

Глава первая

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ИХ СОКРАЩЕНИЯ

Любая производственная деятельность обязательно связана с воздействием на окружающую среду. Вопрос лишь в том, что такое воздействие может быть большим или меньшим. Наряду с тем, что производство различных товаров приводит к неодинаковому загрязнению, сами масштабы вредного воздействия могут быть сокращены, если производитель предпринимает какие-то меры по борьбе с ним.

С точки зрения экономики в целом данный производственный процесс приводит к возникновению издержек двух видов: с одной стороны, это экономический ущерб, вызываемый выбросами вредных веществ в окружающую среду, с другой — издержки предотвращения загрязнения, т. е. затраты на реализацию природоохранных мероприятий.

Экономя на природоохранных затратах, мы терпим убытки из-за того, что природная среда стала хуже. Предотвращая ущерб, мы несем затраты по природоохранной деятельности. Две составляющие издержек, таким образом, взаимозаменяют или взаимодополняют друг друга. С точки зрения экономиста необходимо научиться отвечать на вопрос, каково рациональное соотношение двух видов затрат. Именно эту проблему мы и поднимаем в данной главе. Сначала рассмотрим природоохранные издержки, затем экономический ущерб от загрязнения окружающей среды. Зная, как определять эти две составляющие экологических издержек, мы определим их относительное соотношение, а потом рассмотрим экологическую составляющую как элемент затрат на производство.

1. ЗАТРАТЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Если мы знаем, сколько отходов образуется в результате производственного процесса и какая их доля обезвреживается, то нам несложно определить количество вредных примесей, попавших в окружающую среду. Конечно, обезвреживание отходов достается нам небесплатно. За каждую тонну предотвращенных выбросов придется платить. При этом, чем выше будет степень очистки, тем больше будут затраты.

Таблица 1

Объем обезвреживаемых отходов, т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Суммарные затраты, тыс. руб.	5	12	25	50	100	200	350	550	800	-

Рассмотрим пример. Предположим, что в результате производственного процесса образуется 10 т отходов. В табл. 1 приведены данные о затратах по их улавливанию и обезвреживанию.

В последней графе таблицы стоит прочерк. Опыт показывает, что обезвреживание выбросов до нуля, как правило, технически невозможно. Поэтому считается, что затраты на такую очистку выбросов равны бесконечности.

Хотя, рассуждая более широко, можно себе представить, что выбросы прекращаются в том случае, когда предприятие-загрязнитель перестает существовать. Для России, между прочим, в настоящее время это далеко не самая плохая альтернатива в борьбе с загрязнением. Так вот, в подобном случае необходимо подсчитать все издержки, связанные с затратами предприятия, начиная от потерь выпускаемой продукции до издержек по трудоустройству работников закрывшегося предприятия. По крайней мере здесь мы не будем рассматривать проблему столь глубоко и ограничимся констатацией факта, что такая очистка выбросов стоит очень дорого и называть цену бессмысленно.

Анализируя данные табл. 1, мы видим, что стоимость очистки растет непропорционально быстро с увеличением объема обезвреживаемых отходов. Каждая дополнительная тонна выбросов обходится все дороже и дороже. Дополнительные (или приростные) издержки на утилизацию выбросов возрастают.

Таблица 2

Объем улавливаемых выбросов, т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дополнительные (приростные издержки), тыс. руб.	5	7	13	25	50	100	150	200	250	-

Из табл. 2. видно, что первая тонна выбросов обходится нам в 5 тыс. руб., вторая несколько дороже: за ее обезвреживание следует уплатить уже 7 тыс. руб. (а за две тонны вместе 12 тыс.). В среднем каждая тонна обходится в 6 тыс. руб. Чтобы сократить выбросы еще на одну тонну мы затрачиваем еще 13 тыс. руб. При этом возрастут как общие издержки (они составят 25 тыс. руб.), так и средние (8,3 тыс. руб.).

На рис. 1.1 изображена кривая предельных природоохранных затрат.

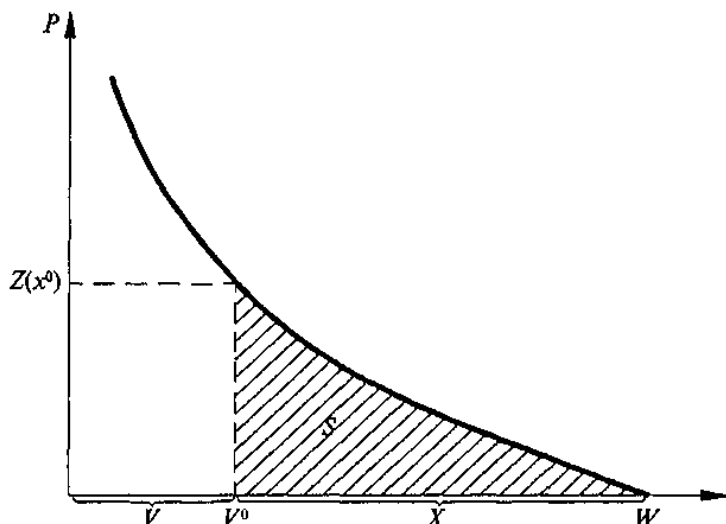


Рис. 1.1

Обозначения: W — это объем вредных веществ, образовавшихся в процессе производства; X — объем улавливаемых примесей; V — объем выбросов.

На рис. 1.1 $X+V=W$ — балансовое соотношение, которое обозначает, что выбросы в сумме с уловленными примесями должны соответствовать объему образовавшихся отходов. Если выбросы составляют V^0 , то объем уловленных примесей будет равен X^0 . При этом предельные затраты равняются $Z(x^0)$, а суммарные издержки на природоохранную деятельность равны площади S .

Достаточно часто рис. 1.1 изображают иначе (см. рис. 1.2). Отличие в том, что на рис. 1.1 объем обезвреженных примесей, характеризуемый переменной X , возрастает справа налево. Обычно же все должно быть наоборот. В зависимости от того, как нам это удобней, мы будем использовать либо рис. 1.1, либо рис. 1.2. По сути дела никаких принципиальных отличий между ними нет.

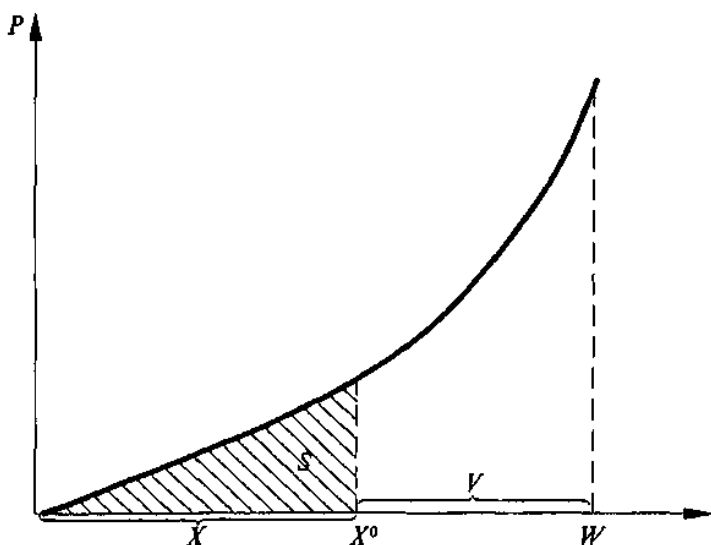


Рис. 1.2

Обозначения: X — объем улавливаемых примесей.

Технологии «конца трубы» и малоотходные технологии. До сих пор мы особенно не задумывались, о каких природоохранных технологиях идет речь. На самом деле неявно подразумевались так называемые технологии «конца трубы». Они соответствуют следующей схеме очистного процесса (рис. 1.3).

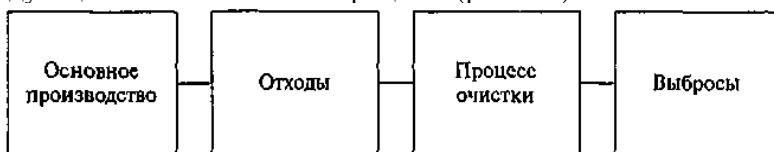


Рис. 1.3

Процесс очистки вредных выбросов как бы вынесен за пределы основного производства, и сама природоохранная технология является как бы довеском к основному производству, например, если речь идет об электростанции, где сжигается уголь, содержащий серу. Типичный пример технологии конца трубы — установка скруббера. В образующихся примесях в процессе сжигания угля наряду с другими содержатся окислы серы. Их присутствие в атмосфере приводит к кислотным дождям, которые в свою очередь оказывают вредное воздействие на растения, животных, сооружения и т. п. Наиболее простой путь — установить специаль-

ные фильтры и. чистить отходящие газы от окиси серы. Именно это и позволяют сделать скрубберы. С увеличением процента очистки затраты возрастают, при приближении к 100% отметке они, можно сказать, уходят в бесконечность. Полная очистка отходящих газов по такой технологии невозможна.

Какие имеются альтернативы? Одна из них — попытаться очистить уголь еще до того, как он попадет в топку. Понижение зольности углей и сокращение процента содержания в них серы способствует в конечном итоге снижению вредных примесей в выбросах. Подобный подход принципиально отличается от предыдущего, но страдает теми же недостатками. Невозможно осуществить полную очистку таким образом, данная альтернатива также не выход из положения.

Как же все-таки избавиться от выбросов оксида серы совсем, при этом воспользовавшись технологией, экологически приемлемой? Для этого от технологий «конца трубы» необходимо перейти к малоотходным технологиям, т. е. перейти к преобразованию самого процесса выработки энергии. Переход с угля на газ во многом решит эту проблему. Еще более кардинальный способ — использование энергии ветра.

Другой пример: добыча комплексных руд. Если, допустим, в руде содержатся компоненты *A* и *B*, а добывающее и перерабатывающее предприятия нацелены на извлечение компоненты *A*. В таком случае компонента *B* попадает в отвалы и является загрязнителем окружающей среды. Использование технологии «конца трубы» означает, что мы будем пытаться каким-то образом бороться с компонентой *B* — либо займемся ее захоронением, либо организуем утилизацию. Технологическую схему см. на рис. 1.4.



Рис. 1.4

После извлечения компоненты *A* мы имеем две возможности (обе представлены на рис. 1.4): захоронить отвалы или их переработать. После извлечения компоненты *B* пустая порода подлежит захоронению или использованию, например, в строительстве.

Альтернативой подхода, представленного на рис. 1.3, является комплексная переработка природного сырья. В этом случае меняется весь технологический процесс. Схематично он представлен на рис. 1.5.

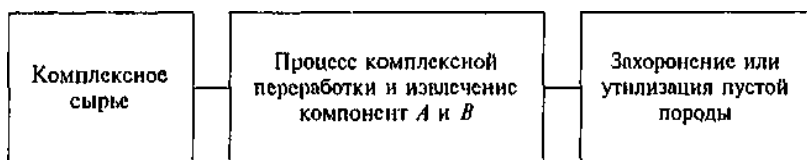


Рис. 1.5

Проблема с комплексными или малоотходными (малоотходными они называются потому, что образующиеся в конце процесса отходы не представляют существенного вреда для природы) технологиями заключается в том, что здесь трудно подсчитать издержки на охрану окружающей природной среды как таковые. Невозможно расчленить производственный процесс и определить, где затраты на производство, а где — на охрану природы. Конечно, утилизация компоненты *В* означает снижение нагрузки на природу, но в то же время предприятие производит дополнительную продукцию, в которой оно заинтересовано. Теория не может дать ответ на вопрос, какую долю издержек считать природоохранными.

С точки зрения практики определение величины природоохранных издержек — задача сама по себе не совсем простая и, хотя она существенно проще, чем оценка ущерба, тем не менее возникает ряд непростых вопросов. Например, замена технологии, с одной стороны, может улучшить экологические показатели предприятия, с другой — ее применение может быть сопряжено с получением дополнительной прибыли. Как в этом случае определить, какие именно затраты могут быть квалифицированы в качестве природоохранных? Например, получение продукции из уловленных вредных примесей может приносить дополнительный экономический эффект. Обезвреживание выбросов SO_2 полезно не только с точки зрения охраны природы. Обычно в процессе их обезвреживания производится серная кислота, которую можно продавать и получать при этом доход.

Казалось бы, вопрос о вычленении природоохранных издержек в чистом виде не столь важен. Предприниматель, решая осуществить инвестиции, принимает во внимание все экономические характеристики. Позитивные экологические результаты выгодны ему, так как он экономит на плате за загрязнение или на штрафах за экологические нарушения. Если из уловленных примесей он получил дополнительную продукцию, продал ее, то это тоже доход. Все доходы он суммирует и ему безразлично, какая именно часть издержек принесла тот или иной доход. Мероприятие комплексное и поэтому неделимое. Однако иногда все же приходится вычленять природоохранные издержки в чистом виде. В развитых странах предприниматели, осуществляющие природоохранные инвестиции, пользуются налоговыми льготами. Поэто-

му они должны доказать, что именно данная сумма израсходована ими на охрану природы.

Несмотря на подобные оговорки, мы тем не менее в теории будем и дальше использовать категорию «природоохранные издержки», тем более, что наряду с приведенными выше примерами есть и другие, когда можно точно сказать, сколько денег истрачено на чисто природоохранные нужды.

Будем помнить, что все попытки вычленить природоохранную составляющую искусственные, а значит условные. Условность подобных расчетов не означает, что ими не надо заниматься. Если, например, для природоохранных затрат предусмотрены налоговые льготы, то необходимо иметь методику, однозначно дающую ответ на вопрос, какая часть затрат имеет налоговые льготы. Процедура определения этой части издержек явится результатом компромисса налоговой службы с промышленностью и вряд ли будет иметь под собой научную основу.

Выводы

1. Говоря о природоохранных издержках, необходимо различать следующие категории:

а) общие или суммарные издержки, характеризующие размеры средств, затраченных в целом на реализацию природоохранного мероприятия;

б) средние издержки, получаемые делением суммарных затрат на объем предотвращенного загрязнения (объема уловленных примесей). Они показывают, сколько мы должны в среднем затрачивать средств, чтобы уловить 1 т загрязнения;

в) предельные природоохранные издержки. Они определяются как приростная величина и характеризуют дополнительные затраты, которые мы израсходуем на обезвреживание дополнительной тонны выбросов.

2. Существует два основных типа природоохранных технологий: «конца трубы» и комплексные или малоотходные.

Первые являются как бы «довеском» к основному процессу. Использование вторых подразумевает коренное изменение технологии, используемой в основном производственном процессе.

2. УЩЕРБ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Под экономическим ущербом от загрязнения окружающей среды понимается денежная оценка негативных изменений основных свойств окружающей среды под воздействием загрязнения. Имеется в виду самый широкий спектр последствий — от ухудшения здоровья человека, вынужденного дышать грязным воздухом, и пить воду, содержащую вредные примеси, до убыт-

ков, вызванных ускорением коррозии металлов, снижением продуктивности сельхозугодий, гибелью рыбы в водоемах и т. п.

Наблюдая взаимосвязь между загрязнением окружающей среды и убытками, причиняемыми человеку и его деятельности, возникает желание количественной оценки этих потерь и универсальном виде. Это нужно для того, чтобы дальше можно было их соизмерять с другими затратами и потерями, в том числе и с затратами на предотвращение загрязнения.

Идея состоит в том, что, зная объемы выбросов V , мы хотим подсчитать все убытки, вызванные этими выбросами. Иными словами, мы хотим рассчитать сумму $U = U_1(V) + U_2(V) + \dots + U_n(V)$, где U — денежная оценка ущерба, а $U_1(V)$, $U_2(V)$, ..., $U_n(V)$ — величины убытков, возникающих в разных сферах деятельности из-за ухудшения качества окружающей природной среды, явившегося следствием вредных выбросов.

Хотя идея оценки ущерба очень проста, значительные трудности вызывает ее практическое воплощение. За основу при измерении ущерба, как правило, берется следующая схема причинно-следственных связей: выбросы вредных примесей из источников их образования — концентрация примесей в атмосфере (водоёме) — натуральный ущерб — экономический ущерб.

Первая стадия предполагает анализ объемов и структуры выбросов. Затем для измерения их концентрации проводится расчет рассеивания вредных примесей. Для выбросов в атмосферу, например, учитывается: месторасположение источника, высота трубы, роза ветров, погодные условия, рельеф местности и некоторые другие факторы.

Зная концентрацию вредных примесей, можно сделать следующий шаг: оценить натуральное воздействие на окружающую среду и хозяйственную деятельность. Обычно речь идет о следующих видах воздействия:

- 1) ухудшение качества жизни (включая рост заболеваемости, смертности, ухудшение условий рекреации и т. п.);
- 2) сокращение сроков службы имущества (основных фондов и т. п.);
- 3) рост концентрации вредных примесей в воздухе (воде), используемом в производстве;
- 4) сокращение урожайности в сельском и замедление прироста биомассы в лесном хозяйствах.

Эти и некоторые другие факторы учитываются при оценке натурального ущерба. На основе эмпирических данных строятся функциональные зависимости между концентрациями вредных примесей и изменениями натуральных показателей.

Следующий шаг: оценка натуральных изменений в денежных

измерителях. Ущерб U оценивается по формуле $U = \sum_{i=1}^n x_i p_i$ где

x_i — натуральное изменение i -го фактора, p_i — его денежная оценка, т. е. $x_i p_i = U_i(V)$, и характеризует величину убытков, вызванных натуральными изменениями i -го фактора.

Механизм возникновения ущерба от загрязнения поясним при помощи рис. 1.6.

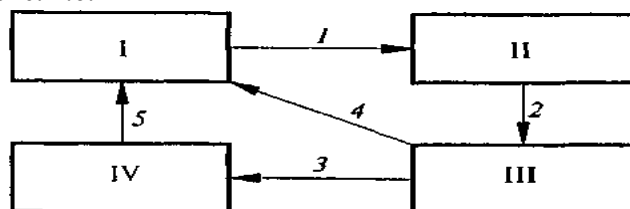


Рис. 1.6

Обозначения: I — социально-экономическая система; II — природная среда; III — условия жизнедеятельности; IV — социально-экономические показатели, характеризующие уровень благосостояния; 1 — выбросы вредных веществ в окружающую среду; 2 — изменение условий жизнедеятельности под воздействием изменения основных свойств окружающей среды; 3 — изменение социально-экономических показателей, характеризующих уровень жизни; 4 — ухудшение условий производства из-за изменения качества окружающей среды; 5 — снижение производственного потенциала как следствие ухудшения уровня жизни.

Производственный процесс и жизнь человека сопряжены с образованием вредных отходов, которые попадают в окружающую природную среду. Из-за этого некоторые свойства природной среды изменяются, что приводит к ухудшению условий жизнедеятельности человека, что, с одной стороны, вызывает снижение уровня жизни, а с другой — уменьшает производственные возможности. Снижение уровня жизни также влечет за собой потери в процессе производства. Сытые, здоровые, хорошо отдохнувшие люди трудятся лучше, чем те, кто вынужден дышать грязным воздухом, пить воду низкого качества, питаться продуктами, зараженными пестицидами. Люди, живущие в неблагоприятных экологических условиях, больше устают, чаще болеют. Взаимное наложение и сочетание рассмотренных выше факторов и приводит к возникновению ущерба.

Конечно, мы говорим о некоторых показателях, характеризующих изменение окружающей среды. Естественно, возникает вопрос о точке отсчета. Необходимо знать, каково было исходное состояние окружающей среды и как оно изменилось.

Например, если в базовый момент времени значение выбросов было V , а значение социально-экономических показателей U , то при увеличении выбросов на ΔV значение социально-экономических показателей снизилось на ΔU . В подобном случае можно сказать, что ΔU — это ущерб от выбросов в объеме ΔV .

Столь простая в идейном плане схема определения ущерба сопряжена с большими сложностями, когда речь идет о ее реализации на практике.

Практическая реализация рассматриваемого метода требует детальной информации об изменении физических характеристик. В каждом конкретном случае должно проводиться специальное исследование. Поэтому внимания заслуживает подход, основанный на упрощенной процедуре, сводящейся к расчету по единой формуле.

Такая формула была предложена:

$$U = \gamma G \sum_{i=1}^n A_i m_i \quad (1)$$

где t , — объем выброса 1-го загрязнителя;

A_i — коэффициент приведения различных примесей к агрегированному виду (к «монозагрязнителю»);

G — коэффициент, позволяющий учесть региональные особенности территории, подверженной вредному воздействию;

γ — денежная оценка единицы выбросов.

Идея расчетов по формуле (1) состоит в том, что сначала все вредные примеси, выбрасываемые в атмосферу или сбрасываемые в водоемы, приводились к «монозагрязнителю». Конечно, нельзя складывать напрямую 5 т свинца и 3 т окиси азота. Их воздействие на окружающую среду и на человека различно. Однако если предположить, что мы знаем, во сколько раз один загрязнитель опаснее другого, то можно придать каждому из них весовые коэффициенты A_i . После того как объемные показатели t_i умножены на весовые коэффициенты A_i , их можно складывать $\sum_{i=1}^n A_i m_i$ ду собой. В итоге получим условную массу выбросов $\sum_{i=1}^n A_i m_i$, который условный «монозагрязнитель», характеризующий, .. по мнению авторов данной формулы, общий уровень загрязнения окружающей среды.

Затем эта масса выбросов умножается на коэффициент приведения G , в который закладываются особенности определенного региона. Данный коэффициент позволяет учесть реакцию конкретной территории на выбросы вредных веществ.

В северных регионах, где способность окружающей среды поглощать вредные примеси невелика, коэффициент G выше, чем там, где природа легче справляется с вредным воздействием. Авторы такого подхода также старались учесть расположенные на территории, подверженной вредному воздействию, леса, сельскохозяйственные угодья, зону рекреации и т. п. Однако ценность этих объектов неравнозначна, кроме того, вред от выбросов ска-

зывается на них неодинаково, соответственно и экономическая оценка ущерба не может быть одинаковой.

Конечно, учесть все факторы трудно: каждая территория сама по себе уникальна, в подобном случае степень детализации коэффициентов G должна быть очень велика. Но тогда единая методика, рассматриваемая как упрощенная процедура оценки ущерба, теряет всякий смысл. Поэтому на практике была составлена таблица, в которой указывались значения коэффициента G для заранее определенного списка типов территорий. Для водных ресурсов, например, коэффициент G указывается для бассейнов рек. Для крупных водных объектов может даваться несколько значений коэффициента G , например, для верхнего и нижнего течений реки.

Для оценки ущерба от выбросов в атмосферу определить коэффициент G по этой методике можно, зная два признака: природные особенности и тип территории. Учитывалось четыре вида территорий (экологических систем) и 11 типов объектов, размещенных на этих территориях. Территории курортов, санаториев, заповедников присваивалось наивысшее значение коэффициента, а пастбищам и сенокосам — наименьшее. Позднее перешли к использованию единого коэффициента G , учитывающего все особенности региона, в том числе и его ассимиляционный потенциал.

Коэффициенты A_i , характеризующие относительную опасность вредных выбросов, рассчитываются на основе сравнительного анализа вредного воздействия отдельных загрязняющих веществ. В методике их значения приводятся в таблице.

Коэффициент g служит для измерения денежной оценки приведенных выбросов. Он используется на последней стадии расчета ущерба. В методике он указан для выбросов в атмосферу и в водные объекты. Значения коэффициента u для атмосферного загрязнения и выбросы в водоемы не совпадают. Эти коэффициенты подлежат частым корректировкам, так как они должны отражать все изменения, происходящие в экономике. Весьма проблематичной представляется возможность использовать постоянный коэффициент u в условиях инфляции. Его значение должно корректироваться очень часто.

Обсуждавшийся выше метод оценки ущерба от загрязнения окружающей природной среды имеет и сторонников, и противников. Его безусловное преимущество — простота расчетов. Такое преимущество одновременно является и его недостатком — результаты расчетов не слишком точны. Об этом должен помнить каждый, кто хочет воспользоваться данным методом в практических целях. Далее мы будем говорить об ущербе, как о некоторой теоретической абстракции.

Выводы

Под экономическим ущербом от загрязнения окружающей природной среды понимается денежная оценка негативных изменений основных природных свойств под воздействием загрязнения.

Выбросы вредных веществ приводят к изменению естественных свойств природных объектов. Изменения негативно влияют на условия жизнедеятельности человека, последствия ухудшения которых оцениваются в деньгах. Это и есть ущерб.

При измерении ущерба очень важно знать исходное состояние, по отношению к которому мы определяем изменения окружающей среды.

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОПТИМУМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основной вопрос экономики охраны окружающей среды: как найти компромисс между экономическим развитием и деятельностью по сохранению окружающей природной среды. Предположим, что мы умеем измерять ущерб, причиняемый антропогенным воздействием (так обычно называют воздействие человеческой деятельности на природную среду). На рис. 1.7 приведем график, характеризующий ущерб, наносимый добавочными порциями загрязнителя, поступающего в окружающую природную среду. Кривая, изображенная на рис. 1.7, называется кривой предельного ущерба.

Рассмотрим рис. 1.7. На отрезке от 0 до f никакого ущерба не наблюдается. Это объясняется тем, что окружающая среда имеет возможность ассимилировать (поглощать, перерабатывать) вредные примеси без особого вреда для себя. Но только в определенных масштабах. Если общий объем воздействия не превышает f (f характеризует величину ассимиляционной емкости природной среды), то природная среда не меняет свои основные свойства, а значит, и не оказывает воздействия на условия жизнедеятельности людей. Соответственно никакого ущерба в этом случае не ощущается. Как только общая нагрузка на природу превосходит f , начинаются проблемы. Природа меняет свои свойства, что сказывается на условиях жизнедеятельности человека, терпящего неудобства от изменения состояния окружающей среды. Такие неудобства и потери могут быть оценены экономически, т. е. можно определить наносимый ущерб от этих изменений.

Как уже говорилось, на рис. 1.7 приведена функция предельного ущерба. Каждая точка ее характеризует тот дополнительный ущерб, который наносится дополнительной порцией загрязнения. Так, предельный ущерб в точке f^2 равен $U'(f^2)$. $U'(f^2)$ — это та дополнительная порция ущерба, возникшая вследствие малого

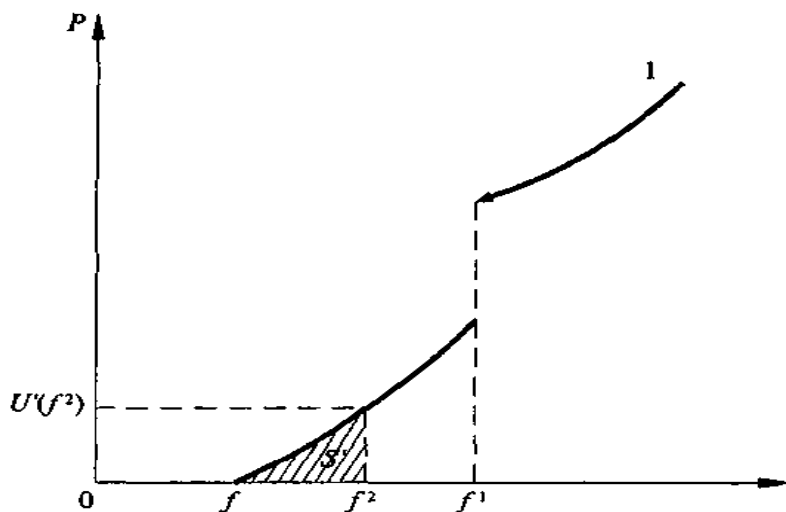


Рис. 1.7

Обозначения: f — ассимиляционная емкость природной среды;
 l — предельный ущерб от загрязнения окружающей среды.

приращения загрязнения в точке f^2 ; чтобы определить общий ущерб, необходимо подсчитать площадь фигуры S' .

Каждая последующая порция загрязнения приносит все больший ущерб и, наконец, когда превзойдет некоторый предел устойчивости окружающей среды f^1 , происходит резкое изменение ее свойств, что выражается в скачкообразном росте ущерба. Непропорциональность воздействия каждой дополнительной порции вредных веществ, поступающих в окружающую среду, объясняется тем, что реакция экосистем на антропогенное воздействие как бы усиливается с каждой дополнительной порцией загрязнителей.

В специальной литературе можно встретить много подтверждений существования такой зависимости. Мы же будем относиться к этому как к факту.

Кстати, возвращаясь к рассматривавшемуся выше методу количественной оценки ущерба, см. (1), подчеркнем, что данное равенство не принимает во внимание нанесение все большего ущерба при каждой следующей порции вредных выбросов. В этой методике использовалась линейная зависимость между ущербом и выбросами, т. е. общий вид функции ущерба был такой $U(V) = aV$, где $U(V)$ — ущерб от выбросов вредных примесей в объеме V , a — константа. На рис. 1.8 приведена функция ущерба l и функция предельного ущерба 2 для формулы $U(V) = aV$.

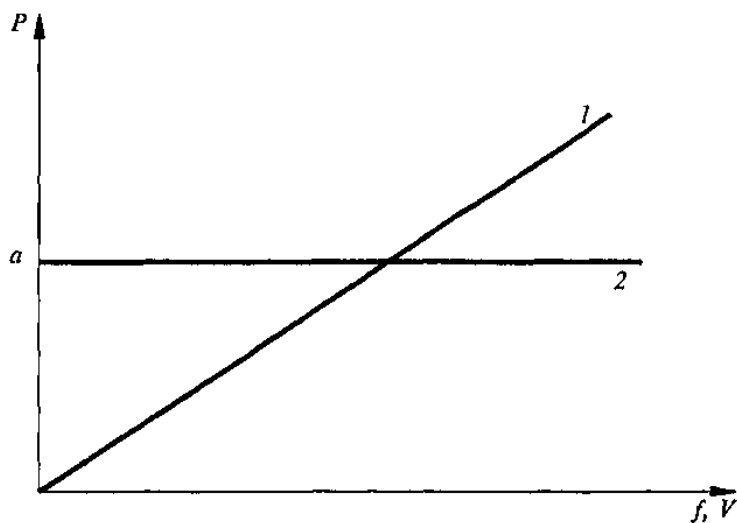


Рис. 1.8

Обозначения: 1 — ущерб от загрязнения окружающей среды; 2 — предельный ущерб от загрязнения окружающей среды.

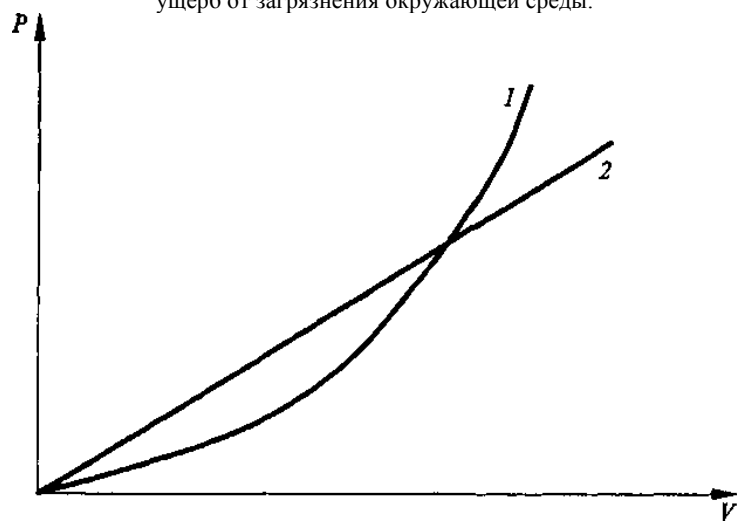


Рис. 1.9

Обозначения: 1 — ущерб от загрязнения окружающей среды; 2 — предельный ущерб от загрязнения окружающей среды.

Как видно на рис. 1.8, предельный ущерб равен константе a , функция предельного ущерба, изображенная на рис. 1.7, соответствует нелинейной функции ущерба, производная которой не равна константе. Приведем простой пример. Пусть $U(V) = V^2$, тогда $\frac{\partial U(V)}{\partial V} = 2V$ функция предельного ущерба имеет следующий вид $U = 2V$ (рис. 1.9).

Ущерб можно предотвратить, если вкладывать деньги в охрану природы. На рис. 1.10 представлена функция предельных затрат на очистку вредных выбросов.

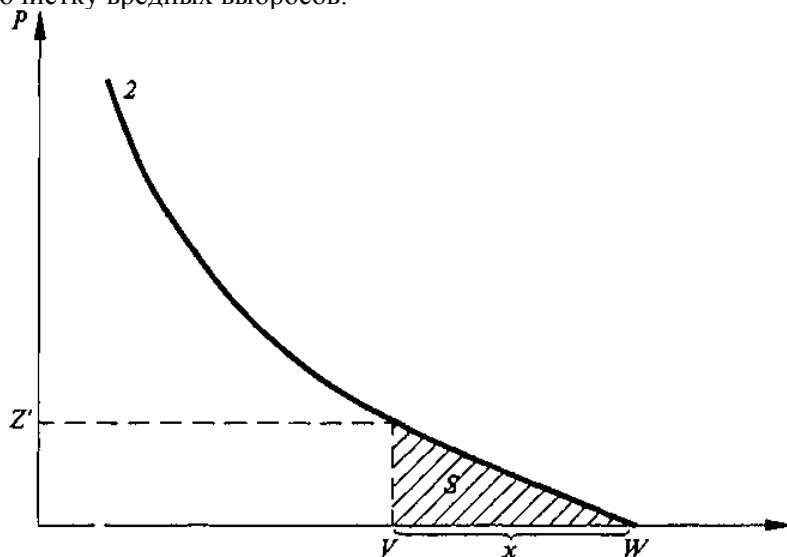


Рис. 1.10

Обозначения: W — объем вредных веществ, образующихся в процессе производственной и иной деятельности; x — объем уловленных веществ; $V = W - x$ — объем выбросов; 2 — предельные издержки на предотвращение загрязнения окружающей среды.

Функция предельных издержек также нелинейна. Нелинейна и функция издержек на предотвращение загрязнения $Z(x)$ (на рис. 1.10 изображена ее производная $\frac{\partial Z(x)}{\partial x}$)

Пользуясь тем, что переменные x и V связаны между собой линейно $V + x = W$, можно перейти от функции $Z(x)$ к функции $F(V)$. Соответственно можно пользоваться ее производной $\frac{\partial F(V)}{\partial V}$

В отличие от функции предельного ущерба, возрастающей по V , функция предельных природоохранных затрат убывает по V . Она вообще равна нулю, когда $V = W$, т. е. когда выбросы вообще не очищаются и полностью поступают в окружающую среду, зато при V , стремящемся к нулю, предельные затраты возрастают очень быстро, так как каждая дополнительная обезвреживаемая единица вредных примесей обходится все дороже и дороже.

Итак, при увеличении выбросов V сокращается x , т. е. эта функция возрастает по x и убывает по V . Если выбросы равны V , а объем уловленных примесей соответственно равен $x = W - V$, то предельные природоохранные затраты равны Z' , а общие издержки по охране природы равны S : $Z(x) = S$, или, что тоже самое, $F(V) = S$.

Для того чтобы понять, сколько денег целесообразно потратить на охрану окружающей среды, можно на одном и том же рисунке изобразить кривую предельного ущерба и предельных затрат.

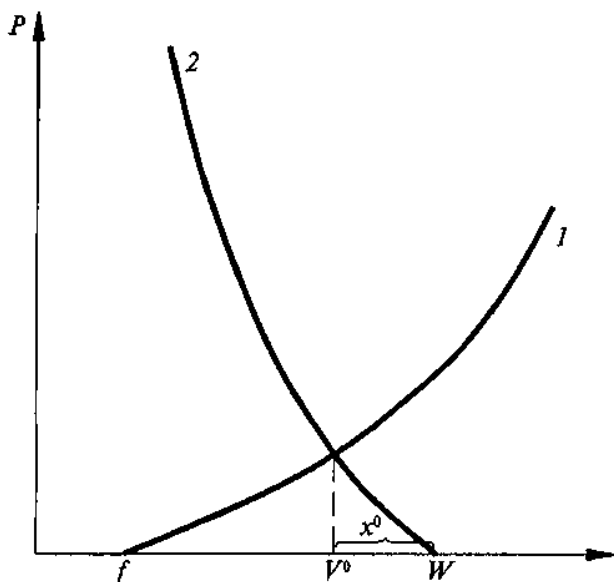


Рис. 1.11

Обозначения: 1 — предельный ущерб; 2 — предельные затраты на предотвращение загрязнения окружающей среды.

На рисунке 1.11 хорошо видно, что оптимальный объем выбросов V^0 , а оптимальный объем улавливания вредных примесей x^0 . V^0 называется точкой экономического оптимума загрязнения окружающей среды. Она характерна тем, что в ней достигается равенство предельных природоохранных затрат $Z'(x)$ предельному

ущербу $U'(V)$. Нарастивание очистки выше уровня x^0 требует таких дополнительных издержек, которые превышают дополнительный полезный результат, заключающийся в снижении ущерба, обеспеченном благодаря уменьшению выбросов. В этом легко убедиться, обратившись к рис. 1.12.

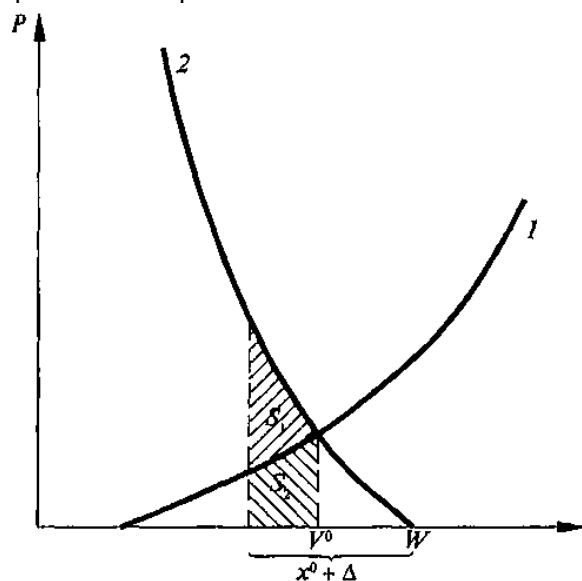


Рис. 1.12

Если объем улавливаемых выбросов возрастет на Δ , то оценка дополнительно предотвращенного ущерба будет равна S_2 . На его предотвращение придется затратить $S_1 + S_2$. В итоге общая разница между полезными результатами (S_2) и затратами, обеспечившими достижение этого результата ($S_1 + S_2$), будет отрицательной. Потери составляют S_1 . Таким образом, движение влево от точки V^0 не оправдано по чисто экономическим критериям. К тем же выводам мы придем, если попытаемся сократить природоохранные затраты. Экономия на вложениях в охрану природы приведет к тому, что возникает дополнительный ущерб, который превысит экономию на затратах. Такое изменение стратегии также не будет выгодно.

Проиллюстрируем это на числовом примере. Пусть в результате производственного процесса образуется 100 единиц вредных примесей. Предприятие имеет возможность обезвреживать их и соответственно сократить выбросы вплоть до нуля. Но каждая дополнительная единица обходится все дороже и дороже. Ниже приведены данные о функциях затрат (табл. 3).

Таблица 3

Затраты на улавливание вредных примесей в заданном объеме, $Z(x)$	0	5	10	17	25	34	46	60	80	ПО	200
Объем улавливания вредных примесей, x	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Значения ущерба будут такими (табл. 4).

Таблица 4

Ущерб, наносимый выбросами вредных веществ, $U(V)$	0	0	10	25	40	70	100	140	200	270	350
Объем выбросов вредных веществ, x	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

На основе приведенных выше данных можно подсчитать предельные природоохранные затраты и предельный ущерб (табл. 5).

Таблица 5

Предельные затраты, $\frac{\partial Z(x)}{\partial x}$	90	30	20	14	12	9	8	7	5	5	0
Предельный ущерб, $\frac{\partial U(V)}{\partial V}$	0	0	10	15	20	30	30	40	60	70	80
Выбросы вредных веществ, V	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Объем улавливания выбросов, x	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0

Как видно из табл. 5, оптимальный объем выбросов $V=30$, а оптимальный объем очистки $x=70$. При этом общий ущерб, нанесенный окружающей среде, будет равен 25, а общие природоохранные издержки составляют 60.

А теперь определим общие затраты, связанные с функционированием предприятия, оказывающего воздействие на окружающую среду. Это будет сумма ущерба и природоохранных издержек. Обозначим подобные общие издержки $K=U(V)+Z(x)$. Так как V и x связаны функционально, то $V=W-x$ или $x=W-V$. Пользуясь этим свойством, можно поступить так, как мы поступали выше,— заменить x на V , тогда получим следующее равенство $K(V)=U(V)+F(V)$. $K(V)$ — это экологические издержки производства. На рис. 1.13 представлена функция $K(V)$.

Точка V^0 — ее минимум, является оптимальным значением уровня выбросов, потому что в этой точке общество несет наименьшие издержки.

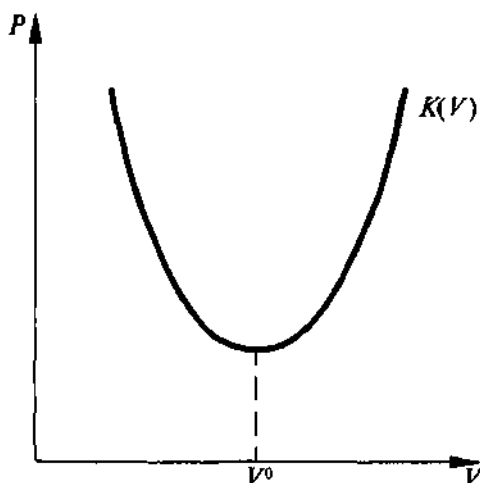


Рис. 1.13

Обозначения: $K(V)$ — экологические издержки производства; V^0 — минимум экологических издержек производства.

Вернемся к числовому примеру и рассчитаем, во что нам обходится существование предприятия, работа которого связана с образованием вредных отходов. Эти затраты равны 60. При этом, как мы помним, в окружающую среду поступает 30 единиц отходов. Они наносят ущерб, который составляет 25. В результате общие затраты, связанные с функционированием данного предприятия, составляют 95. Посмотрим, что произойдет, если мы попытаемся сэкономить на природоохранных издержках и, например, увеличим выбросы до 40. В этом случае природоохранные затраты (суммарные, а не предельные!) составят 46, т. е. мы сэкономим 14, зато ущерб увеличится и составит 40. Иначе говоря, при экономии на 14 мы потеряем 15, т. е. общие затраты возрастут на 1.

На таком простом примере хорошо видно, что заблуждаются те, кто считает природоохрану вычетом из национального дохода. Природоохранные издержки также могут приносить прибыль. Только эту прибыль нужно суметь подсчитать и тогда все встанет на свои места.

Итак, от категории ущерба мы переходим к более общей категории — экологические издержки производства. Конечно, общество старается свести их к минимуму, решая следующую задачу:

$$\min K(V)$$

$$K(V) = U(V) + F(V)$$

Пользуясь тем, что $F(V) = Z(W - V) = Z(x)$, мы получим следующее условие оптимальности:

$$\frac{\partial U(V)}{\partial V} = \frac{\partial Z(x)}{\partial x} \quad (2)$$

т. е. мы получили при помощи модели то свойство, которое раньше мы продемонстрировали при помощи рис. 1.11 и числового примера. Равенство (2) означает, что дополнительный рубль, вложенный в природоохранные мероприятия, должен приносить точно такой же эффект, т. е. снижать ущерб от загрязнения окружающей среды. Тогда суммарные затраты будут минимальными.

Конечно, говоря об экологической составляющей издержек производства, нельзя забывать, что мы исходили из того, что уровень выпуска продукции задан заранее. Также заранее известен коэффициент образования отходов на единицу производимой продукции. Тогда заданным является объем отходов, образующихся в процессе производства. Выбирая оптимальное соотношение между выбросами в окружающую среду и их очисткой, мы тем самым определяем экологические издержки именно для этого объема производства. При других объемах выпуска значение экологической составляющей, наверное, изменится (рис. 1.14).

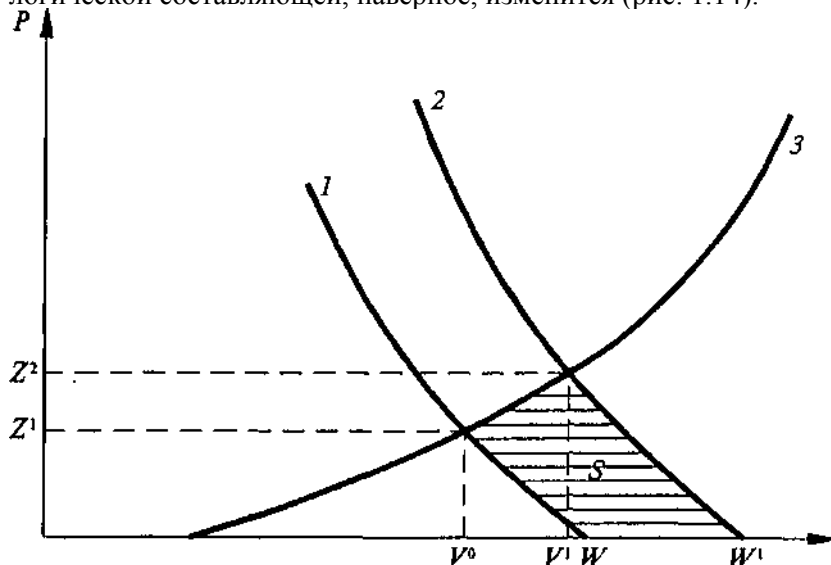


Рис. 1.14

Обозначения: 1 — предельные природоохранные издержки; 2 — результат параллельного переноса кривой 1; 3 — кривая предельного ущерба.

Если увеличивается производство, то согласно предпосылкам, сформулированным выше, возрастает объем отходов, образующихся в производственном процессе. W^1 — новое значение этого показателя. Соответственно кривая I — предельные природоохранные издержки из точки W смещаются в точку W^1 (кривая 2 — результат параллельного переноса кривой 1). В результате изменяет свое положение точка оптимума загрязнения окружающей среды (пересечение с кривой предельного ущерба 3): из точки V^0 она смещается в точку V^1 что означает рост загрязнения окружающей среды. Суммарные экологические издержки увеличиваются на величину S . Предельные природоохранные затраты возрастают с Z^1 до Z^2 . Хотя это и не видно на рис. 1.14, несложно показать, что увеличиваются также и средние природоохранные затраты. Рост экологической составляющей издержек производства делает ее более дорогой для общества и может послужить одним из ограничителей увеличения объема выпуска продукции.

Выводы

Экономический оптимум загрязнения окружающей среды достигается в том случае, если экологические издержки производства минимальны. Экологические издержки включают две компоненты: издержки предотвращения загрязнения и ущерб от непредотвращенного загрязнения.

Минимум экологических издержек достигается тогда, когда предельные природоохранные затраты равны предельному ущербу.

При определении экономического оптимума загрязнения окружающей среды в расчет принимаются только экономические факторы. На самом деле значение имеют также и социальные предпочтения и чисто экологические факторы. Поэтому ни в коем случае нельзя абсолютизировать категорию «экономический оптимум загрязнения окружающей среды».

4. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИЗДЕРЖЕК ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОДУКЦИИ

Очевидно, что продукция, производимая при помощи технологий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, обходится обществу дороже, чем аналогичная продукция, произведенная на основе экологически чистых технологий. Рассмотрим рис. 1.15, где представлены кривая спроса на продукцию и кривые предельных затрат на ее производство в технологическом процессе, предполагающем образование вредных отходов.

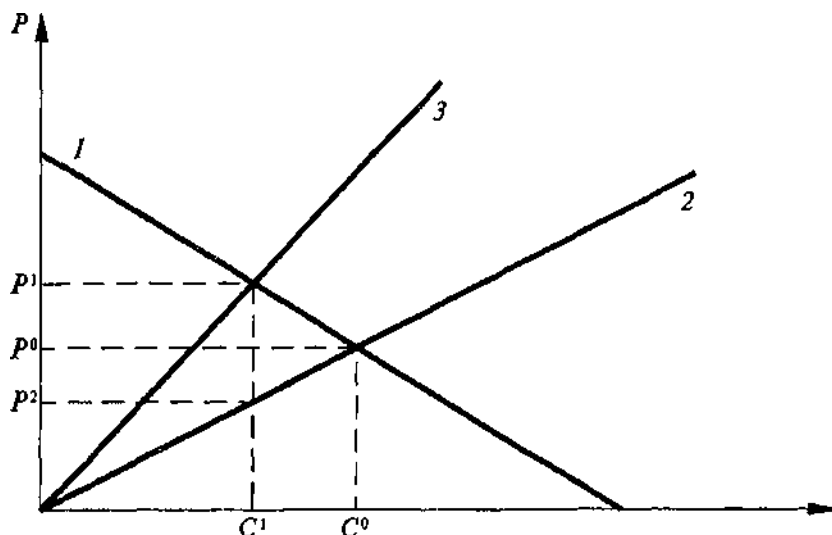


Рис. 1.15

Обозначения: P — цена продукции; C — объем ее потребления (производства);
 1 — кривая спроса; 2 — предельные затраты без учета экологических издержек;
 3 — предельные затраты с учетом экологических издержек.

Если бы экологические издержки (природоохранные затраты в сумме с остаточным ущербом $K(V)$) были бы равны нулю, то производство и потребление достигло бы уровня C^0 , а цена составила бы P^0 , но с учетом экологических издержек точка равновесия смещается в C^1 , а цена соответственно в P^1 . Если рассмотреть издержки по производству данной продукции, то мы увидим, что состоят они из двух составляющих; P^2 — собственно затраты по производству продукции и $P^1 - P^2$ — экологическая составляющая издержек. Как мы видим, потребитель оплачивает и те, и другие издержки.

Для того чтобы лучше разобраться в вопросе учета экологической составляющей в издержках по производству продукции, запишем несложную модель:

$$\{PC - T(C) - (U(V) + Z(x))\} \rightarrow \max \quad (3)$$

$$\varpi C - V - x = 0 \quad (4)$$

$$C \geq 0; V \geq 0; x \geq 0 \quad (5)$$

PC — это доход производителя от реализации продукции. Он выпускает ее в объеме C и продает по цене P . В данном случае мы считаем цену заранее фиксированной (см. рис. 1.16).

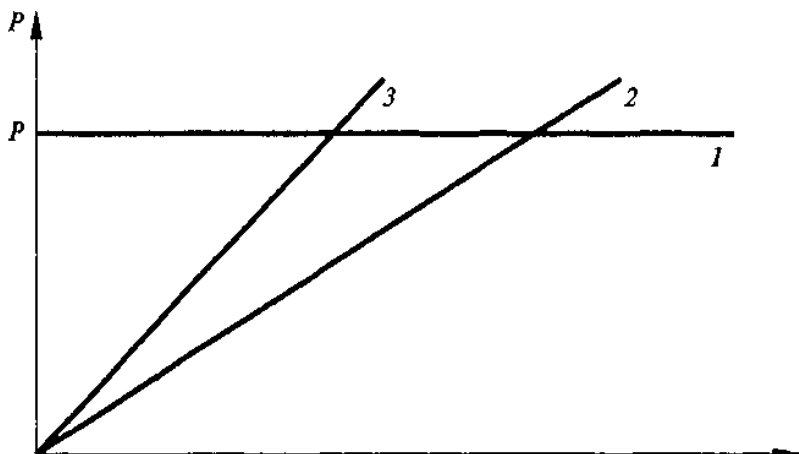


Рис. 1.16

Обозначения: 1 — кривая спроса (имеется в виду, что по цене P будет куплен любой предложенный объем продукции; 2 и 3 — кривые предельных издержек по производству продукции без и с учетом экологической составляющей издержек производства.

В равенствах (3), (4), (5):

$T(C)$ — издержки по производству продукции в объеме C ;

$U(V) + Z(x)$ — составляющая издержек производства, связанная с загрязнением окружающей среды. В задаче максимизируется разница между выручкой от реализации продукции и всеми теми затратами, которые необходимо для этого осуществить. Ограничения задают баланс между образованием отходов, обезвреживаемой их долей и выбросами;

ωC — объем отходов, образующихся в процессе производства;

ω — количество образования отходов на единицу продукции.

Равенство (4) определяет баланс между величиной образовавшихся отходов, их обезвреженной долей и выбросами.

Выписав для задачи (3)-(5) функцию Лагранжа, последовательно продифференцировав ее по каждой из переменных и приравняв к нулю производные, мы получим следующие соотношения:

$$P = \frac{\partial T(C)}{\partial C} + \lambda \omega \epsilon, \quad (6)$$

$$\frac{\partial U(V)}{\partial V} = \lambda, \quad (7)$$

$$\frac{\partial Z(x)}{\partial x} = \lambda, \quad (8)$$

где λ — множитель Лагранжа.

Из (7) и (8) следует, что предельный ущерб совпадает с предельными природоохранными затратами. Этот вывод мы получили ранее.

Подставив в (6) вместо X предельные природоохранные затраты, мы получим следующее соотношение:

$$P = \frac{\partial T(C)}{\partial C} + \frac{\partial Z(x)}{\partial x} \omega, \quad (9)$$

Из (9) ясно видно, что издержки по производству продукции включают две составляющие: собственно затраты по производству и издержки, связанные с тем, что производимая продукция не является нейтральной в экологическом отношении. Предположим, что данная продукция имеет адекватный аналог. Последний производится по технологии, не связанной с образованием вредных отходов. На рис. 1.17 представлена такая ситуация. Для удобства графического изображения мы считаем, что общий спрос на продукцию фиксирован и равен Q .

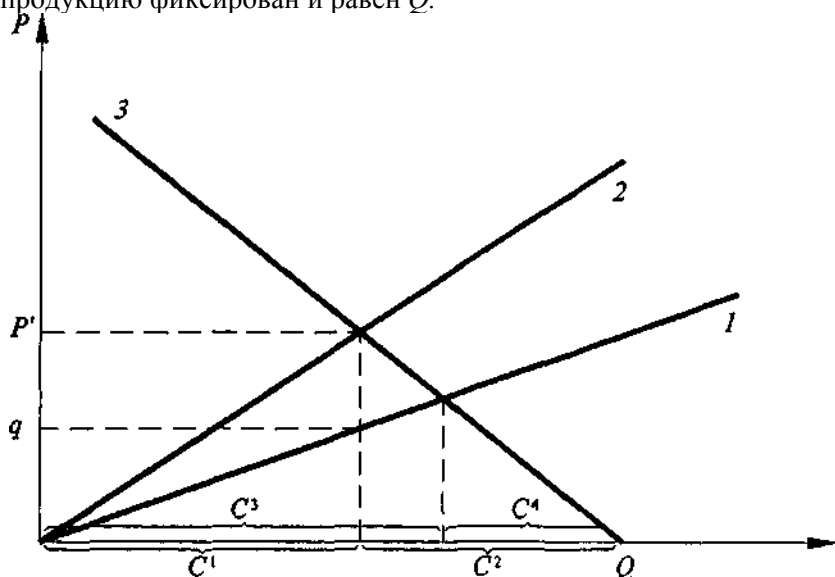


Рис. 1.17

Обозначения: 1 и 2 — предельные затраты на производство продукции по первой технологии с учетом и без учета природоохранных издержек соответственно; 3 — предельные издержки по второй технологии.

Производство по первой технологии C^1 , а по второй C^2 : $C^1 + C^2 = Q$. Если бы в состав издержек по первой технологии не

входили бы природоохранные затраты, то производство по ней могло бы быть на уровне C^3 , а по второй C^4 . $C^3 - C^4$ — та часть рынка, которую теряют производители, использующие экологически опасный технологический процесс. Их издержки по обеспечению производства устанавливаются на уровне q (остальная часть издержек $P' - q$ это их экологическая составляющая). Поскольку цена на продукцию сохраняется на уровне P' , то на таком же уровне устанавливаются предельные издержки по второй технологии. Вторая технология как бы выигрывает у первой величину $P' - q$, так как свободна от затрат, связанных с охраной природы. Отсутствие этой составляющей в издержках обеспечивает относительно лучшее продвижение на рынке товаров, произведенных по второй технологии. Иначе говоря те, кто использует экологически чистую технологию, могут позволить себе осуществлять большие издержки в производство, чем те, кто использует другую технологию.

Выводы

Потребитель, как правило, оплачивает все издержки, связанные с производством: и собственно затраты на выпуск продукции и экологические издержки.

Производители, использующие экологически чистые технологии, имеют на рынке относительные преимущества, так как могут позволить себе более высокие издержки на производство продукции.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ

В данной главе мы рассмотрели вопросы, связанные с определением экологической составляющей издержек производства. Любой технологический процесс, оказывающий воздействие на окружающую среду, связан с образованием таких издержек.

Экологические издержки производства имеют две составляющие — затраты предотвращения загрязнения и экономический ущерб от загрязнения окружающей среды. Производитель может выбирать: либо он экономит на природоохранных затратах, но тогда уровень выбросов относительно высок и природной среде наносится значительный ущерб, либо борется с ущербом, сокращая его и увеличивая природоохранные издержки.

Существует некая оптимальная точка, где экологические издержки достигают минимума. Эта точка называется экономическим оптимумом загрязнения окружающей среды. Она характеризуется тем, что в этой точке предельные природоохранные затраты равны предельному ущербу.

Нельзя забывать, что при определении экономического оптимума загрязнения окружающей среды не учитываются другие со-

ображения (социальные приоритеты, экологические ограничения и т. п.).

Наконец, следует отметить, что наряду с другими составляющими затрат на производство экологические издержки также включаются в общие затраты. Их оплачивает потребитель экологически опасной продукции. Если же данный продукт имеет адекватный заменитель, производимый на основе экологически чистой технологии, то предприниматели, использующие последнюю, имеют определенные преимущества. Поскольку им не надо тратить на природоохранные сооружения, они могут вложить больше средств в развитие производства. Создаются лучшие условия для продвижения их товаров на рынок.

Выше мы не задумывались, каким образом предприниматель будет принимать в расчет наносимый им ущерб. Мы предполагали, что это само собой разумеется. На самом деле, как только мы начинаем задавать подобный вопрос, мы обнаруживаем, что столкнулись со сложной проблемой — проблемой внешних (или экстерналильных) издержек. В следующей главе мы увидим, в чем суть этой проблемы и как ее можно решить.