос заключается в том, как измерять экстернальные издержки. Мы увидим, что есть несколько вариантов ответа на данный вопрос. Начнем с экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, о чем мы уже говорили, и вернемся к знакомому нам рис. 6.6.

Предположим, выбросы равны V_1 . Тогда суммарные природоохранные издержки составят S_1 . Для того чтобы ввести платеж, равный ущербу, его следует установить на уровне S_2 . В этом случае внешние издержки станут для предпринимателя внутренними, и он затратит S_1+S_2 . Проанализировав свои затраты, предприниматель постарается выбрать такую стратегию, чтобы достигался ми-

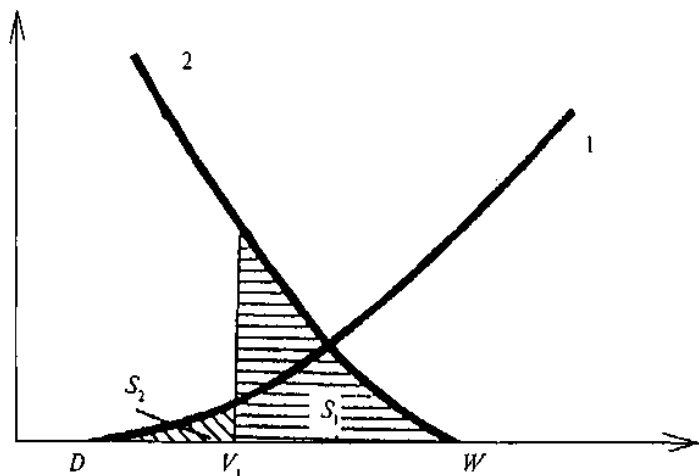


Рис. 6.6. Установление равновесия на рынке «ассимиляционного потенциала» природной среды.

1 — предельный ущерб; 2 — предельные затраты на очистку выбросов; D — объем «ассимиляционного потенциала» территории; W — объем вредных веществ, образовавшихся в процессе производства.

нимум суммы $S_1 + S_2$, т.е. он будет руководствоваться теми же соображениями, которые мы принимали во внимание, когда вели речь об экономическом оптимуме загрязнения окружающей среды. И собственные издержки на охрану окружающей среды, и нанесенный ущерб становятся в равной степени интересными для предпринимателя, так как кто-то подсчитывает нанесенный им ущерб и выставляет ему за это счет. В итоге предприниматель придет к точке V_0 — точке оптимума загрязнения (рис. 6.7).

В этой точке предельные затраты на обезвреживание выбросов будут равны дополнительной экономии платы за выбросы.

Однако такой механизм взимания платы был бы достаточно громоздким. Пришлось бы каждый раз точно оценивать значение ущерба для каждого источника выбросов. Так называемые административные затраты, т.е. затраты по обеспечению функционирования этой громоздкой системы, были бы достаточно высокими, да и достоверно измерять величину ущерба очень трудно.

К тому же подобный механизм не позволяет говорить о налоге на единицу выбросов, он должен быть рассчитан как бы на весь объем. Подсчитав налог как среднюю плату на единицу выбросов

$\frac{U(V)}{V}$ можно обнаружить, что мы не попадем в точку К, так как

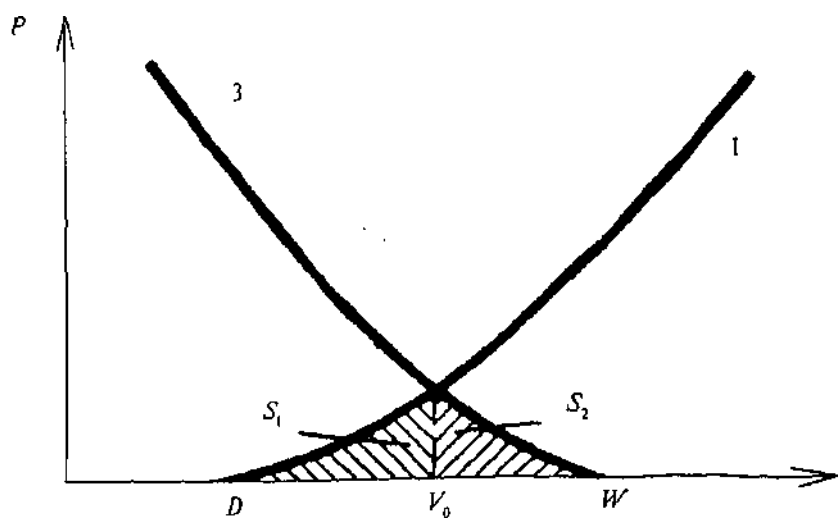


Рис. 6.7. Равновесие на рынке «ассимиляционного потенциала».

I — предельный ущерб; 3 — предельные затраты на очистку выбросов.

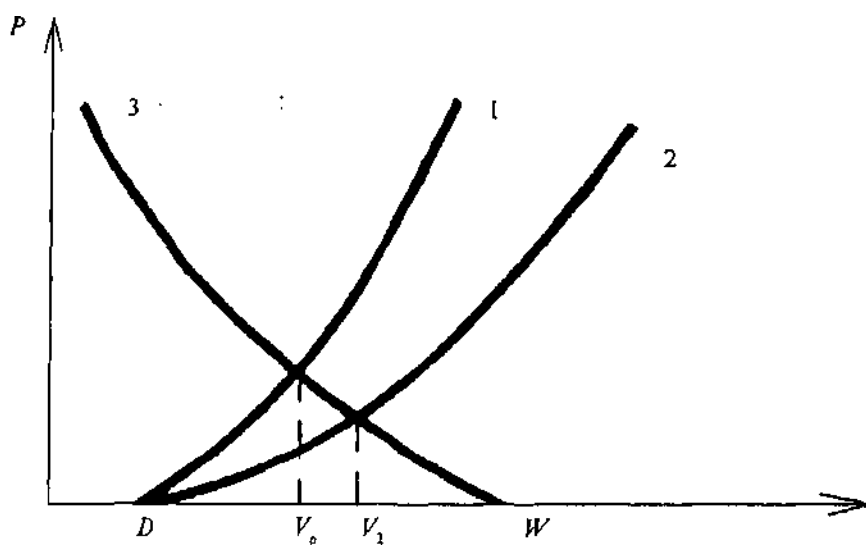


Рис. 6.8. Средний и предельный ущерб от загрязнения.

I — предельный ущерб; 2 — средний ущерб; 3 — предельные затраты на очистку выбросов.

$\frac{U(V)}{V}$ скорее всего не совпадет с предельными природоохранны-

ми затратами W (рис. 6.8). Оптимальной для предпринимателя при плате, установленной таким способом, будет точка V_2 .

Кроме того, следует заметить, что, опираясь на средние затраты, мы вместо точки V_0 попадем в точку V_1 . Но есть еще один недостаток этого метода: он такой же громоздкий, как и метод, основанный на подсчете ущерба. Поэтому, если и говорить о среднем значении ущерба, то прежде всего надо рассчитать его значение в точке оптимума V_0 и затем поделить на оптимальный объем выбросов, т.е.

определить величину $U_0 = \frac{U(V_0)}{V_0}$. Но и это нам не поможет.

Если мы скажем производителю, что за каждую тонну выбросов он будет платить U_0 , то он установит свои выбросы на уровне V_3 . Это для него будет наиболее выгодная стратегия. Но можно ли утверждать, что при таком подходе мы полностью компенсировали ущерб? Предприниматель внес плату, равную $U_0 \cdot V_3$. Первоначально предполагалось, что общая сумма платежа должна равняться значению ущерба в оптимальной точке $U(V_0)$, т.е. $U_0 \cdot V_0$, однако предприниматель, узнав о размерах платы, решил придерживаться другой стратегии. Его выбросы увеличились до уровня V_3 , и он заплатил больше. Дополнительная выплата по сравнению с предполагавшейся — $(V_3 - V_0) \cdot U_0$. К сожалению, при этом был нанесен дополнительный ущерб, по сумме равный S (рис. 6.9). Как видно из рисунка, дополнительный ущерб превышает дополнительный платеж $S > (V_3 - V_0) \cdot U_0$, а это значит, что полной компенсации ущерба не получается.

К сожалению, нам так и не удалось найти способ, позволяющий установить такой платеж, при помощи которого мы взимали бы с потребителя только ущерб.

Попытаемся отказаться от принципа компенсации ущерба и от введения платы (или налога) на выбросы, ориентированной на получение денежного эквивалента нанесенного ущерба, и поставим вопрос по-другому. Мы знаем, какое качество окружающей среды хотим иметь. Наша задача — сделать так, чтобы предприниматель был заинтересован выбрасывать в окружающую среду не больше заранее определенного нами объема вредных веществ.

Если мы забудем об ущербе и будем знать только величину допустимых выбросов V^* , то плата за выбросы должна соответствовать его предельным издержкам в этой точке (рис. 6.10).

Если за каждую тонну выбросов предприниматель платит P , то ему нет смысла наращивать их более чем до V^* , так как до этих пределов очистка оказывается дешевле, чем внесение платежей за

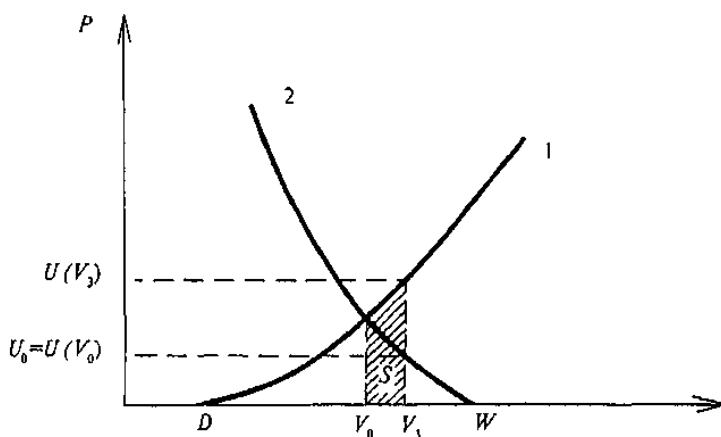


Рис. 6.9. Равновесие на рынке «ассимиляционного потенциала» при занижении его цены.

I — предельный ущерб; 2 — предельные затраты на очистку выбросов; D — объем «ассимиляционного потенциала» территории; W — объем вредных веществ, образовавшихся в процессе производства.

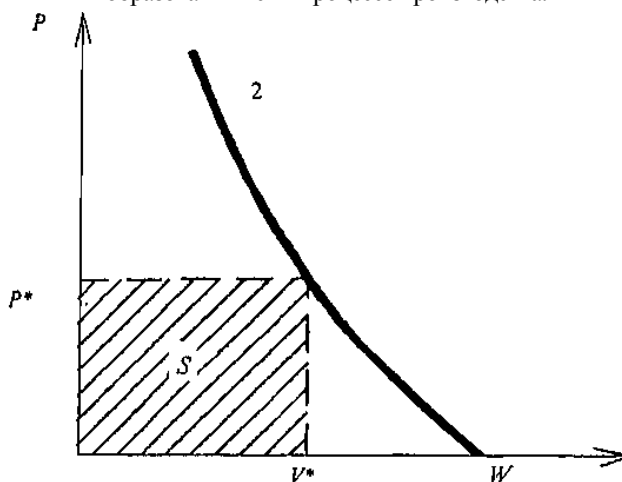


Рис. 6.10. Установление платы за загрязнение по величине предельных затрат на их очистку.

2 — предельные затраты на очистку выбросов.

загрязнение. Но и снижать выбросы предпринимателю невыгодно, поскольку дополнительные издержки на очистку выше, чем экономия на плате за загрязнение.

В результате в виде платежей за выбросы будет собрана сумма PV^* , обозначенная на рис. 6.10 S . Предположим, что точка V^* соответствует экономическому оптимуму загрязнения, т.е. $V^* = V_0$ (рис. 6.11).

Как видно из рис. 6.11, $S_1 + S_2 = S = V_0 P = V^* P$, при этом S_1 — ущерб, нанесенный природной среде. Но он меньше суммы, собранной в виде платежей, на величину S_2 . Как интерпретировать эту величину? Вопрос еще более осложняется, если мы по каким-то соображениям решаем, что выбросы должны быть меньше V_0 (рис. 6.12).

Допустимый уровень загрязнения — V_l . Для того чтобы предприниматель не превышал этого уровня, платеж должен составлять P_l . Предприниматель заплатит $P_l \cdot V_l = S_1 + S_2$ а нанесенный экономический ущерб составит лишь S_1 , но что такое S_2 , по-прежнему будет не понятно.

Понять, что же означает величина S_2 можно, если мы рассмотрим «ассимиляционный потенциал» природной среды как ограниченный ресурс. Его использование приносит предпринимате-

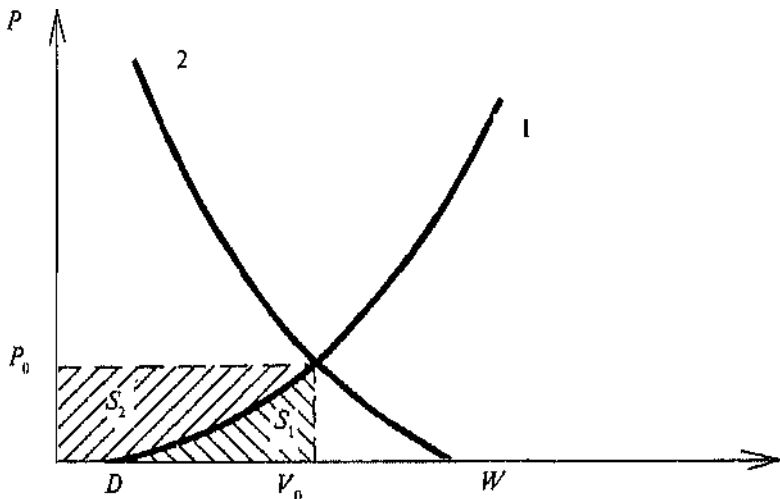


Рис. 6.11. Составляющие платы за выбросы.

Обозначения те же, что и на рис. 6.9.

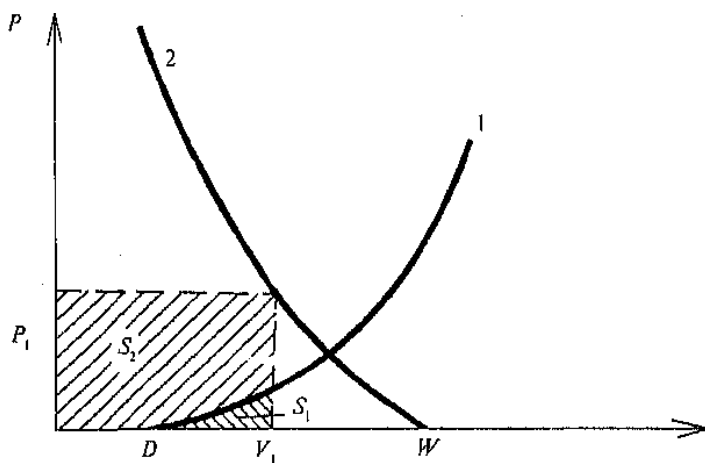


Рис. 6.12. Составляющие платы за выбросы при изменении допустимого уровня загрязнения.

Обозначения те же, что и на рис. 6.9.

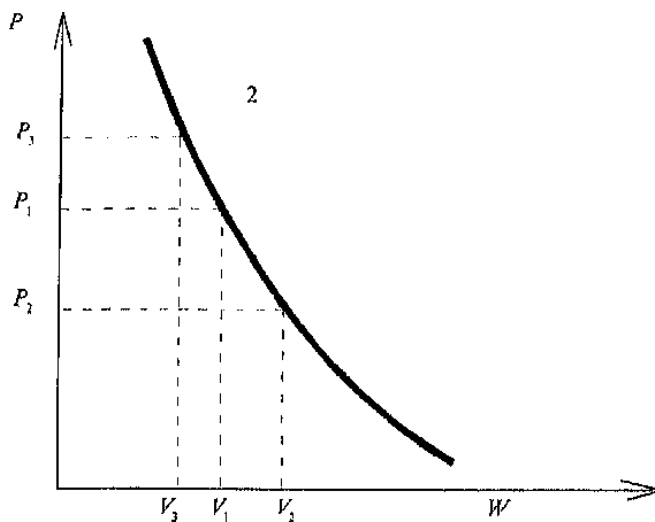


Рис. 6.13. Кривая спроса на «ассимиляционный потенциал». 2 — предельные затраты на очистку выбросов.

лю доход (закключающийся в экономии природоохранных издержек), но за это предприниматель должен платить. Если мы обратимся к процессу купли-продажи «ассимиляционного потенциала», то кривую предельных издержек можно считать кривой спроса на «ассимиляционный потенциал». По оси ОУ откладывается цена, а по оси ОХ — спрос на «ассимиляционный потенциал». Изменяя цену, мы тем самым регулируем спрос на «ассимиляционный потенциал» или, что то же самое, объем выбросов. При цене P_1 (рис. 6.13) спрос будет V_1 . Если цена снижается до уровня P_2 , то спрос возрастает до V_2 . Увеличение цены (скажем, до P_3) приводит к сокращению спроса, а значит, и к снижению выбросов. Они сократятся до V_3 .

Рассмотрим теперь вопросы экономической оценки «ассимиляционного потенциала».

4. «АССИМИЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ» ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ

Благодаря наличию у природной среды способности ассимилировать некоторое количество вредных выбросов мы имеем возможность экономить на природоохранных издержках. В конечном счете эта экономия и определяет ценность «ассимиляционного потенциала» природной среды.

Исследования по вопросу определения ассимиляционной емкости территории ведутся довольно давно в рамках изучения реакции окружающей среды на воздействие вредных примесей. Имеется немало работ с указанием конкретных значений пороговых величин концентрации различных загрязнителей и их сочетаний, при которых экологические системы сохраняют свои основные свойства, т.е. экологическое равновесие не нарушается. Данные показатели, подобно показателям плодородия почв, качества месторождений полезных ископаемых, объема располагаемых водных ресурсов и т.п., выступают объективными характеристиками природной среды, определяющими силу и направленность последствий интенсивного антропогенного воздействия для эколого-экономической системы.

На определенной стадии развития общества масштабы воздействия на окружающую среду становятся такими, что возникает реальная угроза выхода экологической системы из состояния равновесия. Тогда общество сталкивается с объективными фактами ограниченности ассимиляционной емкости территории, и появляется проблема ее рационального использования.

Одним из центральных элементов механизма, обеспечивающего

данный процесс, служит экономической оценка «ассимиляционного потенциала».

В качестве приемлемой аппроксимации ассимиляционной емкости часто рассматривают объем предельно допустимых выбросов (ПДВ). Определение последних вполне соответствует сформулированным выше требованиям: если объем загрязнителей, попадающих в окружающую среду, не превосходит ПДВ, то данная территория сама без дополнительных природоохранных затрат справляется с поступающими в нее вредными веществами и обезвреживает их без сколько-нибудь существенных для себя последствий (типа изменения внутренней структуры).

Следует заметить, что значения ПДВ дифференцированы по различным загрязнителям и их сочетаниям. Кроме того, размеры предельных выбросов не совпадают для отдельных территорий, что составляет объективную основу дифференциации ассимиляционной емкости различных регионов. Широко известно, например, что способности к самостоятельному восстановлению основных свойств окружающей среды в северных регионах существенно ниже, чем в южных и в средней полосе.

Ценность «ассимиляционного потенциала» определяется той ролью, которую он играет в процессе формирования затрат и результатов. С одной стороны, его наличие позволяет частично выбрасывать отходы производства в окружающую среду и тем самым экономить на затратах по очистке выбросов от загрязнителей. С другой стороны, устойчивость экологических систем, способность перерабатывать и обезвреживать отходы предотвращают потери (ущерб), которые могут быть вызваны ухудшением основных свойств окружающей среды. Сбереженные затраты предотвращения загрязнения (или предотвращенный ущерб) определяют основу экономической оценки «ассимиляционного потенциала».

Начнем с наиболее простой постановки вопроса. Предположим, мы решили, что выбросы должны быть ограничены величиной ассимиляционной емкости территории. Исходя из этого предположения, мы должны записать следующую задачу:

$$\{PC - T(C) - Z(x)\} \rightarrow \max \quad (6.16)$$

$$\omega C - x \leq D \quad (6.17)$$

$$c \geq 0, x \geq 0 \quad (6.18)$$

В задаче (6.16)–(6.18) максимизируется разность между доходами от реализации продукции PC и затратами по ее производству

$T(C)$ и $Z(x)$ при условии, что выбросы, равные разности $\omega C - x$, не превышают величину ассимиляционной емкости D .

Выписан для задачи (6.16)-(6.18) функцию Лагранжа и последовательно продифференцировав ее по каждой из переменных, приравняв производные нулю, получим следующие условия оптимальности:

$$P = \frac{\partial T(C)}{\partial C} + \lambda \omega \quad (6.19)$$

$$\frac{\partial Z(x)}{\partial x} = \lambda \quad (6.20)$$

Множитель Лагранжа является двойственной переменной к ограничению (6.17) и характеризует ценность единицы ассимиляционной емкости. Из равенства (6.20) следует, что оценка единицы ассимиляционной емкости равна предельным природоохранным затратам, а из (6.19) легко понять, что издержки по производству продукции складываются из затрат по ее выпуску и затрат по использованию «ассимиляционного потенциала». В данной задаче этот потенциал выступает в качестве ограниченного ресурса, имеющего ценность в силу того, что его существование позволяет экономить на природоохранных издержках. Поясним сказанное при помощи рис. 6.14.

Мы считаем, что оптимальное значение производства — C . Тогда ωC — объем отходов, образовавшихся в процессе производства.

Если бы «ассимиляционный потенциал» сократился с D до D_1 , то дополнительные издержки составили бы S , а оценка единицы ассимиляционной емкости возросла бы с λ до λ_1 .

Возвращаясь к рассматриваемой ситуации, когда величина ассимиляционной емкости составляет D , можно сказать, что S_1 — суммарные издержки по предотвращению загрязнения; S_2 — экономическая оценка «ассимиляционного потенциала» природной среды (рис. 6.15).

Мы уже отмечали, что кривая предельных природоохранных издержек может быть интерпретирована как кривая спроса на «ассимиляционный потенциал». Меняя объем предложения, мы получим различные значения оценки «ассимиляционного потенциала», или, как говорилось выше, меняя цену «ассимиляционного потенциала», мы можем регулировать спрос. Но спрос может меняться и по другим причинам. Например, возросли масштабы производства (рис. 6.16).

Объем выбросов «переместился» из точки W точку W_1 . Кривая

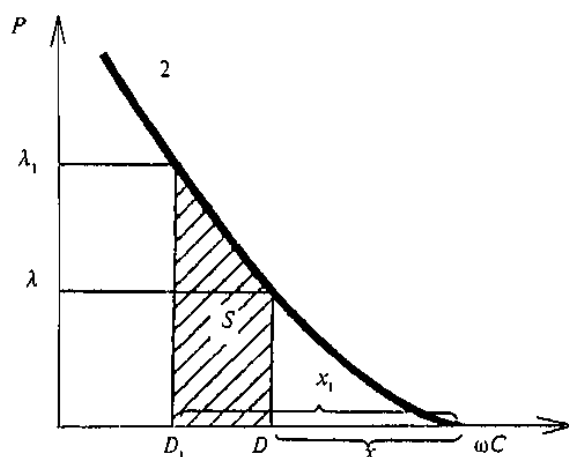


Рис. 6.14. Изменение цены на «ассимиляционный потенциал» при его сокращении.

Обозначения те же, что и на рис. 6.13.

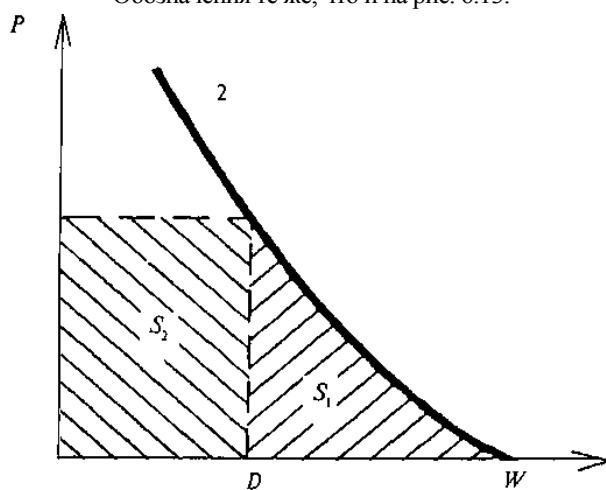


Рис. 6.15. Так подразделяется экономическая оценка «ассимиляционного потенциала».

Обозначения те же, что и на рис. 6.13.

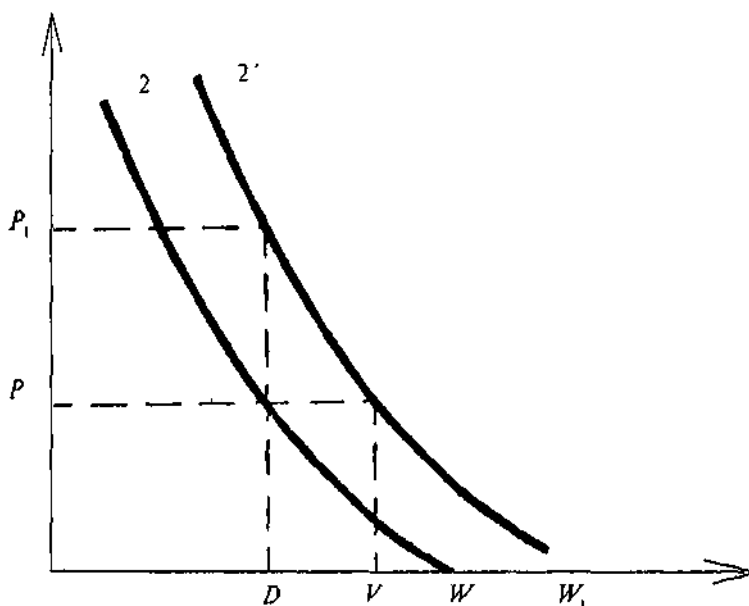


Рис. 6.16. Рост масштабов производства и сдвиг функции предельных затрат на очистку выбросов.

2 — старая функция предельных затрат на очистку выбросов; 2' — новая функция предельных затрат на очистку выбросов.

предельных издержек, которую мы считаем кривой спроса, сдвинулась вправо. Объем предложения остался неизменным, и поэтому цена увеличивается. Из точки P она перемещается в точку P_1 . Если бы, допустим, мы использовали механизм платежей за выбросы, то все закончилось бы тем, что при плате, фиксированной на уровне P , объем выбросов увеличился бы до величины V , и пришлось бы пересматривать ставку платежа для того, чтобы удержаться в точке D .

Теперь предположим, что в результате развития технологий обезвреживания отходов предельные издержки по улавливанию выбросов снизились (рис. 6.17).

Если бы мы использовали платеж за загрязнение, то с P_1 цена упала бы до P_2 . Учитывая реальную динамику спроса и цены (изменение цены несколько опаздывает по сравнению с изменением спроса), можно сказать, что при упавшем спросе цена по-прежнему может находиться на достаточно высоком уровне. Она не

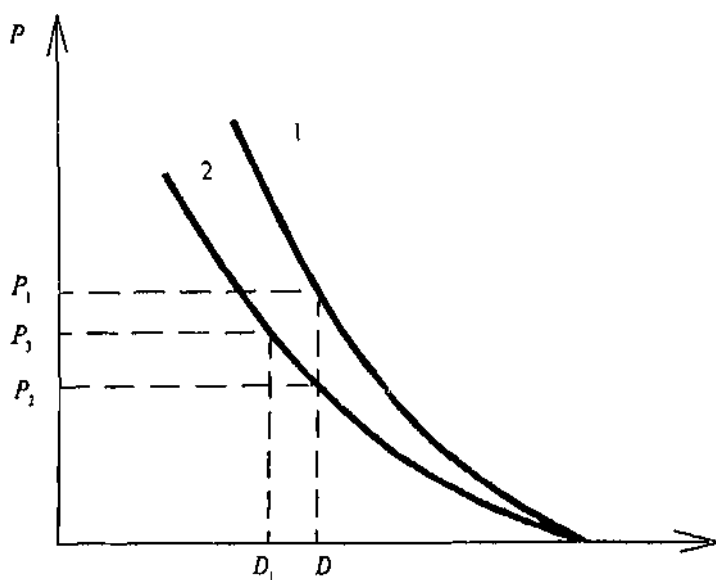


Рис. 6.17. Снижение предельных затрат на очистку выбросов (улавливание выбросов).

1,2 — старый и новый спрос на «ассимиляционный потенциал» соответственно.

упадет до уровня P_2 — новой точки равновесия, а установится, скажем, на отметке P_3 . Это означает, что спрос на «ассимиляционный потенциал» несколько сократится и переместится в точку D , т.е. будет ниже, чем задумывалось. Поэтому момент смены технологий очистки сопровождается относительным сокращением спроса на разрешения на выбросы. Государство может использовать такую ситуацию, если хочет добиться уменьшения нагрузки на окружающую среду.

Если мы отказываемся от предпосылки о том, что хотим ограничить выбросы на уровне D , то должны задаться вопросом: во что обойдется обществу увеличение предложения «ассимиляционного потенциала»? Очевидно, увеличение нагрузки на окружающую природную среду свыше уровня D приведет к возникновению экономического ущерба от загрязнения окружающей среды. Этот ущерб будет измерителем затрат, которые общество готово понести для увеличения предложения «ассимиляционного потенциала». Обратимся к рис. 6.18, на котором наряду с кривой спроса на «ассимиляционный потенциал» представлена кривая предельного ущерба.

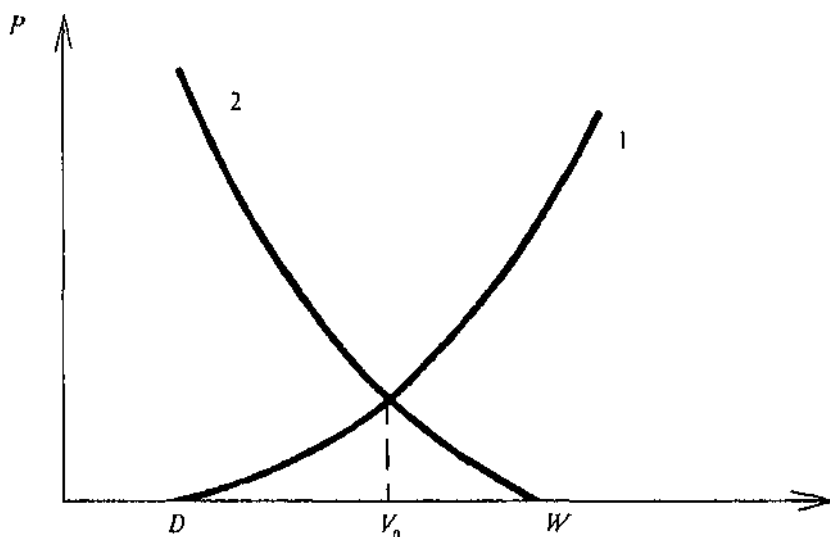


Рис. 6.18. Новая трактовка рынка «ассимиляционного потенциала».

1 — спрос на «ассимиляционный потенциал»; 2 — кривая предельного ущерба, т.е. тех затрат, которые необходимы для того, чтобы увеличить предложение «ассимиляционного потенциала».

Кривая предельного ущерба дает представление о затратах общества на увеличение предложения «ассимиляционного потенциала». Как мы уже знаем, оптимальное предложение «ассимиляционного потенциала» достигается в точке K , где пересекаются кривые предельных природоохранных издержек и предельного ущерба, а в тех терминах, в которых мы рассуждаем сейчас, — это точка пересечения кривой спроса и кривой предельных затрат, обеспечивающих удовлетворение спроса.

Как же в этом случае может быть интерпретирована величина V_0 ? Согласно данному ранее определению «ассимиляционного потенциала», мы не можем говорить о величине V_0 как об «ассимиляционном потенциале». Правильнее говорить о том, что V_0 — это объем прав на размещение отходов в окружающей среде, которые предоставляются предпринимателям, использующим опасные для окружающей среды технологии. Этот объем может совпадать, а может и не совпадать с «ассимиляционным потенциалом» окружающей среды. Все зависит от стратегии, выбранной обществом, т.е. от того, на каком уровне качества окружающей среды остановится его выбор.

5. ЭКСТЕРНАЛЬНЫЕ ИЗДЕРЖКИ И СОБСТВЕННОСТЬ НА «АССИМИЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ»

Как было установлено, издержки, вызываемые загрязнением окружающей среды, являются для предприятия-загрязнителя внешними (или экстернальными). Внешние они потому, что для самого предпринимателя ущерб, вызванный его деятельностью, никак не влияет на издержки его производства. Остальные издержки для него внутренние, т.е. такие, которые образуются непосредственно на его предприятии.

Осуществляя какое-либо действие, предприниматель (или индивид) создает сложности для других предпринимателей: либо ограничивает возможные сферы их деятельности (например, не дает возможности собственнику участка земли, находящейся вблизи завода, разместить там жилье); либо заставляет других предпринимателей увеличивать их собственные издержки (например, затрачивать средства на предварительную очистку загрязненной воды); либо приводит к прямым потерям дохода (снижение урожайности сельскохозяйственных культур под воздействием вредных выбросов, ускорение коррозии металлов и т.п.).

Если мы отвлекаемся от проблемы несовпадения интересов различных элементов общества, то все эти издержки не менее важны для него, чем прямые затраты конкретного производителя. Поэтому-то в рамках экономической теории социализма (но только в теории!) проблема экстернальных издержек не возникала. Она была полностью заменена проблемой подсчета ущерба, сложной с технической точки зрения и простой с точки зрения теории.

С теоретической точки зрения для политического режима, основанного на общественной собственности, было безразлично, где осуществлялись издержки — на предприятии-загрязнителе или вне его. И те, и другие затраты в равной мере важны, и общество, являясь собственником завода, который загрязнял близлежащую территорию, и имущества, расположенного на данной территории, терпящего ущерб от ухудшения качества среды, должно было быть заинтересованным в минимизации суммарных издержек. Стремление социалистического общества (т.е. общества, основанного на общественной собственности) к минимизации внутренних и внешних издержек загрязнения, казалось бы, было внутренне присуще этому обществу, т.е. следовало из его конституирующих признаков.

В этих теоретических моделях категория «ущерб», заменившая понятие «экстернальные издержки», была расчетной величиной, необходимой для нахождения точки оптимума загрязнения окру-

жающей природной среды. Попробуем взглянуть на категорию «ущерб» с точки зрения субъектов, имеющих различные интересы. В таком контексте ущерб возникает в том случае, если нарушены чьи-то права, если имеются как минимум два собственника. Тогда экстерналинные издержки одного можно назвать ущербом для другого.

Для того чтобы можно было говорить об экстерналинных издержках, следует определить точку отсчета, характеризующую распределение прав между тем, кто загрязняет, и теми, кто испытывает воздействие этого загрязнения.

Начнем рассмотрение с локального уровня. Предприятие оказывает вредное воздействие на определенную территорию. Предположим, что предприниматель является собственником данной территории. В связи с загрязнением могут возникнуть следующие издержки, классифицируемые с точки зрения предпринимателя:

- падение отдачи основного производства;
- падение отдачи других производств, которые он сам же разместил на территории, подверженной воздействию;
- потери на плате за сдачу в аренду участков земли, находящихся в загрязненной зоне.

Все перечисленные издержки будут для предпринимателя внутренними. Выбирая стратегию поведения, он сам как собственник участка взвешивает возможные затраты и результаты, при этом внутренние издержки-затраты предотвращения загрязнения для него не менее важны, чем внешние — потери продукции на других производствах, потери арендной платы и т.п.

С точки зрения реципиента его собственные издержки, связанные с загрязнением на данной территории, не являются ущербом. Если он берет в аренду участок земли в зоне влияния завода и знает, что из-за этого потеряет определенную прибыль, то, заключая арендный договор, учтет эти потери при определении уровня арендной платы. Таким образом, издержки, связанные с загрязнением, первоначально проявляются в потерях арендатора, а затем перекладываются через арендную плату на собственника участка, который в рассматриваемом случае и выступает в качестве виновника загрязнения.

Теперь предположим, что уровень выбросов увеличивается. В этом случае интерес представляют взаимоотношения собственника с арендатором. Последний оказывается в неожиданной для него ситуации. Если требования к качеству окружающей среды были зафиксированы в арендном договоре, то арендатор может либо

блокировать повышение уровня загрязнения, либо потребовать адекватную компенсацию. Это означает, что экстерналинные издержки опять-таки перекладываются на виновника загрязнения и в итоге превращаются в его внутренние издержки.

Итак, в данном примере мы имеем дело с ситуацией, когда существующая институциональная структура обеспечивает интернализацию внешних издержек, т.е. превращает внешние издержки во внутренние.

Рассмотрим другой пример. Предприниматель желает построить предприятие, которое будет оказывать вредное воздействие на определенную территорию.

Предположим, что существует собственник этой территории, причем границы его собственности полностью покрывают очаг загрязнения. В этом случае собственник включает в арендную плату некоторую составляющую, которая, по его мнению, компенсирует величину ущерба, наносимого загрязнением. В арендном договоре указываются объемы выбросов, которые разрешены предпринимателю. Изменение объема выбросов — предмет нового соглашения. Арендатор и собственник могут договориться, а могут и не договориться. Если они не договорились, то предприниматель вынужден придерживаться уровня выбросов, установленного первоначально.

Теперь предположим, что предприниматель имеет дело с несколькими собственниками, чье имущество подвергнется ущербу в связи с размещением нового предприятия.

Предприниматель может о чем-то договориться с собственником участка, который он берет в аренду под размещение предприятия, а затем установить выбросы на таком уровне, который он сам считает целесообразным. В этом случае у «соседей» возникает ущерб от загрязнения, который является для рассматриваемого предпринимателя экстерналинными затратами. Каким может быть механизм интернализации внешних издержек? Если бы предприниматель вступил в переговоры со всеми, кто испытывает вредные последствия от воздействия его предприятия на окружающую среду, то в конечном счете ситуация свелась бы к предыдущей. В конце концов в результате переговоров мог бы быть найден компромисс, заключающийся в компенсации нанесенного ущерба и отнесении этих компенсаций на виновника загрязнения, т.е. для предпринимателя издержки из внешних превратились бы во внутренние.

Все это делает необходимым понять, какой институциональный механизм будет заставлять предпринимателя вступать в переговоры и считаться с мнением жертв загрязнения. Казалось

бы, наиболее простой путь — законодательное закрепление принципа компенсации ущерба, когда реципиенты через суд могут предъявить иск предпринимателю и взыскать с него положенную сумму.

Один из подходов заключается в реализации следующего принципа: всякий ущерб должен быть компенсирован. Это соответствует рассмотренному выше принципу «платит загрязнитель». Тогда жертва загрязнения может через суд взыскать ущерб с виновника загрязнения. Но если условия компенсации не определены заранее, то неизбежно возникновение технических сложностей, и в первую очередь по определению величины ущерба. Если можно более или менее объективно оценить ущерб, наносимый сельскому хозяйству или основным производственным фондам, то в отношении здоровья населения могут возникать серьезные противоречия.

Люди по-разному будут оценивать ущерб, причиняемый их здоровью, при этом невозможно будет найти каких-либо объективных измерителей. Невозможно будет доказать, в какой именно мере каждый из реципиентов понес экономический ущерб в результате ухудшения здоровья. Но даже если и удастся подсчитать все составляющие этого ущерба (дополнительные издержки, связанные с расходами на медицину, потери продукции из-за частичной утраты трудоспособности и т.п.), то и тогда остается одна нерешаемая задача — экономическая оценка социального ущерба от заболеваемости.

Здоровье выступает как самостоятельное благо и для каждого человека имеет определенное значение. Экономическая оценка данного социального блага означала бы попытку измерения затрат замещения социального блага экономическими. В принципе и эту составляющую можно оценить на основе анализа поведения потребителей.

Известны некоторые косвенные методы таких оценок. Например, исследование данных по стоимости жилья в различных районах (один из факторов, определяющих их различия, — качество окружающей среды) может продемонстрировать фактическое поведение потребителей, выбирающих между дешевизной жилья и чистым воздухом. Тем не менее если вдруг в экологически благополучном районе в результате строительства предприятия ухудшится состояние окружающей среды и жителям будут предложены компенсации, определенные с помощью обсуждавшегося выше метода, реципиенты скорее всего не согласятся, так как их потребительская оценка хорошего состояния окружающей среды может оказаться выше, чем раз-

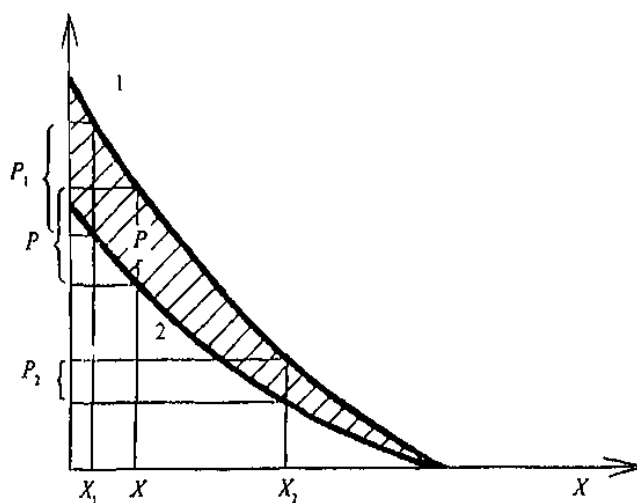


Рис. 6.19. Рынок жилья с учетом экологической составляющей.

1 — спрос на жилье с учетом экологической составляющей; 2 — спрос на жилье без учета экологической составляющей.

ница в стоимости жилья, вызванная различной экологической обстановкой. Рассмотрим рис. 6.19.

На рис. 6.19 приведена функция спроса на качество окружающей среды, определенная для жителей, которые проживают в экологически благоприятном районе, если P — «экологическая» составляющая стоимости жилья, определенная на основе анализа сделок по его купле-продаже. Если P будет величиной компенсации за размещение экологически вредного объекта, то эта компенсация удовлетворит лишь часть жителей данного района, функция спроса которых расположена правее точки X , для других такая компенсация неприемлема.

Предприниматель может пойти на выплату дифференцированных компенсаций, например, P_1 получит тот, чей спрос определяется точкой X_1 , а P_2 — тот, у кого спрос — X_2 . Но тогда механизм компенсации ущерба будет достаточно сложным. Виновник загрязнения должен будет вступать в переговоры с заинтересованными сторонами, в результате чего они придут к компромиссу. В таком случае и уровень загрязнения, и размеры компенсаций будут результатом этого компромисса. Заметим, что для плодотворности переговоров, во-первых, необходимо равноправие сторон перегово-

воров; во-вторых, стороны переговоров должны иметь возможность вести эти переговоры. Причем речь идет не только о технической возможности вести переговоры, но и о реальной возможности принимать решение по поводу допустимого уровня загрязнения окружающей среды. Имеется в виду следующее: стороны могут договориться об увеличении загрязнения до определенного уровня. Однако такой уровень загрязнения может противоречить некоторым ограничениям, установленным на основе экологических требований или международных конвенций.

В любом случае переговоры должны вестись в определенных рамках, ограничивающих стратегию как предпринимателя, так и реципиентов. Переговоры при условии не вполне определенных прав и обязанностей сторон могут быть дорогостоящими. Затраты по достижению компромисса и заключению сделки могут оказаться столь велики, что сведут к нулю эффект, получаемый сторонами сделки. Внесение определенности путем регламентации прав реципиентов и предпринимателей, создание механизма принятия решений и его институциональное закрепление позволят минимизировать эти затраты.

По нашему мнению, данная цель может быть достигнута путем формирования институционального механизма использования «ассимиляционного потенциала» природной среды. Функционирование такого механизма обеспечит интернализацию экстерналий издержек, связанных с загрязнением окружающей среды.

Для обеспечения рационального использования «ассимиляционного потенциала» необходимо введение имущественных прав на него. В этом случае экстерналии издержки превращаются во внутренние. Либо пользователь «ассимиляционного потенциала» (предприятие-загрязнитель) платит собственнику; либо собственник сам использует «ассимиляционный потенциал», экономя на издержках по борьбе с загрязнением (если он организовал производство, сопряженное с выбросами); либо получает дополнительные доходы от сельского хозяйства, туристического или другого бизнеса, требующего хорошего качества природной среды.

ВЫВОДЫ

Под «ассимиляционным потенциалом» природной среды понимается ее способность обезвреживать и перерабатывать вредные вещества без изменения ее основных свойств. В этом смысле «ассимиляционный потенциал» можно рассматривать как природный ресурс, который имеет свою экономическую оценку, отражающую ценность данного ресурса. Ценность ресурса заключается в том, что

благодаря его наличию общество может позволить себе экономить на природоохранных издержках.

Введение прав собственности на «ассимиляционный потенциал» обеспечит его рациональное использование. Владелец «ассимиляционного потенциала» природной среды сопоставляет затраты и результаты, связанные с использованием «ассимиляционного потенциала». Он может передавать предпринимателю права пользования данным ресурсом, т. е. разрешить его загрязнение, и получить при этом установленную компенсацию. Владелец «ассимиляционного потенциала» понесет определенные убытки от ухудшения качества окружающей среды, которые он будет воспринимать как затраты, позволяющие получить доход — плату за использование «ассимиляционного потенциала» территории.

В конечном счете груз природоохранных издержек в основном ложится на конечного потребителя продукции, который платит за это, используя «ассимиляционный потенциал».

Глава VII

ЭКОНОМИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Ценность воды, как и других природных ресурсов, заключается в том, что при ее использовании возникают доходы. Аналогично другим факторам производства вода участвует в создании продукта, величина которого зависит в том числе и от естественных свойств водоема. При наилучшем из возможных способов использования водоем приносит ренту. Проблема заключается в том, что, как и в случае с «ассимиляционным потенциалом» природной среды, достаточно трудно интернализировать эти доходы или потери, связанные с нерациональным использованием водоемов.

1. МАКСИМИЗАЦИЯ ДОХОДОВ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Рассмотрим, какие меры должны быть приняты для того, чтобы максимизировать экономические результаты от эксплуатации водного объекта. Таким объектом может быть замкнутый водоем, участок реки, артезианская скважина и т.п. сами по себе или в совокупности с иммобильными фондами, обеспечивающими процесс их эксплуатации (гидротехнические сооружения и пр.). Тот, кто владеет фондами, обеспечивающими доступ к водоему, может

оказывать существенное влияние на процесс образования и распределения рентных доходов.

Возрастающая потребность в воде вызывает необходимость хозяйственного освоения ее новых источников, различающихся по эксплуатационным свойствам (качество воды, удаленность от потребителя и т.п.), что создаст объективные условия для образования дифференциальной ренты I. Наращивание дополнительных затрат материальных и трудовых ресурсов на улучшение качественного состояния водного объекта, снижение потерь воды и т.д., способствуют возникновению дифференциальной ренты II.

Рассмотрим следующую обобщенную модель:

$$\sum_{i=1}^n u_i(C_i, \hat{V}_i) \rightarrow \max \quad (7.1)$$

$$\sum_{i=1}^n [C_i + N_i + F_i(\tilde{V}) + \varphi(M_i)] \leq L \quad (7.2)$$

$$\hat{V}_i \leq \tilde{V}_i - M_i, i = 1, \dots, n \quad (7.3)$$

$$\sum_{j=1}^i \hat{V}_j \leq \sum_{j=1}^i [V_j^0 + \Delta V_j(N_j)], i = 1, \dots, n \quad (7.4)$$

$$C_i \geq 0; N_i \geq 0; \hat{V}_i \geq 0; M_i \geq 0, \quad (7.5)$$

где $u_i(C_i, V_i)$ — доходы предприятий-водопользователей, получающих воду из водохозяйственной системы участка i ; C_i — затраты предприятия; V_i — объем конечного потребления воды; V_i — объем воды, забираемой из водохозяйственной системы i ; M_i — потери воды при ее подаче потребителю; N_i — затраты по переводу дополнительных ресурсов из категории потенциальных в категорию располагаемых (т.е. издержки по увеличению приходной части водохозяйственного баланса (ВХБ)); $\Delta V_i(N_i)$ — прирост располагаемых водных ресурсов источника i (на водохозяйственном участке i) при затратах N_i ; $F_i(V_i)$ — затраты по забору, подготовке, подаче и отведению воды; $\varphi_1 M_i$ — затраты по сокращению потерь воды или эксплуатации источника i до уровня M_i ; V_i^0 — объем располагаемых водных ресурсов (естественная продуктивность) источника i .

Критерий (7.1) означает, что выбирается такая стратегия водопотребления, при которой достигается наибольший эффект от использования водных ресурсов, относящихся к рассматриваемой системе взаимосвязанных источников (в практике они называются водохозяйственными участками). При этом неважно, что именно

представляют собой источники. Главное, что между ними существует взаимосвязь и все они связаны последовательно. Ресурсы, не использовавшиеся полностью (за вычетом санитарного запаса T^0 , т.е. минимального количества воды, которое должно обязательно быть в водоеме) на участке i , автоматически становятся дополнительными ресурсами на участке $i+1$. Это свойство формализовано при помощи неравенства (7.4).

Здесь, как и в разделе, посвященном истощаемым ресурсам, мы используем идею модели, связанную с резервированием, но в ином ракурсе. Разница в том, что там квоты потребления распределены во времени, а в модели (7.1—7.5) — в пространстве. Наиболее наглядно ситуация, описанная в модели, иллюстрируется на примере речного бассейна, в котором последовательное расположение водохозяйственных участков предопределено естественными условиями.

Неравенство (7.2) означает, что суммарные затраты не должны превышать определенного уровня. Следует заметить, что и функциональная зависимость $c_i(C_i, V_i)$, и вид ограничения (7.2) выбирались таким образом, чтобы формализовать возможность замещения водного фактора затратами на другие виды деятельности. Подразумевается, что потребность в воде может удовлетворяться как за счет дополнительного вовлечения водных ресурсов в сферу хозяйственной деятельности (увеличение V_i), так и путем сокращения водоемкости производства — увеличение $c_i(C_i, V_i)$ при фиксированном значении V_i . благодаря наращиванию C_i .

Неравенство (7.3) устанавливает взаимосвязь между забором воды V_i , потерями при ее доставке потребителю M_i и конечным потреблением V_i . Сокращение потерь как бы увеличивает приходную часть ВХБ. Поэтому борьбу с потерями можно весьма условно отнести к интенсивным мероприятиям, так как она направлена на улучшение промежуточных результатов функционирования водохозяйственного комплекса.

Рассматриваемая модель дает возможность определить предельные затраты на воду и рентную оценку водных ресурсов для всех участков, а также установить принципы водохозяйственного районирования, т.е. принципы выделения независимых друг от друга в экономическом отношении участков водной системы.

Рассмотрим основные свойства, полученные нами при анализе необходимых условий оптимальности. Пусть μ — двойственная оценка к ограничению (7.2), а η_i и λ_i — к системам ограничений

(7,3) и (7.4). Тогда

$$\frac{\partial u_i(C_i, \hat{V}_i)}{\partial \hat{V}_i} - \mu \frac{\partial F_i(\tilde{V}_i)}{\partial \tilde{V}_i} = \sum_{j=1}^n \lambda_j \quad (7.6)$$

Равенство (7,6) означает, что оценка воды на водохозяйственном участке i (обозначим ее $\hat{\lambda}_i = \sum_{j=1}^n \lambda_j$) равна разности между дохо-

дами от использования воды и затратами по удовлетворению потребностей в воде на заданном уровне.

Рассмотрим закономерности образования λ_i . Если каждый створ критический, т.е. на каждом водохозяйственном участке располагаемые ресурсы получают полное использование, то $\lambda_i > 0$; $j=1, \dots, n$ и, следовательно, $\lambda_i > \lambda_{i+1}$; $i=1, \dots, n-1$. Иными словами, оценка воды в районах, расположенных ниже по течению реки, меньше, чем в расположенных выше. Это свойство вполне объяснимо. Если бы, например, выполнялось обратное и степень лимитированности воды на участке i оказалась выше, чем на участке $i-1$, то, сократив водопотребление выше по течению, несложно было бы добиться прироста критерия и уравнивания оценок.

Модель (7.1-7.5) позволяет обосновать критерий водохозяйственного районирования: если для некоторого i^0 , $\lambda_{i^0}^0 > 0$, то на реке имеется критический створ, расположенный на выходе i^0 источника i . В этом случае образуется изолированный водохозяйственный район с собственным водохозяйственным балансом. На практике это означает, что, решая вопрос об управлении водными ресурсами в конкретном районе, оптимизируя их использование, не надо согласовывать данную стратегию со стратегией водопользования в других районах. Если для всех $j < i^0$, $\lambda_j = 0$, то все районы, лежащие выше по течению, включаются и рассматриваемый район.

Таким образом, критерием выделения обособленного водохозяйственного района является положительное значение λ_1 . Тогда между районами i и $i+1$ имеет место критический створ, через который проходит только санитарный попуск.

Имеется еще один случай выделения обособленных водохозяйственных районов — при нелимитированности водного фактора. В терминах модели — это равенство нулю всех λ_i , $i = 1, \dots, n$. Нарастивание потребления воды на одном участке не препятствует приросту водопотребления на других, поэтому для каждого из них может быть составлен обособленный водохозяй-

ственный баланс, оптимизируемый в пределах отдельно взятого района.

Затраты по привлечению дополнительных водных ресурсов путем перевода их из категории потенциальных в категорию располагаемых соответствует оценке ограниченности воды. Рассмотрим следующую ситуацию: $\hat{\lambda}_i = 0; i = 1, \dots, k-1; \hat{\lambda}_k > 0$, или, что то же самое, $\lambda_i = 0; i = 1, \dots, k-1$, а $\lambda_k > 0$. Предельные затраты по привлечению дополнительных водных ресурсов в районе k и во всех вышерасположенных районах совпадают и равны рентной оценке воды λ_k . Это означает, что пополнение приходной части ВХБ района k может быть распределено в пространстве — главное, чтобы выполнялось равенство приростных характеристик.

Предельные издержки по экономии воды составляют $\frac{\partial \varphi_1(M_i)}{\partial M_i} = \frac{\partial u_i(C_i, \hat{V}_i)}{\partial \hat{V}_i}$. Они определяются ее ценностью в конечном потреб-

лении, когда вода выступает не только как природный ресурс, но и как продукт деятельности предприятий водообеспечения. Разни-

ца в оценке воды $\hat{\lambda}_k$ (как природного ресурса) и $\frac{\partial u_i(C_i, \hat{V}_i)}{\partial \hat{V}_i}$ (как природного ресурса и продукта производственной деятельности) может быть существенной.

В модели была принята гипотеза, что основная масса потерь приходится на заключительные стадии водоснабжения. Это действительно так, поскольку в крупных городах вода теряется в основном во внутрирайонных (60-70% потерь) и во внутридомовых сетях. Осуществляя затраты по экономии воды на данных объектах, мы тем самым экономим на издержках по водоснабжению и сохраняем естественный ресурс, снижая нагрузку на источник. Этим и объясняется высокий уровень приемлемых — с точки зрения рационального использования — предельных издержек, которые связаны с реализацией мероприятий, направленных на борьбу с потерями.

Говоря о предельных затратах на воду, следует выделять две ее характеристики: вода в источнике, выступающая как природный ресурс, и вода в конечном потреблении (вобравшая в себя затраты по ее доставке потребителю, предварительной очистке и водоотведению). Наряду с этим вода может удовлетворять и новый спектр потребностей, а ее использование — приносить большие доходы.

Таким образом, мы имеем дело с несколькими категориями. **Ценность воды**, или **цена воды**, находящейся в источнике, определяется суммой, которую водопотребитель, осуществляющий забор воды, платит за нее. **Оценка источника** — разность между выручкой от продажи забранной из него воды и затратами на содержание источника. **Оценка воды у конечного потребителя** — цена воды, которую он платит за воду, получаемую из водопровода. Наконец, **доход организации**, осуществляющей забор воды из источника и ее подачу потребителю, — это разница между ценой водопроводной воды и затратами на ее подачу, включая цену, затраченную на забор воды из источника.

Разграничение названных категорий имеет принципиальное значение при установлении тарифов на воду. Потребитель может забирать воду непосредственно из источника и, следовательно, участвовать в его эксплуатации наряду с другими предприятиями, включая систему водопровода, управления оросительных систем и т.п., а может получать воду опосредованно, пользуясь услугами указанных организаций.

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ И ПЛАТА ЗА ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Рассмотрим сначала предельные затраты на воду в источнике. Они, как было установлено, равны $\hat{\lambda}_k$. В приведенной выше модели мы абстрагировались от текущих затрат по эксплуатации источника, принимая их равными нулю. В результате мы сделали вывод о том, что рентная оценка равна предельным затратам. Если же предусмотреть, что на поддержание продуктивности водоемов нам надо затрачивать средства в объеме f , то мы получим вполне традиционную формулу для измерения ренты в расчете на 1 м³ воды:

$R = \hat{\lambda}_k - f$. Затраты по переводу водных ресурсов из категории потенциальных в категорию располагаемых формируют вложения в иммобильные фонды. Их эффект отражен в рентной оценке воды. Поэтому, учитывая эксплуатационные затраты, можно заключить, что размер предельных издержек по данному кругу мероприятий не должен превышать разницы $\hat{\lambda}_k - f$. Это следует из приводившегося ранее анализа оптимальных затрат при освоении природного объекта.

Итак, предельные затраты на воду $\hat{\lambda}_k$ должны лежать в основе тарифа за ее забор из источника, независимо от того, кем этот забор осуществляется.

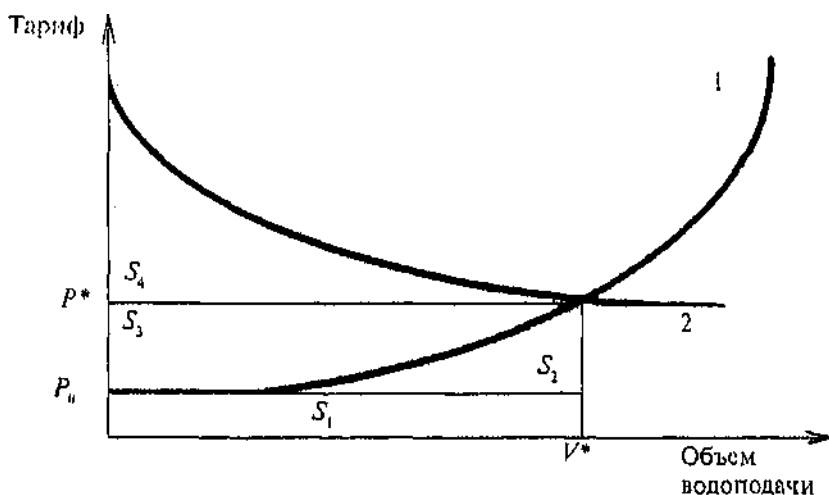


Рис. 7.1. Определение равновесного тарифа на воду.

1 — кривая предельных затрат водной компании на подачу воды с учетом того, что P_0 было заплачено за забор воды из источника; 2 — кривая спроса на воду; S_1 — заплачено водной компанией за забор воды из источника; S_2 — затраты водной компании по забору воды, на ее подачу и т.п.; S_3 — рента, которую приносит водохозяйственный комплекс; S_4 — рента, которую получает потребитель.

Теперь обратимся к другой величине, характеризующей доходы

от использования воды в конечном потреблении $\frac{\partial u_i(C_i, \hat{V}_i)}{\partial \hat{V}_i}$.

Величина конечного потребления должна интерпретироваться как цена на воду или как тариф, который водная компания получает с потребителя воды. С точки зрения теории, этот тариф определяется доходом от использования воды самым последним потребителем, чьи потребности удовлетворяются водной компанией. Таким образом, должно соблюдаться соотношение, приведенное на рис. 7.1.

$P^*V^* = S_1 + S_2 + S_3$ — такова будет выручка водной компании, если вода будет продана по тарифу P^* . В реальности дело обстоит не совсем так. Водная компания — это монополия, и практически абсолютная. К тому же монополия, которая в буквальном смысле слова контролирует трубу и регулирует воду, подаваемую каждому потребителю, а вместе с тем и тариф. Поэтому, строго говоря, рис. 7.1 не очень соответствует ситуации. С точ-

ки зрения теории здесь складываются все предпосылки для ценовой дискриминации. Монополия старается отнять у потребителя полученную им ренту S_4 путем введения дифференцированных тарифов.

В свою очередь государство старается регулировать монополию, добиваясь не только того, чтобы монополия не отнимала у потребителей S_4 , но и того, чтобы монополия не получила рентный доход S_3 . Реальные тарифы складываются в процессе переговоров. В конечном счете возникающая рента каким-то образом перераспределяется. (В микроэкономике поведение монополии и максимум ценовой дискриминации рассматриваются достаточно подробно. Мы не ставим перед собой задачу пересказывать эти рассуждения. Далее мы просто вернемся к простейшему случаю, когда тариф равен P^* .)

Рассмотрим еще один аспект измерения тарифов на воду. На основе анализа модели можно сделать вывод, что P^* характеризует расходы замещения водного фактора другими ресурсами или

затраты замещения: $-\frac{\partial C_i}{\partial \tilde{V}_i} = \lambda_k + \frac{\partial F_i(C_i, \tilde{V}_i)}{\partial \tilde{V}_i}$, т.е. речь идет об

альтернативной стоимости воды.

Это свойство оптимального решения позволяет предложить упрощенный метод для установки тарифа на воду, забираемую конечными потребителями. Тариф рассчитывается по формуле

$$p = \frac{\Delta W}{\Delta Z}$$

где ΔW — объем условной экономии воды при переходе на водосберегающие технологии; ΔZ — затраты, необходимые для реализации данных мероприятий.

В свою очередь ΔW можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Delta W = (W_0 - W_1)x_1.$$

где W_0 — водопотребление производства базового периода; W_1 — водоемкость производства, достигнутая в результате реализации водосберегающих мероприятий; x_1 — объем производства.

Здесь мы выходим на важный метод косвенного определения оценки природных ресурсов. Речь идет о готовности платить за получаемую воду. Потребитель, размышляя о своей готовности платить, в первую очередь сопоставляет предполагае-

мый тариф P^* с теми потерями, которые он понесет, если не получит воду, или затратами на ее альтернативную замену чем-то другим.

Особый интерес представляют вопросы оценки запасов подземных вод. Если их источники расположены в пределах территории, обслуживаемой централизованной системой водоснабжения, то предельные затраты определяются, исходя из уровня P^* . Последние корректируются в большую или меньшую сторону в зависимости от качества подземных вод и воды, получаемой из водопровода.

В основе рентной оценки подземной воды наряду с эффектом, приносимым водными ресурсами данного региона, лежит еще и экономия затрат по ее доставке потребителю (так, скважину можно пробурить достаточно близко к потребителю). Если же централизованная система водоснабжения отсутствует или оцениваемый источник находится вне сферы ее обслуживания, то 1 м³ подземной воды оценивается по предельному эффекту у потребителя, определяемому экономией затрат по удовлетворению потребности из поверхностных источников.

Нередки ситуации, когда подземный источник не имеет самостоятельного значения и используется только в совокупности с другими ресурсами, находящимися в монопольном пользовании предприятия, к которому он относится. Тогда оценка подземного источника отдельно не рассчитывается, а измеряется общая оценка объекта природопользования, в основе которой лежит эффект совместного использования подземных вод и других ресурсов (например, сельскохозяйственных угодий). Аналогичным образом следует поступать, когда речь идет о локализованном источнике поверхностных вод.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ И ПЛАТА ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ

Раньше мы не говорили подробно об оценке качества воды. Далее мы рассмотрим взаимосвязи оценок водных ресурсов и ассимиляционного потенциала водоемов. Решение этой проблемы имеет большое значение при разработке согласованной системы тарифов за забор свежей воды и сброс загрязненных стоков.

Для того чтобы уяснить взаимосвязь платежей за забор свежей воды и сброс в водоем загрязненных примесей, обратимся к абстрактной модели рационального использования водных ре-

сурсов в рамках региона (изолированного водохозяйственного района).

В модели, разработанной для обособленного водохозяйственного района, рассматриваются следующие зависимости: $u(C, D)$ — доход от использования продукции, произведенной и данным ре-

гионе при уровне загрязнения водоема D . $\frac{\partial u(C, D)}{\partial D} < 0$, так как рост

загрязнения водоема, выражающийся в увеличении D , приводит к потерям, дохода. Величина D показывает, насколько концентрация загрязнителей, содержащихся в водоеме, превосходит уровень предельно допустимой концентрации (ПДК). Если фактическая концентрация загрязнителя не превосходит ПДК, то D равно нулю. В противном случае $D > 0$. Сложив значения D и ПДК и умножив полученную сумму на объем водных ресурсов, получим количество примесей, содержащихся в водоеме. $F(C, D)$ — затраты на производство продукции в объеме C при качестве воды на уровне D . Предполагается, что, забирая загрязненную воду, производители вынуждены осуществлять дополнительные затраты по доведению ее качества до требуемых норм.

Ухудшение качества продукции и условий жизнедеятельности отражено введением функциональной зависимости между отходами от эксплуатации источников и уровнем загрязнения. (V) — затраты по переводу водных ресурсов из категории потенциальных в категорию располагаемых; V — прирост располагаемых водных ресурсов; $\varphi(y)$ — затраты по обезвреживанию вредных примесей, содержащихся в сбрасываемых стоках (затраты по предотвращению загрязнения водоема); y — объем обезвреженных примесей; w — водоемкость производства конечной продукции; p — санитарный попуск; k — образование вредных примесей в расчете на единицу производимой продукции; r — предельно допустимая концентрация примесей в водоеме.

Запишем модель:

$$\{u(C, D) - F(C, D) - F(\hat{V}) - \varphi(y)\} \rightarrow \max \quad (7.7)$$

$$wC \leq V + \hat{V} - p \quad (7.8)$$

$$kC - y \leq (D + 1)p \quad (7.9)$$

$$p \leq p_0 \quad (7.10)$$

$$C_0 \geq 0; D \geq 0; \hat{V} \geq 0; y \geq 0 \quad (7.11)$$

По сути дела, мы совместили две модели: модель оценки ассимиляционного потенциала природной среды, изученную и предыдущем параграфе, и упрощенный вариант представленной выше модели оценки водных ресурсов, сформулированной для одного изолированного (в экономическом отношении) водохозяйственного района с линеаризацией ряда зависимостей.

В модели (7.7-7.11) максимизируется прибыль от использования воды. Неравенство (7.8) означает, что безвозвратный водозабор (w), который рассчитывается с учетом последующего возврата воды в источник (мы абстрагировались от мероприятий по водоотведению и обеспечению требуемого режима водопользования), не должен превышать располагаемые водные ресурсы за вычетом санитарного попуска. Размер последнего — оптимизируемая переменная. Его наращивание увеличивает ассимиляционные способности водоема, и тем самым сокращается ущерб от загрязнения. Поэтому следствием прироста безвозвратного водопотребления становится не только количественное, но и качественное истощение водоема.

Неравенство (7.9) определяет соотношение между количеством вредных примесей, попавших в водоем ($kC - y$), и переменной, характеризующей его состояние D . Эта переменная строится по принципу, предложенному в предыдущем параграфе. Если

концентрация вредных веществ $\frac{kC - y}{p}$ не превышает ПДК (т.е.

выполняется неравенство $kC - y \geq p\rho$), то значение переменной D равно нулю. Если $kC - y > p\rho$, то она приобретает положительное значение.

Таким образом, коэффициент $1+D$ показывает, во сколько раз концентрация вредных примесей превышает ПДК.

В качестве приемлемой аппроксимации ассимиляционной емкости воздушного бассейна предлагалось рассматривать уровень предельно допустимых выбросов. В данном случае этот подход не вполне приемлем потому, что применение его аналога — предельно допустимого сброса (ПДС) — не вполне корректно. Уровень ПДС не фиксирован. Он определяется, исходя из значения ПДК и размеров санитарного попуска, который является оптимизируемой переменной.

Ограничение (7.10) означает, что на величину санитарного попуска могут налагаться ограничения, устанавливаемые исходя из гидрологических, социальных и других соображений (p_0 — нижняя граница санитарного попуска).

Из необходимых условий оптимальности можно получить следующие выводы [λ и μ — двойственные оценки ограничений (7.8) и (7.9)]:

$$\frac{\partial u(C, D)}{\partial c} = \frac{\partial F(C, D)}{\partial c} + \lambda w + k\mu \quad (7.12)$$

Цена произведенной продукции складывается из затрат по ее производству, издержек, связанных с безвозвратным забором свежей воды, и издержек загрязнения. λ — это оценка воды или ресурса, а μ — оценка «ассимиляционного потенциала» водоема.

Наибольший интерес представляет соотношение (7.13):

$$\lambda = (D+1)\mu\rho \quad (7.13)$$

Оно устанавливает взаимосвязь оценки воды и оценки предельных природоохранных затрат:

$$\mu = \frac{\lambda}{(D+1)\rho} \quad (7.14)$$

Если трактовать и как плату за загрязнение водоема, то плата за загрязнение прямо пропорциональна оценке воды и обратно пропорциональна уровню ПДК и индексу загрязнения водоема D . Поскольку $(D+1)\rho$ представляет собой значение концентрации загрязнителей водоема, допустимое в оптимальном плане, постольку плата за загрязнение или оценка ущерба может интерпретироваться как экономическая оценка такого количества воды, в котором нужно растворить сбрасываемый загрязнитель, чтобы его концентрация равнялась оптимальному значению.

Предположим, что не допускается загрязнение водоема выше уровня ПДК, т.е. $D = 0$. Тогда плата за загрязнение (или ущерб от загрязнения) определяется оценкой воды, необходимой для разбавления стоков (доведения концентрации примесей до уровня ПДК).

Выполнение (7.10) в форме равенства означает ограниченную свободу маневра при решении вопроса о степени выполнения водоемом ассимиляционных и производственных функций. В этой

ситуации может нарушиться установленное выше соотношение между тарифом на воду и сбросами в нее.

Конечно, предложенный подход к определению тарифов на воду и ставок платежей за сброс в водоем загрязнителей может использоваться, но тогда, когда основные параметры водопользования близки к оптимальным. В противном случае необходимы специальные приемы для расчета тарифов, выбираемые в результате анализа конкретной ситуации. По предложенным выше формулам могут определяться ориентировочные тарифы. Они должны корректироваться в процессе функционирования экономики на основе результатов содержательного анализа состояния водных систем, проводимого с использованием формализованных процедур и экспертных оценок. При этом очень важным представляется вывод о прямой зависимости между платежами за сброс в водоем вредных примесей и тарифом за забор свежей воды, полученный нами при исследовании модели (7.7—7.11). Если водоем находится на грани исчерпания, то необходимо одновременно повышать и тариф на воду, и плату за сброс загрязнителя. То же самое — при угрожающем увеличении уровня загрязнения водоема.

Этот конкретный вывод подтверждает более общий вывод о том, что плата за загрязнение базируется на экономической оценке «ассимиляционного потенциала» природной среды. «Ассимиляционный потенциал» водоема напрямую зависит от объема воды, содержащегося в источнике. Следовательно, его оценка измеряется оценкой водных ресурсов. Чем больше забирается воды на нужды промышленности, сельского и коммунального хозяйств, тем меньше способности водной среды к самоочищению. Таким образом, и безвозвратный водозабор, и сброс в водоем примесей приводят к одинаковому результату — расходованию ассимиляционной емкости водного источника.

ВЫВОДЫ

Оптимальное использование предполагает реализацию комплекса согласованных мер как на водном объекте (водном источнике), так и в системе подачи воды конечному потребителю.

Эффективность использования самого водного ресурса зависит от того, насколько развита система водоотдачи и водоотведения.

Выделяют следующие элементы системы оценки воды: цена воды в источнике; цена воды у конечного потребителя; рентная оценка водного объекта; рентная оценка имущественных фондов системы во-

доснабжения; рента, получаемая потребителем воды. Все эти категории должны приниматься во внимание при управлении процессом использования водных ресурсов.

Институциональная система складывающейся системы водоснабжения достаточно сложна. Положение в этой системе водных компаний приводит к возникновению условий для ценовой дискриминации. Поэтому важно принимать адекватные меры для регулирования водных компаний.

Процесс оптимизации использования водных ресурсов должен сочетаться с управлением качеством водоемов. Оценка «ассимиляционного потенциала» источников воды, а также оценка самого «ассимиляционного потенциала» базируются на единых принципах и должны использоваться совместно.