

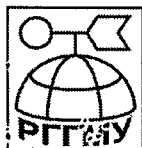
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Н.Е.СЕРДИТОВА

**ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ:
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Рекомендовано УМО по образованию в области природообустройства и водопользования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Экономика и управление на предприятии природопользования»



Санкт-Петербург

2006

УДК 330.15

Сердитова Н.Е. Экономика природопользования: эколого-экономический аспект. Учебное пособие. – СПб. изд. РГТМУ, 2006 – 345с.

ISBN 5-86813-179-7

Описываются два подхода в экономике природных ресурсов окружающей среды. Первый, традиционный подход, использует модели и методы в рамках стандартной неоклассической экономической теории. Второй подход, известный как эколого-экономический, позволяет взглянуть на эту же проблему под другим ракурсом. Вместо применения экономической концепции к окружающей среде экоэкономика помещает экономическую деятельность в контекст биологических и физических систем жизнеобеспечения.

Пособие соответствует учебной программе по дисциплине «Экономика природопользования» и предназначено для студентов экономических, экологических и гидрометеорологических специальностей.

Serditova N.E. Environmental management: An eco-economical aspect.
–St.Petersburg: RSHU, 2006 – 345 p.

Two different approaches to environmental and natural resource economics are presented in the text. The traditional approach uses models and methods in the framework of standard neoclassical economic theory. An alternative approach, the eco-economical one, looks at the same problem from another perspective. Instead of applying economic concepts to environment, the eco-economics places economic activities in the context of biological and physical life-supporting systems.

The text complies with the program of the “Environmental management Economics” course and aimed at university students with majors in economic ecology and hydrometeorology.

ISBN 5-86813-179-7

© Сердитова Н.Е., 2006

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГТМУ), 2006

Содержание

Предисловие	10
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
ЭКОНОМИКА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	12
Глава 1 Меняющиеся взгляды на окружающую среду	13
Экономика и окружающая среда	13
Два подхода	15
Традиционный экономический подход	15
Эколого-экономический подход	16
Основы для понимания экологического подхода	17
Модель кругооборота	17
Точки соприкосновения между экономическим и экологическим потоками	19
Стоимостная оценка	20
Эколого-экономический подход	20
Микро и макроэкономика окружающей среды	21
Микроэкономика и методы стоимостных оценок	21
Макроэкономика окружающей среды	23
Применение экологически ориентированной экономики	25
Заключение	25
Вопросы для обсуждения	26
Список литературы	27
Глава 2 Ресурсы, окружающая среда и экономическое развитие	28
Краткая история экономического развития и природопользования	28
Измерение темпов роста	29
Факторы, определяющие экономический рост	30
«Оптимисты» и «пессимисты» экономического роста	31
Современный экономический рост	32
Экономический рост и окружающая среда в будущем	33
Рост численности населения	33
Рост использования природных ресурсов	35
Рост энергопотребления	35
Истощение возобновляемых ресурсов	36
Загрязнения	37
Экологический подход к экономическому росту и природопользованию	37
Устойчивое развитие	39
Устойчивое развитие против стандартных взглядов на экономический рост	39

Население и устойчивое развитие	40
Сельское хозяйство и устойчивое развитие	40
Энергия и устойчивое развитие	41
Устойчивое управление природными ресурсами	42
Заключение	43
Вопросы для обсуждения	44
Список литературы	44
ЧАСТЬ ВТОРАЯ	
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	46
Глава 3 Теория экстерналичных издержек окружающей среды	47
Экстерналичные затраты и выгоды	47
Учет затрат на окружающую среду	48
Интернализация экстерналичных затрат	50
Экстерналичные выгоды	52
Интернализация экстерналичных выгод	53
Анализ экстерналичных издержек с точки зрения общественного благосостояния	54
Анализ общественного благосостояния без экстерналичных издержек	55
Анализ общественного благосостояния с учетом экстерналичных издержек	56
Оптимальное загрязнение	57
Права собственности и теорема Коуза	58
Пигувианский налог	59
Теорема Коуза	60
Применение теоремы Коуза	61
Ограничения теоремы Коуза	64
Эффект «безбилетника»	65
Блокирующий эффект	65
Общественный выбор против частного выбора	66
Теорема Коуза и справедливость	66
Заключение	68
Вопросы для обсуждения	69
Список литературы	69
Глава 4. Распределение ресурсов во времени	71
Распределение невозобновляемых ресурсов	71
Равновесие в настоящем	72
Согласование настоящих и будущих периодов	75
Динамическое равновесие для двух периодов	76
Издержки потребителей истощаемых ресурсов	79
Правило Хотеллинга и дисконтирование во времени	83
Заключение	86

Вопросы для обсуждения	87
Список литературы	88
Глава 5 Ресурсы общей собственности и общественные блага	89
Общая собственность, открытый доступ и права собственности	89
Экономика рыбного промысла	90
Стимулы для чрезмерного промысла	93
Методы управления рыбным хозяйством	95
Окружающая среда как общественное благо	97
Экономика сохранения тропических лесов	98
Общественный спрос на сохранение тропических лесов	101
Глобальная община	102
Заключение	104
Вопросы для обсуждения	105
Список литературы	105
Глава 6. Экономическая оценка окружающей среды	107
Анализ затрат и результатов	107
Оценка стоимости	108
Методы оценивания	110
Метод условной оценки	110
Методы приоритета спроса	111
Методы приоритета предложения	112
Сопоставление настоящего и будущего: ставка дисконтирования	114
Применение ставки дисконтирования	117
Социальная ставка дисконтирования	120
Риск и неопределенность	122
Определение риска и неопределенности	122
Расчет ожидаемого значения	123
Сопоставление затрат и результатов	125
Выводы: насколько полезен анализ затрат и результатов?	129
Альтернатива позиционного анализа	130
Заключение	131
Вопросы для обсуждения	132
Список литературы	133
<u>ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ</u>	
<u>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА И УЧЕТ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</u>	135
Глава 7 Экологическая экономика: основные понятия	136
Природный капитал	136
Учет изменений в природном капитале	137
Динамика природного капитала	138

Проблемы макроэкономического масштаба	140
Определение связи между экономическими и экологическими системами	143
Долгосрочная устойчивость	144
Выбор стратегии и дисконтирование будущего	146
Сложность, необратимость и принцип предупредительности	147
Заключение	148
Вопросы для обсуждения	149
Список литературы	150
Глава 8 Учет национального дохода и состояния окружающей среды	152
Введение факторов окружающей среды в систему национальных счетов	152
Оценивание устойчивого экономического благосостояния	154
Применение системы учета факторов природной среды и ресурсов	156
Показатели реального дохода	158
Оценивание благосостояния: социальное и экологическое измерение	160
Заключение	164
Вопросы для обсуждения	165
Список литературы	165
Глава 9. Моделирование экономических и экологических систем	167
Анализ потоков энергии и ресурсов	167
Потоки энергии и системы экономического производства	169
Анализ затрат и выпуска продукции	171
Моделирование глобальных и национальных систем	172
Экономическое и экологическое моделирование	173
Моделирование индивидуальных процессов	174
Моделирование сложных систем	176
Заключение	177
Вопросы для обсуждения	178
Список литературы	178
<u>ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ</u>	
<u>ЭНЕРГИЯ И РЕСУРСЫ</u>	179
Глава 10 Ресурсы: нехватка и изобилие	180
Запасы невозобновляемых ресурсов	180
Физические и экономические запасы	181
Экономическая теория использования	

невозобновляемых ресурсов	183
Долгосрочные тренды в использовании невозобновляемых ресурсов	186
Глобальная нехватка или возрастающее изобилие?	188
Интернализация издержек окружающей среды при добыче полезных ископаемых	192
Экономика рециклирования	196
Стратегии продвижения рециклирования	199
Заключение	202
Вопросы для обсуждения	203
Список литературы	204
Глава 11 Энергия: большие перемены	205
Энергия и экономические системы	205
Экономический и экологический анализ энергии	207
Экономический взгляд на энергоресурсы	208
Экономическая и термодинамическая эффективность	210
Тенденции и прогнозы энергопотребления	211
Модели энергопотребления	216
Будущее мирового производства нефти	218
Экономика альтернативных источников энергии	219
Центральная роль цен на энергоресурсы	220
Энергетическая политика	222
Возможности энергетической политики для развивающихся стран	226
Заключение	228
Вопросы для обсуждения	229
Список литературы	230
Глава 12 Использование возобновляемых ресурсов:	
рыбный промысел	231
Принципы управления возобновляемыми ресурсами	231
Экологический и экономический анализ рыбного промысла	233
Экономический анализ на основе биологических принципов	236
Экономика рыбного промысла на практике	241
Методы устойчивого управления рыбным хозяйством	243
Проблемы со стороны спроса: изменение характера потребления	245
Аквакультура: новые решения, новые проблемы	247
Заключение	248
Вопросы для обсуждения	249
Список литературы	250

Глава 13 Управление экосистемами: лесные и водные системы	251
Экономика лесопользования	251
Обезлесение и биологическое разнообразие	256
Экономическое и демографическое давление на леса	259
Стратегия устойчивого лесопользования	260
Плоскость предложения: права собственности и политика ценообразования	260
Плоскость спроса: изменение характера потребления	261
Водные ресурсы: истощение и возобновление	263
Увеличение предложения: водоносные слои и плотины	264
Спрос: как можно больше воды?	266
Стратегии устойчивого управления водными ресурсами	267
Итог: согласование экономических и экологических принципов	270
Заключение	271
Вопросы для обсуждения	273
Список литературы	273
<u>ЧАСТЬ ПЯТАЯ</u>	
ЗАГРЯЗНЕНИЕ: ПОСЛЕДСТВИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ	274
Глава 14. Загрязнение: анализ и стратегии реагирования	275
Экономика контроля над загрязнениями	275
Какой объем загрязнений является недопустимым?	275
Выбор мер по охране окружающей среды	276
Предельные затраты и выгоды очистки выбросов	277
Меры по борьбе с загрязнениями: нормативы, налоги, разрешения	279
Разрешения на выбросы с правом переуступки	282
Практические меры по борьбе с загрязнениями	287
Выбор стратегии: налоги на загрязнение или торговля разрешениями на выбросы	291
Систематизация методов по борьбе с загрязнениями	294
Воздействие технического прогресса	295
Кумулятивные и глобальные загрязняющие вещества	296
Заключение	300
Вопросы для обсуждения	301
Список литературы	302
Глава 15 Промышленная экология	303
Экономический и экологический взгляд на производство	303

Превращение отходов в сырье	304
Замыкание циклов: потенциал промышленной экологии	306
Совместимость сельскохозяйственного производства с природными экосистемами	309
Промышленная экология в глобальном масштабе	311
Количественная оценка воздействия глобального роста	313
Методы продвижения промышленной экологии	315
Заключение	317
Вопросы для обсуждения	318
Список литературы	318
Глава 16 Глобальное изменение климата	319
Причины и последствия изменения климата	319
Тенденции и прогнозы изменения температуры	320
Экономический анализ изменения климата	323
Анализ затрат и результатов	325
Анализ долгосрочных последствий для окружающей среды	328
Стратегии реагирования на изменение климата	331
Возможная мера: углеродный налог	332
Возможная мера: торговля разрешениями на выбросы	337
Экономика торговли разрешениями на углеродные выбросы	338
Возможная мера: субсидии, стандарты, НИР и ОКР и передача технологий	342
Заключение	343
Вопросы для обсуждения	344
Список литературы	344

Предисловие

Эта книга является результатом двенадцати лет преподавания экономики природопользования для студентов младших и старших курсов, а также магистрантов, обучающихся по специальностям «Экономика и управление на предприятии природопользования», «Менеджмент организации», «Геоэкология», «Экология и физика природной среды» и «Метеорология». Она отражает мое убеждение в том, что проблемы окружающей среды имеют первостепенную важность и необходим широкий взгляд на взаимоотношение экономики человека и природной среды.

Обычно, студенты приходят на курс экономики природопользования, уже имея некоторое представление о том, что проблемы окружающей среды являются очень серьезными и для их решения необходимы согласованные локальные, национальные, региональные или глобальные усилия. Некоторые из них планируют связать свою профессиональную жизнь с проблемами охраны окружающей среды, другие понимают, что они приобретают знания, которые будут полезны как в профессиональной, так и в общественной и личной жизни. В любом случае, актуальность темы дает этому курсу искорку энтузиазма, который очень полезен для любого преподавателя, пытающегося вдохнуть жизнь в кривые предельных затрат и результатов.

В то же время, имеется реальная опасность, что первоначальный энтузиазм может быстро испариться при использовании строго традиционного подхода к экономике окружающей среды. Главная ограниченность традиционного подхода состоит в практически исключительном использовании только микроэкономических методов. Это приводит к ряду серьезных, иногда просто ущербных последствий в понимании проблем окружающей среды. Микроэкономический взгляд подразумевает, что практически все важное может быть представлено в ценовом выражении. Однако, многие функции природной среды не могут быть полностью представлены в денежном выражении. Кроме того, микроэкономический подход не дает возможности сосредоточиться на таких макромасштабных по своей сути проблемах, как глобальное изменение климата, загрязнение океанов, разрушение озонового слоя, нарушение глобальных циклов углерода, азота и воды.

По этой причине, в настоящей книге предпринимается попытка представить альтернативный подход с более широким взглядом, известным как экологическая экономика или экoэкономика, в дополнение к стандартной экономической теории. Многие элементы

стандартного микроэкономического анализа важны при анализе проблем природных ресурсов и окружающей среды. В то же время, важно понимать ограниченность чисто экономического подхода и ввести экологический и биофизический ракурс во взгляд на взаимоотношения между человеком и природной средой.

Книга состоит из 16 глав, которые разбиты на 5 частей. Материал организован следующим образом. В первой части дается обзор различных методов экономического анализа природных ресурсов и окружающей среды и обсуждаются фундаментальные проблемы взаимодействия экономики и окружающей среды. Во второй части рассматриваются основы стандартной экономики окружающей среды, включая теорию экстерналий, издержек, распределения ресурсов во времени, ресурсов общего пользования, общественных благ и их оценивания. В третьей части дается введение в эколого-экономический подход, включая «озелененные» национальные счета и экологическое/экономическое моделирование. В четвертой части рассматривается применение этих аналитических методов к основным проблемам природных ресурсов и окружающей среды. Обсуждается экономика возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, как на микроэкономическом, так и на макроэкономическом уровне. В заключительной пятой части дается анализ экономики борьбы с загрязнениями, промышленной экологии и глобального изменения климата. Каждая глава начинается с перечисления рассматриваемых в ней центральных вопросов. Каждая глава заканчивается списком вопросов для обсуждения на семинарах, практических занятиях или при самостоятельном изучении.

Надеюсь, что книга будет полезной как студентам различных специальностей, так и преподавателям. Как известно, наилучший способ что-нибудь изучить, это начать преподавать этот предмет. Данная книга является еще одним этапом в процессе изучения столь сложных и многогранных структур, которыми являются экономические и экологические системы.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ
ЭКОНОМИКА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Глава 1 Меняющиеся взгляды на окружающую среду

Центральные вопросы главы:

- *С какими главными проблемами окружающей среды придется столкнуться в двадцать первом столетии?*
- *Как экономика может помочь нам в понимании этих проблем?*
 - *В чем разница между экономическим и экологическим подходами, и как их можно объединить для решения проблем окружающей среды?*

Экономика и окружающая среда

В последние десятилетия мы все больше узнаем о проблемах окружающей среды на глобальном, региональном и национальном уровнях. За этот период проблемы природных ресурсов и окружающей среды выросли как по своему масштабу, так и по остроте. В 1992 году конференция ООН по окружающей среде и развитию (UNCED) сосредоточила свое внимание на основных глобальных проблемах: а) разрушение защитного озонового слоя Земли, б) уничтожение тропических лесов и болот, в) уничтожение исчезающих и редких видов животных, г) увеличение концентрации углекислого и «парниковых» газов, вызывающих глобальное изменение климата.

В недавнем отчете программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) под названием «Прогноз и оценка глобального состояния окружающей среды» было отмечено, что «все достижения за счет использования новых технологий и стратегий в области окружающей среды сводятся на нет скоростью и масштабом роста населения и экономического развития».

Как известно, было достигнуто значительное замедление разрушения озонового слоя в результате международного соглашения (Монреальский протокол). Другие же проблемы окружающей среды, определенные UNCED в 1992 году, только обострились или ухудшились, доказательно утверждает в отчете ЮНЕП. В дополнение к этим проблемам, ЮНЕП указывает на загрязнение азотом пресноводных водоемов и океанов, сброс токсичных химикатов и опасных отходов, ущерб, наносимый лесным

и водным экосистемам, загрязнение вод и сокращающиеся запасы подземных вод, загрязнение воздуха и рост твердых отходов в городах, чрезмерное использование основных океанских рыбных запасов. В основе всех этих проблем лежит глобальный рост населения, составляющий примерно 80 млн. человек каждый год. Население земного шара, которое достигло 6 млрд. человек в 2000 году, достигнет к 2030 году примерно 8 млрд. человек.

Ученые, политики и общественность начали задаваться вопросом, сможем ли мы адекватно и своевременно отразить эти многочисленные угрозы и предотвратить нанесение необратимого ущерба системам жизнеобеспечения нашей планеты. Одним из важнейших компонентов этой проблемы, которому достаточно редко уделяется внимание, является экономический анализ проблем окружающей среды.

Некоторые могут возразить, что вопросы окружающей среды не касаются экономики и не должны оцениваться в стоимостных терминах, которые используются при экономическом анализе. Безусловно, этот взгляд частично верен. Тем не менее, при принятии решений линия поведения по охране окружающей среды часто измеряется в терминах экономической стоимости. Например, очень трудно сохранять нетронутыми зеленые зоны, которые имеют высокий коммерческий потенциал для развития. Организации, занимающиеся охраной окружающей среды, сталкиваются с необходимостью преодолевать постоянно возрастающее давление экономического развития.

Часто проблемы экономического развития общества могут быть представлены в терминах конфликта между развитием и окружающей средой. Борьба с вырубкой старых лесов на северо-западе США была названа как: «рабочие места против сов». Оппоненты международных соглашений по снижению выбросов углекислого газа указывают, что экономическая стоимость таких мер слишком высока. В развивающихся странах трения между экономическим развитием и охраной окружающей среды еще острее.

Всегда ли экономическое развитие требует высокой цены для окружающей среды? Хотя экономическое развитие неизбежно влияет на окружающую среду, возможен ли вариант «дружественного для окружающей среды» развития? Если мы хотим найти компромисс между развитием и окружающей средой, где находится оптимальный баланс? Подобные вопросы подчеркивают важность экономики окружающей среды.

Два подхода

В настоящей работе описываются два подхода в экономике природных ресурсов и окружающей среды. Первый, традиционный подход, использует модели и методы в рамках стандартной неоклассической экономической теории. Второй подход, известный как эколого-экономический, позволяет взглянуть на эту же проблему под другим ракурсом. Вместо применения экономической концепции к окружающей среде экоэкономика помещает экономическую деятельность в контекст биологических и физических систем жизнеобеспечения.

Традиционный экономический подход

Несколько моделей экономической теории специально посвящены вопросам окружающей среды. Одно из важных приложений неоклассической экономической теории имеет дело с распределением во времени невозобновляемых ресурсов. Подобный анализ важен, например, в понимании истощения нефтяных и минеральных ресурсов. Он может применяться и к возобновляемым ресурсам, таким, как земли, используемые в сельском хозяйстве. Экономический анализ может применяться и к ресурсам общего пользования, таким, как атмосфера и океаны, и к благам общего пользования, таким, как заповедники, национальные парки. Поскольку эти ресурсы не являются частной собственностью, экономические принципы, определяющие их использование, отличаются от тех, которые применяются для рыночных товаров.

Другой центральной концепцией неоклассического экономического анализа окружающей среды является экстерналии или внешние затраты и результаты. Теория экстерналии издержек дает основу для оценки размера ущерба окружающей среде, наносимого экономической деятельностью или оценки общественной пользы, созданной экономической деятельностью, улучшающей окружающую среду. Экстерналии издержки иногда называются эффектами третьей стороны. Дело в том, что рыночные отношения, затрагивающие две стороны, косвенно влияют и на третью сторону, других людей, не участвующих в сделке. Например, покупатель и продавец бензина на заправочной станции и все остальное население, страдающее от загрязнения при производстве и сжигании бензина. Современная экономическая теория окружающей среды, построенная на этом фундаменте, позволяет помочь в решении многих проблем,

от истощения рыбных запасов до сокращения запасов ископаемого топлива и создания заповедников. В настоящей работе исследуется, как эти экономические концепции могут помочь в решении проблем окружающей среды и быть руководством для выработки линии поведения в природопользовании.

Эколого-экономический подход

Экоэкономика обладает более широким взглядом на решение проблем окружающей среды, используя законы естественных наук. Например, для понимания проблемы истощения океанских рыбных запасов экоэкономика наряду с экономическим взглядом на рыбу как на производственный ресурс, обращается к биологии и экологии популяций.

Экоэкономика подчеркивает важность источников энергии, особенно ископаемого топлива, в современных экономических системах. Все экосистемы зависят от потребляемой энергии, однако, природные системы практически полностью опираются на солнечную энергию. Быстрый рост экономического производства в двадцатом столетии, потребовал глобального энергопотребления, и глобальные экономические системы потребуют еще большего энергопотребления в двадцать первом веке. Центральной проблемой экоэкономики являются энергозапасы и последствия использования энергии для окружающей среды.

Фундаментальным признаком экоэкономики является то, что деятельность человека должна быть ограничена потенциальной емкостью экологической системы. Потенциальная емкость определяется как уровень населения и потребления, который имеющаяся природно-ресурсная база может поддерживать без истощения. Например, если поголовье пастбищных животных превысит определенный порог, запасы кормов начнут истощаться, что неизбежно приведет к сокращению поголовья.

Экоэкономика указывает на такие ограничения для экономического роста как запасы энергии, истощающиеся природные ресурсы и кумулятивный (накапливающийся) ущерб для окружающей среды. Экоэкономика подчеркивает, что стандартная теория дает этим факторам недостаточный вес и что основные структурные изменения в природе экономической деятельности необходимо привязывать к экологическим пределам. В настоящей работе рассмотрим обе версии экономики окружающей среды – стандартную и экологическую. Иногда, обе теории находятся в полном согласии, иногда, они приводят к существенно различным

выводам. Лучшим способом оценки того, какой из подходов наиболее плодотворен, является его приложение к конкретным проблемам окружающей среды, что и будет сделано в настоящей книге.

Вначале определим взаимоотношения между экономической системой, природными ресурсами и окружающей средой.

Основы для понимания экологического подхода

Как описать взаимоотношения между экономической деятельностью и окружающей средой? Для начала это можно сделать с помощью традиционной диаграммы кругооборота, обычно используемой при описании экономического процесса.

Модель кругооборота

На рис. 1.1 показана упрощенная модель взаимоотношений между домашними хозяйствами и фирмами на двух рынках: первый – рынок товаров и услуг, второй – рынок факторов производства. Под факторами производства обычно понимается земля, труд и капитал. Эти факторы обеспечивают основу для производства товаров и услуг, которые, в свою очередь, являются основой потребления. Поток товаров, услуг и факторов производства направлен по часовой стрелке. Их экономический эквивалент, выраженный в денежных потоках, направлен против часовой стрелки. В обоих рынках взаимоотношения спроса и предложения определяют рыночную цену и устанавливают равновесный уровень производства.

Где же на этом рисунке спрятаны природные ресурсы и окружающая среда? Природные ресурсы, включая минеральные, водные, ископаемое топливо, леса, рыбные запасы, сельскохозяйственные угодья попадают в широкую категорию земель. Два других главных фактора производства, труд и капитал, постоянно регенерируют в процессе экономического кругооборота. Возникает вопрос, каким образом регенерируют природные ресурсы для будущего экономического использования? Чтобы ответить на этот вопрос построим более подробную схему кругооборота, которая учитывает процессы, происходящие в экосистеме, так же, как и экономическую деятельность (рис.1.2).

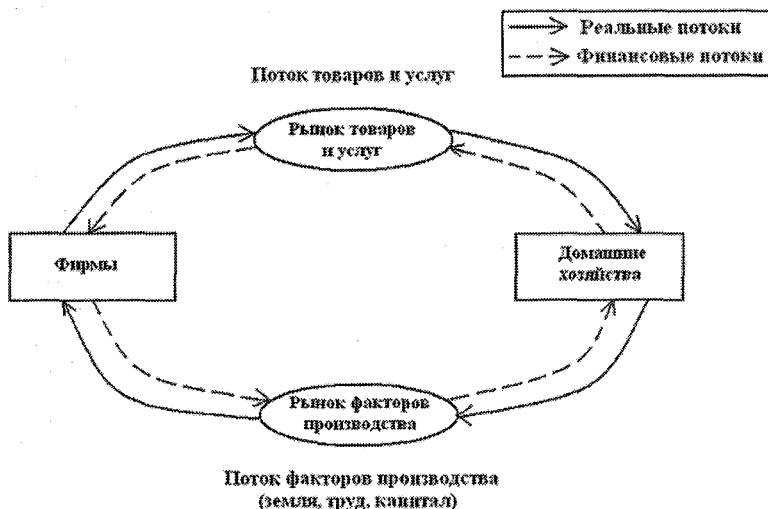


Рис. 1.1 Стандартная модель кругооборота

Взглянув более пристально, можно отметить, что стандартная модель кругооборота пренебрегает эффектами отходов и загрязнений, производимых в процессе производства. Отходы, как производственные, так и бытовые, должны где-то втекать обратно в экосистему или путем их захоронения (в землю) или в виде загрязнения воздуха и воды.

В дополнение к простым процессам извлечения ресурсов из экосистемы и возвращения туда отходов, экономическая деятельность затрагивает природные системы и в других отношениях. Например, современное интенсивное сельское хозяйство меняет состав и экологию почв и водных систем, а также влияет на азотный и углеродный циклы в окружающей среде.

Рис. 1.2, хотя и является довольно простым, тем не менее, дает более широкую основу для размещения экономической системы в ее экологический контекст. Как можно видеть, экологическая система имеет свой собственный кругооборот, задаваемый вовсе не экономическими, а физическими и биологическими законами. Этот более общий поток имеет только один главный «вход» - солнечную энергию и только один «выход» - тепловые потери. Все остальное, должно быть каким то образом переработано или сохранено внутри планетарной экосистемы.

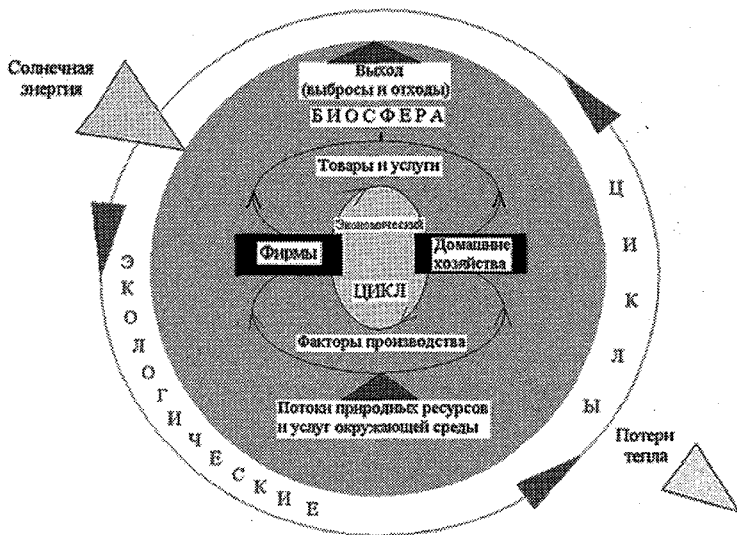


Рис.1.2 Двухуровневая модель кругооборота

Точки соприкосновения между экономическим и экологическим потоками

Понимание взаимоотношений между экономическими системами, природными ресурсами и окружающей средой начинается с определения различных функций, которые выполняют природные системы.

- Окружающая среда выполняет **ресурсную функцию** (источник сырья и ресурсов), что является способностью предоставлять услуги и сырье для использования человеком. Деградация этой функции источника может происходить по двум причинам: (1) истощение природных ресурсов из-за того, что люди используют их быстрее, чем они могут восстанавливаться и (2) загрязнение, которое может снижать количество и качество ресурсов.
- Окружающая среда выполняет **ассимиляционную функцию** (поглощения и переработки побочных продуктов антропогенной деятельности). Ассимиляционная функция

окружающей среды ограничена. Окружающая среда может справляться лишь с ограниченным количеством отходов за определенный период времени. Когда происходит превышение порога, окружающая среда, от которой мы зависим, а именно почва, вода и атмосфера, меняет свои основные свойства.

Эти взаимосвязи между деятельностью человека и окружающей средой определяют точки соприкосновения между внутренним экономическим циклом и внешним экологическим циклом. Экономика природных ресурсов и окружающей среды занимается анализом отношений между этими циклами.

Стоимостная оценка

Одним из возможных подходов к анализу природных ресурсов и потоков отходов, является стоимостной анализ факторов производства, товаров и услуг. При таком подходе каждому природному ресурсу и вкладу окружающей среды в экономику приписывается цена, в том числе, и примерная цена для таких обычно не учитываемых в рыночных отношениях характеристик, как, например, чистый воздух и вода. Стоимостные методы могут быть использованы также для оценки денежного ущерба в результате загрязнения и переработки отходов.

Придание экономической стоимости природным ресурсам и функциям окружающей среды позволяет их включить во внутренний или экономический цикл (см. рис 1.2). Это является целью стандартного анализа ресурсов и окружающей среды. Как мы увидим, для этого могут использоваться различные методы, включая перераспределение прав собственности и создание новых рынков, например, рынков прав на загрязнение. Если нас удовлетворяет, насколько точно расчетные цены отражают «истинную стоимость» ресурсов и экономических ущербов, эти факторы достаточно просто можно включить в рыночный экономический анализ.

Эколого-экономический подход

Эколого-экономический подход рассматривает экономическую систему в качестве подмножества более широкой экосистемы. При таком взгляде, стоимостной анализ, выраженный в ценах, не точно

отражает сложность экологических процессов и иногда приводит к серьезным конфликтам с требованиями экосистемы. С точки зрения экоэкономики, стандартные экономические методы калькуляции цен и стоимостного анализа должны быть или изменены, чтобы отражать реалии экосистем, или быть дополнены другими составляющими анализа, учитывающими потоки энергии, потенциальной емкости окружающей среды и требований экологического баланса. Как мы увидим при обсуждении аналитических методов и конкретных проблем энергии, ресурсов и загрязнения, стандартный и экологический подходы, хотя иногда и дают похожие практические рекомендации, все-таки во многих случаях приводят к существенно отличающимся заключениям о приемлемой стратегии в области природопользования.

Микро и макроэкономика окружающей среды

Разница между стандартным и экологическим подходом может проявляться в терминах микро и макроэкономического взгляда на окружающую среду. Стандартный экономический анализ окружающей среды опирается главным образом на микроэкономическую теорию. Макроэкономика окружающей среды позволяет поместить экологическую систему в более широкий экологический контекст. Микроэкономический взгляд фокусируется на отдельных проблемах окружающей среды и ресурсов. Макроэкономический взгляд направлен на взаимоотношения между экономическим ростом и экосистемами.

Микроэкономика и методы стоимостных оценок

В той степени, в которой мы можем установить цену на природные ресурсы или окружающую среду, стандартная микроэкономическая теория позволяет объяснить процесс достижения равновесия на рынках природных ресурсов и природных услуг – способности окружающей среды поглощать отходы и загрязнения, аккумулировать солнечную энергию и обеспечивать основу для экономической деятельности. Аналитические методы, играющие важную роль в микроэкономике окружающей среды, включают следующие:

- **Измерение внешних затрат и результатов.** Например, оценивание материального ущерба, вызванного кислотными

дождями. Это значение, стоимость или ущерб затем может сравниваться с затратами на исправление проблемы с использованием технологий контроля за загрязнениями или сокращением производства. Мы можем интернализировать экстерналинные издержки путем введения налога на деятельность, оказывающую негативное воздействие на окружающую среду.

- Рассмотрение ресурсов окружающей среды как **активов**, находящихся в частной или государственной собственности. Это включает **распределение ресурсов во времени**, т.е. выбор между использованием ресурсов сейчас или их сохранение для будущего. Стандартным экономическим методом оценки природных ресурсов во времени является использование коэффициентов дисконтирования. В этом методе прибылям и затратам в текущий период времени придается более высокое значение, чем будущим прибылям или затратам. Степень завышения зависит от выбранного коэффициента дисконтирования и от интервала упреждения в будущем.
- Введение **прав собственности** на ассимиляционный потенциал природной среды и установление законов для использования благ общего пользования. Например, озеро, содержащее рыбу, может находиться в частной или государственной собственности, при этом доступ для ловли рыбы может быть ограничен размером проданной лицензии на вылов рыбы. Аналогично, заповедник может находиться в частной собственности, а может являться национальным парком.
- **Анализ затрат и результатов.** Этот метод часто включает в себя комбинацию рыночных характеристик, как, скажем, стоимости земли или товаров, с оценками нерыночных характеристик, таких как природная красота или биологическое разнообразие видов. Например, решение о том, строить ли горнолыжный курорт в раннее не освоенной горной местности, потребовало бы, кроме стандартной экономической оценки рентабельности данного предприятия, принятия во внимание возможности альтернативного использования земли, влияние на окружающую среду осваиваемой территории, включая воду, почву, флору, фауну, а также оздоровительной ценности занятий лыжным спортом.

С точки зрения двойного кругооборота, показанного на рис. 1.2, вышеупомянутые аналитические методы касаются маленького экономического цикла, они вносят концепцию ценообразования на промежуточные потоки природных ресурсов и отходов, которые

соединяют два цикла. Такие подходы кажутся наиболее приемлемыми, когда мы занимаемся конкретной количественной проблемой, как, например, определение стоимости лицензий для вырубки леса на государственных землях или приемлемых объемов выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду каким-либо предприятиям-загрязнителям.

Макроэкономика окружающей среды

Методы оценивания стоимости значительно менее эффективны для описания таких важных качественных ценностей, как эстетические аспекты и биоразнообразие. Эти методы не способны охватить все более актуальные глобальные проблемы окружающей среды. Глобальное изменение климата, разрушение озонового слоя, трансграничный перенос вредных примесей, сокращение численности редких видов растений и животных, деградация сельскохозяйственных земель, дефицит пресной воды, ущерб, наносимый лесным и океанским экосистемам и другие крупномасштабные проблемы окружающей среды, требуют более широкого взгляда. По этой причине необходимо развитие макроэкономики окружающей среды, которая требует создания другого, отличного от стандартного подхода

Развитие подобного макроэкономического взгляда требует помещения экономической системы в ее более широкий экологический контекст. Как показывает рис. 1.2, экономический кругооборот на самом деле является частью более крупного экологического кругооборота. Этот экологический цикл состоит из множества подциклов. Экологические циклы включают в себя:

- *Углеродный цикл*, в котором растения преобразуют атмосферный углекислый газ в углерод и кислород. Углерод сохраняется в растениях, часть из которых поедается животными. В результате дыхания животных и горения органических веществ углерод рекомбинирует с кислородом и возвращается в атмосферу.
- *Азотный цикл*, в котором почвенные бактерии химически соединяют азот с кислородом из атмосферы и производят важные для роста растений питательные вещества.
- *Водный цикл*, включающий выпадение осадков, сток и испарение, что непрерывно создает запасы пресной воды для жизни растений и животных.

- Другие *органические циклы* роста, смерти, разложения и нового роста, в результате которых важные питательные вещества перерабатываются почвой для обеспечения непрерывного базиса для жизни растений и животных.

Все эти циклы базируются на солнечной энергии и находятся в сложном равновесии, которое складывалось в течение миллионов лет.

В этом контексте экономическая деятельность является процессом ускорения воспроизводства материалов из экологических циклов. Термин «воспроизводство» подчеркивает использование энергии и материалов как в качестве «сырья», так и «готовой продукции».

Современное сельское хозяйство, например, использует огромные количества искусственно произведенных азотных удобрений для получения более высоких урожаев. Сток излишнего количества отходов, содержащих азот, загрязняет воду и создает проблемы для окружающей среды. Как сельское хозяйство, так и промышленность нуждается в больших количествах воды. Вместе с бытовым потреблением этот спрос может превысить запасы природного водного цикла, истощая запасы подземных водных ресурсов.

Наиболее важным способом ускорения воспроизводства ресурсов является использование больших количеств энергии для обеспечения работы экономической системы. Более 80% потребляемой глобальной экономической системой энергии вырабатывается из ископаемого топлива. Углеродные загрязнения от сжигания этого топлива нарушают баланс глобального углеродного цикла. Излишние количества углекислого газа накапливаются в атмосфере, нарушая процессы, которые определяют климат планеты, тем самым, влияя на множество глобальных экосистем.

По мере экономического роста давление экономических систем на экологический цикл возрастает. Растет потребление энергии, ресурсов и воды, генерируются отходы. Поэтому основной вопрос макроэкономики окружающей среды состоит в том, как сбалансировать размер экономической системы или макроэкономический масштаб с поддерживающей экосистемой. Рассмотрение проблемы в этом аспекте представляет значительное смещение парадигмы экономического анализа, который до последнего времени не рассматривал общие ограничения экосистем.

Применение экологически ориентированной экономики

Экологически ориентированная макроэкономика включает новые концепции оценивания национального дохода, которые явно используют параметры загрязнения окружающей среды и истощения природных ресурсов при расчете национального дохода. Кроме этого, эконэкономика предлагает новые формы анализа, как на микро-, так и на макроэкономическом уровне. Эти новые аналитические методы основаны на физических законах, которые управляют потоками энергии и материалов в экосистемах. Приложение этих законов к экономическому процессу создает совершенно иной подход по сравнению со стандартным экономическим анализом проблем окружающей среды.

Поиск баланса между экономическим ростом и здоровьем экосистемы привел к появлению концепции устойчивого развития. Формы экономического развития, в которых окружающая среда охраняется, а не деградирует, включают использование возобновляемых источников энергии, органическое сельское хозяйство с внесением ограниченного количества удобрений, технологии консервирования ресурсов. В глобальном масштабе, содействие устойчивому развитию является ответом на многие проблемы окружающей среды и охраны природных ресурсов, отмеченные в начале этой главы. Эти проблемы должны рассматриваться не изолированно, а в контексте комплексного воздействия на экосистему.

Заключение

На повестке дня в двадцать первом веке стоят серьезные проблемы окружающей среды, с которыми сталкиваются как отдельные страны, так и целые регионы. Выбор стратегий реагирования на эти проблемы требует понимания экономики окружающей среды. Охрана окружающей среды, с одной стороны, требует экономических затрат, с другой стороны, приносит экономические результаты и это экономическое измерение часто оказывается критическим в выборе конкретной стратегии. В некоторых случаях требуется нахождение компромисса между противоречивыми экономическими и экологическими целями, в других случаях эти цели могут оказаться совместимыми и даже усиливать друг друга.

Существует два подхода к экономическому анализу проблем окружающей среды. Стандартный подход применяет экономическую теорию к окружающей среде, используя концепции денежного оценивания и экономического равновесия. Такой подход направлен на эффективное управление природными ресурсами и надлежащую оценку влияния загрязнения и отходов на окружающую среду. Альтернативный эколого-экономический подход рассматривает экономическую систему как часть более общей биофизической системы. В этом подходе подчеркивается необходимость такой экономической деятельности, которая укладывается в физические и биологические пределы экосистемы.

Значительная часть анализа в стандартном подходе является микроэкономической, основанной на рыночных механизмах. Стандартный рыночный анализ может применяться в тех случаях, когда экономическая деятельность наносит ущерб окружающей среде или истощаются запасы ресурсов. Другие методы позволяют глубже понять использование ресурсов и благ общего пользования.

Экологическая макроэкономика, сравнительно новая область, подчеркивает взаимоотношения между экономическим производством и основными природными циклами планеты. Во многих случаях возникают серьезные конфликты между экономической деятельностью и развитием природных систем, которые порождают региональные и глобальные проблемы как, например, глобальное изменение климата в результате накопления выбросов парниковых газов. Более широкий подход требует новых способов измерения экономической активности, также как и анализа того, как масштаб экономической активности влияет на экологические системы.

Вопросы для обсуждения

1. Обязательно ли экономический рост и серьезная политика в области окружающей среды вступают в конфликт? Определите некоторые области, в которых необходимо сделать выбор между экономическим ростом и сохранением окружающей среды.
2. Можно ли повесить ценник на ресурсы окружающей среды? Как? Определите конкретные ситуации оценки стоимости окружающей среды, с которыми вы знакомы или читали.
3. Что общего между принципами экологического и экономического кругооборота? Чем они отличаются?

Приведите конкретный пример в области сельского хозяйства, водного хозяйства и энергетики.

Список литературы

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М., 1997.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. – М., 1995.
3. Нестеров П.М., Нестеров А.П. Экономика природопользования и рынок. – М., 1997.
4. Пахомова Н.В. Экономика природопользования. – СПб., 1994.
5. Bromley, Daniel W. The Handbook of Environmental Economics. Blackwell Handbooks in Economics series. Oxford, England, and Cambridge, U.S.: Basil Blackwell, 1995.
6. Costanza, Robert, ed. Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. New York: Columbia University Press, 1991.
7. Daly, Herman. "Elements of Environmental Macroeconomics," in Costanza, ed., 1991.
8. Harris, Jonathan M., Timothy A. Wise, Kevin P. Gallagher, and Neva R. Goodwin, A Survey of Sustainable Development: Social and Economic Dimensions. Washington, D.C.: Island Press, 2001.
9. Krishnan, Rajaram, Jonathan M. Harris, and Neva R. Goodwin, eds. A Survey of Ecological Economics. Washington, D.C.: Island Press, 1995.
10. Markandya, Anil, and Julie Richardson. Environmental Economics: A Reader. New York: St. Martin's Press, 1993.
11. Opschoor, J. B., Kenneth Button, and Peter Nijkamp, eds. Environmental Economics and Development. Cheltenham, England: Elgar, 1999.
12. Stavins, Robert N., ed. Economics of the Environment: Selected Readings, 4th ed. New York: Norton, 2000.

Глава 2 Ресурсы, окружающая среда и экономическое развитие

Центральные вопросы главы:

- *В каком отношении находятся экономический рост и окружающая среда?*
- *Достигнет ли экономический рост планетарных пределов?*
- *Как может экономическое развитие стать экологически устойчивым?*

Краткая история экономического развития и природопользования

В течение длительного периода человеческой истории население земного шара и экономическая деятельность были довольно стабильными. До индустриальной революции XIX века, население Европы росло медленно, и уровень жизни менялся мало. Введение рыночной экономики и быстрый технический прогресс изменил это состояние коренным образом. Численность населения в Европе вступила в период быстрого роста, что привело британского классического экономиста Томаса Мальтуса к теории о том, что рост народонаселения будет обгонять продовольственное снабжение, в результате чего большая часть людей будет находиться едва ли на уровне выживания.

Работа Мальтуса «Эссе по основам народонаселения и его влиянию на улучшение общества в будущем», опубликованная в 1798 году, вызвала долгую и непрерывную дискуссию о последствиях роста численности населения. История доказала ошибочность этой простой гипотезы Мальтуса: и население и уровень жизни в Европе быстро росли в течение двух столетий после выхода этой работы. Но если мы рассмотрим более сложное утверждение о том, что рост численности населения и экономических систем, в конце концов, выйдет за пределы возможностей систем биофизического обеспечения, выяснится, что давняя дискуссия окажется чрезвычайно актуальной и сегодня. Противоречивость вопросов роста численности населения тесно переплетается с проблемами окружающей среды и природных ресурсов. В XXI веке

эти проблемы будут серьезно влиять на курс экономического развития. Маловероятно, что мы столкнемся с крупными нехватками продовольствия в глобальном масштабе, однако, весьма вероятно, что экологический стресс, вызванный ростом численности населения и потребностью в природных ресурсах, потребует радикальных изменений в природе экономических систем.

Измерение темпов роста

Приступая к рассмотрению сложных проблем роста, мы можем начать с простого экономического анализа соотношения между численностью населения и экономической активностью. Измеряя результаты экономической деятельности валовым национальным продуктом (ВНП) мы можем записать простое тождество:

$$\text{ВНП} = (\text{Численность населения}) \times (\text{ВНП на душу населения}),$$

которое может быть выражено в терминах темпа роста как соотношение между темпом роста ВНП, темпом роста населения и приростом ВНП на душу населения:

$$\text{Темп роста ВНП} = (\text{Темп роста населения}) \times (\text{Прирост ВНП на душу населения}).$$

Очевидно, что это соотношение должно учитывать влияние инфляции. ВНП на душу населения будет расти тогда, когда прирост ВНП будет опережать прирост населения. Для этого необходим постоянный рост производительности труда. Рост производительности труда и является ключом для спасения из мальтузианской ловушки.

Рост производительности труда в сельском хозяйстве означает, что доля рабочих, занятых в нем, постоянно сокращается, освобождая рабочую силу для промышленного развития. Рост производительности труда в промышленности обеспечивает более высокий уровень жизни. В широком смысле слова, экономическое развитие как раз и шло этим путем в Европе, США и других промышленно развитых странах.

Факторы, определяющие экономический рост

Какие факторы роста производительности труда делают возможным устойчивый экономический рост? Одним из них является аккумуляция капитала. Инвестирование приводит к росту основного капитала во времени: по мере роста доли основного капитала на одного работника растет производительность труда каждого работника. Кроме того, технологические инновации повышают производительность, как труда, так и капитала. Стандартные модели экономического роста не указывают границ для этого процесса. При условии, что инвестирование продолжается на определенном уровне, производительность и потребление на душу населения может расти без ограничения в будущем.

С точки зрения экологической экономики, существенными для экономического роста являются три дополнительных фактора. Одним из них является обеспечение энергией. Экономическое развитие Европы в XIX веке существенно зависело от угля как источника энергии, и некоторые экономисты того времени выражали беспокойство по поводу того, что запасы угля могут закончиться. В XX веке нефть заменила уголь в качестве основного источника энергии для промышленности.

В настоящее время нефть, природный газ и уголь обеспечивают более 85% энергетических потребностей промышленно развитых стран. В значительной степени экономический рост, как в сельском хозяйстве, так и в промышленности был процессом замены человеческого труда энергией ископаемого топлива. Эта замена играет важную роль для состояния окружающей среды и природных ресурсов, что в свою очередь, влияет на будущий экономический рост.

Вторым важным фактором является наличие земли и природных ресурсов, иногда называемых природным капиталом. Почти все виды экономической деятельности, в той или иной степени, требуют использования земли. По мере роста этих видов деятельности нарастает давление по переводу земли из природного состояния в сельскохозяйственное, промышленное или жилищное использование. Некоторые виды использования конфликтуют друг с другом. Строительство домов может конкурировать с сельскохозяйственным использованием земель. Строительство промышленных объектов или дорог делает землю менее пригодной для жилищного или сельскохозяйственного использования.

Запасы земли, естественно, ограничены. За исключением редких случаев типа строительства дамб в Нидерландах, или намыва

земель в западной части Васильевского острова в Санкт-Петербурге, наши технологии не могут «создать» больше земли. Природные ресурсы сильно различаются по запасам, однако, минеральные ресурсы и регенеративная способность лесов и других живых ресурсов имеют физические пределы.

Третьим важным фактором является ассимиляционная емкость природной среды для антропогенного воздействия. Пока этот вопрос еще не столь критический, поскольку масштаб экономической деятельности не велик по отношению к емкости окружающей среды, однако, по мере ускорения глобальной экономической активности, поток отходов возрастает и может начать угрожать существованию экологических систем. Потоки твердых отходов и сточных вод, токсичных и радиоактивных отходов, выбросы в атмосферу создают конкретные проблемы для окружающей среды, которые требуют принятия локальных, региональных или глобальных решений.

«Оптимисты» и «пессимисты» экономического роста

Дискуссии, касающиеся факторов окружающей среды и природных ресурсов, которые могут или способствовать, или ограничивать экономический рост, не прекращаются. В 1972 году в Массачусетском Техническом институте (MIT) группа исследователей опубликовала работу под названием «Пределы роста». Исследование, в котором использовались компьютерные модели для описания проблем окружающей среды и природных ресурсов, возникающих в результате продолжающегося экономического роста, вызвало бурные дискуссии между «пессимистами» и «оптимистами» экономического роста.

«Оптимисты», главным образом, надеялись на будущий технический прогресс для нахождения новых источников энергии, преодоления ограничения ресурсов и решения проблем загрязнения окружающей среды. «Пессимисты» указывали на быстрый рост численности населения и ВВП при уже существующих сложных проблемах окружающей среды и предупреждали о том, что человечество находится в опасности истощения способности Земли выдерживать экономическую деятельность. По сути дела, ставился вопрос о том, может ли удачный опыт экономического роста последних двух столетий быть распространен и на следующее столетие.

Современный экономический рост

Необходимо отметить, что экономический рост после Второй мировой войны был экстраординарным, как по масштабу, так и по характеру. С исторической точки зрения, рост населения и экономики за период с 1800 до 1950 годов был громадным по сравнению с предшествующими периодами. Однако, темпы роста после 1950 года были несравнимо более высокими. С 1950 по 2000 годы численность населения земного шара удвоилась. Сельскохозяйственное производство утроилось, а мировой ВВП вырос в 4 раза (на рис. 2.3 показаны данные, начиная с 1961 года). Это, естественно, вызвало беспрецедентный спрос на природные ресурсы и оказало небывалое воздействие на окружающую среду. При этом, процесс экономического роста вовсе не закончился. Население земного шара, превышающее 6 млрд. человек в 2000 году продолжает расти на 1,3% каждый год, что составляет ежегодный прирост более 70 млн. человек. Это больше, чем население Франции.

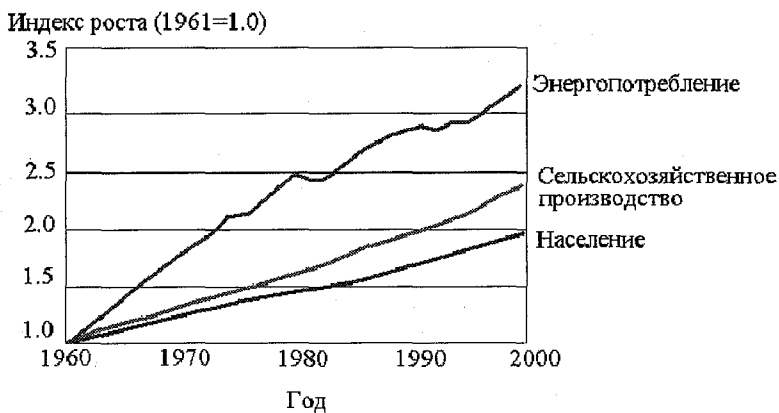


Рис. 2.3 Рост численности населения, сельскохозяйственного производства и энергопотребления, 1961-1999г.г.

Вместе с ростом населения, спрос на повышение уровня жизни требует устойчивого роста производства. Рост глобального ВВП составляет от 2 до 3% в год, как в развитых, так и в развивающихся странах. При этом в таких развивающихся странах как Китай, темпы роста еще выше. По оценкам Всемирного банка к 2030 году мировой

ВВП будет в 3,5 раза выше уровня 1990 года или в 15 раз больше уровня 1950 года.

Хватит ли нам энергии, ресурсов и емкости окружающей среды, чтобы выдержать такой уровень производства? Различные аспекты этого вопроса будут рассмотрены в следующих главах. В качестве введения сделаем краткий обзор основных параметров проблемы и предложим подходы к их анализу.

Экономический рост и окружающая среда в будущем

В экономической истории XX века проблемы окружающей среды вышли на передний план лишь недавно. Во время Великой депрессии 30-х годов внимание было привлечено к эрозии почв. В 50-е и 60-е годы появилось беспокойство по поводу использования пестицидов и загрязнения воздуха. Только в последнее десятилетие XX-го века деградация окружающей среды была признана фундаментальной проблемой, угрожающей всему процессу экономического роста. В глобальной экономике XXI века экологические соображения будут определяющим фактором экономического роста.

Рост численности населения

Первым существенным фактом новой глобальной экономики является значительно возросшая численность населения. Феномен инерции роста населения гарантирует его прирост в большинстве стран в ближайшие полстолетия. В отличие от многих прогнозов, которые могут быть быстро опровергнуты реальностью, этот прогноз надежен. Самое крупное по численности поколение детей уже родилось. Мы знаем, что эти дети станут взрослыми и родят своих детей. Даже если у них будут маленькие семьи (хотя в настоящее время в большей части стран нормой являются большие семьи), их дети значительно превзойдут по количеству старшее поколение, на смену которому они придут.

Таким образом, только громадный рост смертности может изменить прогноз роста численности населения. Даже глобальный кризис СПИДа, несмотря на его ужасающее распространение, вряд ли повлияет на динамику роста, за исключением некоторых регионов. По самым скромным оценкам, прогнозируется 50% рост населения к 2030 году по сравнению с уровнем 1990 года. Оценки сверху

показывают удвоение численности населения по сравнению с уровнем 1990 года, что составит 10 млрд. человек. Более 95% этого прироста придется на развивающиеся страны.

Хотя темпы роста населения снижаются с 70-х годов XX-го века, и, по оценкам, будут снижаться и далее, общий прирост населения (меньший процент от большего числа) будет составлять около 60 млн. человек в год в течение ближайших нескольких десятилетий.

Такой рост населения поднимает вопрос о том, сможем ли мы всех накормить. Сможет ли сельское хозяйство удовлетворить нужды дополнительных двух-трех миллиардов людей? Можно анализировать эту проблему разными способами. Простейший способ состоит в ответе на вопрос: возможно ли физически произвести достаточное количество зерна и других культур, чтобы накормить от 8 до 10 млрд. людей с учетом ограниченности площади сельскохозяйственных земель? Более сложной проблемой является возможность удовлетворения постоянно растущего спроса на деликатесы и мясо.

Глобальное неравенство означает, что широко распространенный голод существует даже при условии, что среднее производство продовольствия на национальном или глобальном уровне является достаточным. Экономический рост может повысить уровень жизни самых бедных слоев, но он так же способствует возрастающему потреблению на душу населения большинства. Принимая это во внимание, можно заключить, что, скорее всего, потребление продовольствия будет расти более высокими темпами, чем население.

Рост глобального производства продовольствия потребует интенсификации производства. Это означает, что каждый гектар земли должен давать значительно более высокий урожай. Это оказывает дополнительную нагрузку на землю и запасы воды, а также требует интенсивного использования удобрений, обостряет проблему эрозии почв, стока химикатов в грунтовые воды. Все это реально ограничивает расширение сельскохозяйственного производства. Определенно, рассмотрение только производительности сельскохозяйственного производства является недостаточным. Факторы природной среды и ресурсов, так же, как вопросы стоимости, будут основными при решении проблемы обеспечения продовольствием большего количества людей при ограниченных ресурсах.

Рост населения, помимо прочего, требует увеличения площадей для городского, жилищного и промышленного строительства. Эти потребности приведут к вторжению в леса,

сельскохозяйственные угодья и природные экосистемы. Такое давление населения на землю очень велико в таких странах как Индия (плотность населения 300 чел/кв. км) или Бангладеш (1000 чел/кв. км). В менее плотно населенных регионах, в том числе и в России, землепользование остается главной проблемой окружающей среды с постоянно растущим давлением пригородного строительства на сельскохозяйственные земли и леса, и постоянным конфликтом между сельским хозяйством или лесоводством и сохранением дикой природы.

Рост использования природных ресурсов

Проблемы использования ресурсов тесно переплетаются с вопросами будущего роста населения и экономическим развитием. Отчет «Пределы роста» 1972 года подчеркивал ограниченность запасов основных невозобновляемых ресурсов, таких как минеральные ресурсы. С тех пор центр дискуссий сместился. Критики «пессимистической» позиции указывали, что открытие новых ресурсов, новые технологии их добычи и переработки, нахождение заменителей и рост переработки отходов расширяют горизонты использования ресурсов. Так же, как и в случае продовольственного снабжения, настоящая проблема состоит не в абсолютных пределах, а скорее в последствиях для окружающей среды возрастающей степени возобновления ресурсов.

Добыча полезных ископаемых, например, всегда была печально известна нанесением ущерба окружающей среде. Если средний потребительский спрос на сталь в мире достигнет сегодняшнего уровня США, спрос на железную руду возрастет во много раз. В земной коре содержится огромное количество железной руды, однако, какой будет цена ее добычи для окружающей среды?

Здравый смысл и экономическая теория говорят, что самые высококачественные руды будут добыты первыми. По мере перехода к менее богатым рудам будет возрастать потребление энергии для получения металла, так же, как и объем промышленных отходов.

Рост энергопотребления

Увеличение объемов потребления ресурсов, так же, как и повышение урожайности в сельском хозяйстве, зависит от энергоснабжения. Энергия является фундаментом экономической

деятельности и самой жизни. Проблемы источников энергии представляют особую важность. Экономическое развитие XIX века в основном опиралось на уголь. Развитие XX века – на нефть. Наша нынешняя зависимость от ископаемого топлива ставит серьезные проблемы для экономики XXI века.

Отчасти эти проблемы возникают из-за ограниченности запасов ископаемых топлив. Известные в настоящее время запасы нефти и газа истощатся примерно через 50 лет. Запасов угля хватит на более длительное время, однако, уголь является самым «грязным» видом ископаемого топлива. Сжигание угля, нефти и газа вносит вклад в загрязнение воздуха в приземном слое, а также в глобальные углеродные выбросы, что, как известно, является причиной глобального изменения климата. Рост численности населения и повышение уровня жизни, по оценкам, потребует значительного увеличения энергопотребления в ближайшие 40 лет. Наиболее важным является разработка или нахождение новых, менее загрязняющих источников энергии, а также сокращение, по сравнению с современным уровнем, энергопотребления на душу населения в развитых странах. В следующих главах будут рассмотрены экономические аспекты перехода на альтернативные источники энергии.

Истощение возобновляемых ресурсов

Весь мир испытывает дефицит возобновляемых ресурсов, таких, как лесные и рыбные. Чрезмерное использование возобновляемых ресурсов нанесло серьезный ущерб окружающей среде. Площадь лесного покрова во всем мире неуклонно сокращается, причем особенно быстро в течение нескольких последних десятилетий это происходит в тропических лесах. После многих лет устойчивого роста глобальный улов рыбы, кажется, достиг своего максимума, и основные рыбные ресурсы сейчас находятся в упадке.

Эксплуатация природных ресурсов вызывает ускоренное исчезновение биологических видов, что ставит под угрозу природное наследие будущих поколений. Естественно, эта проблема будет только обостряться с ростом потребности в продовольствии, топливе, дереве и натуральном волокне.

Экономическая теория дает объяснение этому феномену чрезмерного использования природных ресурсов. Найти решение этой проблемы намного сложнее. Подобное решение, определенным образом, потребует концептуального сдвига от рассмотрения лесных

и рыбных запасов как неограниченных ресурсов открытого доступа, до рассмотрения их как части глобальных прав на совместное пользование. Будущее экономическое развитие не сможет использовать «бесплатные» ресурсы типа земли и океанов, оно должно быть приспособлено к экологическим пределам. В некоторых случаях, права частной собственности могут побуждать отдельных владельцев консервировать ресурсы. В других ситуациях потребуется разработка эффективной стратегии управления региональной или глобальной общей собственностью.

Загрязнения

Экономический рост несет с собой проблему растущих объемов накапливающихся (кумулятивных) загрязняющих веществ. К ним относятся вещества, которые не исчезают и не разлагаются с течением времени, а так же токсичные и ядерные отходы. Ограничение выбросов, которое находится в центре обычной политики борьбы с загрязнениями, может лишь частично помочь с этими проблемами. Когда мы имеем дело с такими кумулятивными веществами как хлорфторуглерод, ДДТ или радиоактивные отходы, мы должны бороться с наследием всех предыдущих загрязнений и думать о том, как наша современная деятельность будет влиять на окружающую среду в будущем. Это в значительной степени усложняет анализ затрат и результатов.

Загрязнение воздуха и воды веществами, которые не являются кумулятивными, может ограничиваться политикой специального регулирования. Однако экономический рост часто ведет к росту объемов подобных загрязнений. В области ограничения выбросов технический прогресс постоянно соревнуется с ростом потребления (примером может служить использование автомобилей). Экономический анализ контроля загрязнений может предложить решения для некоторых конкретных проблем.

Экологический подход к экономическому росту и природопользованию

В каждом отдельном случае конкретная стратегия помогает решать отдельные проблемы, тем не менее, весь круг проблем говорит об общей потребности в новом типе экономического анализа,

таким, который рассматривает глобальную экономику с акцентом на окружающую среду и природные ресурсы.

Вместо того, чтобы заниматься вопросами природопользования после решения основных экономических проблем производства, рабочей силы и роста производительности труда, концепция экоэкономики рассматривает окружающую среду в качестве фундамента процесса производства. Конечно, экономическое производство всегда зависело от окружающей среды, однако здесь все дело в масштабе экономической деятельности. До тех пор, пока деятельность человека была неопоставима по своему масштабу с экосистемой, мы могли удовлетворяться экономической теорией, которая анализировала производство и потребление, не обращая внимания на их воздействие на окружающую среду. В настоящее время экономическое производство стало производить столь крупномасштабные эффекты в окружающей среде, что возникла необходимость интегрировать экономические взгляды с экологическими.

Если мы примем более широкий взгляд, нам придется приспособить сами цели экономической деятельности к экологическим реалиям. Традиционно, основными целями экономической деятельности считался рост производства и потребления на душу населения. Однако эти цели часто ставят под угрозу устойчивость той окружающей среды, в которой действует наша экономическая система. С ростом населения и давления на окружающую среду нужно менять либо цели, либо методы их достижения.

Попытка сбалансировать экономические и экологические цели делается в теории устойчивого развития, то есть такого экономического развития, которое удовлетворяет потребности человека без разрушения глобальных экосистем и истощения важнейших ресурсов. Некоторые критики указывали, что устойчивое развитие является пустым звуком, не имеющим конкретного содержания. Другие, наоборот, приняли термин «устойчивое» для описания слегка измененных форм традиционного экономического роста. Тем не менее, в настоящее время начали проявляться контуры новой концепции, которая, безусловно, переопределит экономические цели.

Устойчивое развитие

Давайте вспомним, что стандартный взгляд на экономическое развитие определяется в терминах ВВП на душу населения, из чего следует, что ВВП должен расти быстрее, чем численность населения. Устойчивое развитие требует других единиц измерения. Рост производительности труда, товаров и услуг, безусловно, является желаемой частью результата, однако, не менее важным является поддержание экологического базиса экономики, а именно, плодородных почв, природных экосистем, лесных, рыбных и водных запасов. В дальнейшем можно будет увидеть, что эти факторы могут быть приняты во внимание в модифицированных методах измерения национального дохода. Однако, устойчивое развитие означает больше, чем просто введение другой единицы измерения, оно подразумевает другой тип анализа процесса производства и потребления.

Устойчивое развитие против стандартных взглядов на экономический рост

С точки зрения производства, важно различать возобновляемые и невозобновляемые ресурсы. Любая экономика должна использовать некоторое количество невозобновляемых ресурсов, однако, устойчивое развитие подразумевает сохранение или рециклирование этих ресурсов и большую степень использования возобновляемых ресурсов. С точки зрения потребления, должно быть сделано важное различие между потребностями и желаниями. В противоположность стандартной экономической парадигме, в которой деньги управляют рынком и определяют, какие должны быть произведены товары, устойчивое развитие подразумевает придание приоритета обеспечению основных потребностей по сравнению с предметами роскоши.

Так же, в противоположность стандартной теории экономического роста, устойчивость предполагает некоторые ограничения в макроэкономическом масштабе. Вместо экстраполяции темпов роста в будущее постулируется некий максимальный уровень, который основан на потенциальной емкости региона или всей планеты. Это, в свою очередь, подразумевает некоторый максимальный уровень населения, выше которого потенциальная емкость будет превышена и уровень жизни начнет снижаться.

Население и устойчивое развитие

Введение населения в качестве ключевой переменной при определении пределов экономического роста имеет значение как для развивающихся, так и для развитых стран. Для развивающихся стран, с высокими темпами роста населения, это означает, что ограничение темпа роста численности населения является решающим элементом успешного развития.

Для промышленно развитых стран роль населения иная. В большинстве стран Европы и в Японии численность населения не изменяется, а в Германии и России уменьшается. В США рост численности населения продолжает оказывать давление на национальные глобальные экосистемы. Хотя темпы роста населения в США ниже, чем в развивающихся странах, значительно большее потребление на душу населения означает, что каждый дополнительный житель США создает дополнительную потребность в ресурсах в несколько раз превышающую создаваемую, например, жителем Индии.

Это означает, что политика в отношении численности населения должна являться существенным элементом устойчивого развития. Демографическая политика должна включать элементы образования, социально-экономической политики, здравоохранения, в том числе, наличие противозачаточных средств, и часто вступать в конфликты с установившимися религиозными и социальными традициями. Тем не менее, этой сложной области по-прежнему уделяется мало внимания в стандартных экономических моделях.

Сельское хозяйство и устойчивое развитие

Когда мы рассматриваем системы сельскохозяйственного производства, общий принцип опоры на возобновляемые ресурсы, в значительной степени противоречит идее сельскохозяйственной модернизации. Современное производство продовольствия основано на интенсивном использовании удобрений в сельском хозяйстве, т.е. оно в значительной степени зависит от дополнительных удобрений, пестицидов, воды для ирригации и механизации. Это все, в свою очередь, зависит от энергии ископаемого топлива. Традиционное сельское хозяйство, основанное на энергии солнца, использовании домашнего скота и ручного труда дает значительно более низкую урожайность по сравнению с современным сельским хозяйством.

Концепция устойчивого сельского хозяйства объединяет элементы традиционных и современных методов. В нем максимально используются такие возобновляемые ресурсы, как отходы растительного и животного происхождения (перегной и навоз), ротация культур, совместное выращивание сельскохозяйственных культур различных типов, ведение агролесного хозяйства, эффективная ирригация, комплексные программы по борьбе с вредителями. Вопрос о том, может ли такая форма сельского хозяйства конкурировать по урожайности с интенсивным сельским хозяйством, остается открытым. Однако его воздействие на окружающую среду оказывается куда менее вредным, а иногда даже благоприятным.

Энергия и устойчивое развитие

Возникает вопрос, смогут ли возобновляемые источники энергии (включая энергию солнца) избавить мир от зависимости от ископаемого топлива. Это очень сложная проблема, поскольку в индустриально развитых странах в настоящее время возобновляемая энергия используется менее чем на 10%. Другая картина наблюдается в развивающихся странах, где значительная часть используемой энергии приходит из биомассы (дрова, растения и животные отходы). Эффективное использование биомассы и поддержание лесных ресурсов могут играть важную роль в энергетической политике. Технические достижения в системах солнечной, ветровой энергии и энергии биомассы снизили цены этих возобновляемых ресурсов, и их потенциал для будущего расширения является существенным, как в развитых, так и в развивающихся странах.

Огромный, часто непризнанный, потенциал содержится в консервации и повышении эффективности. По некоторым оценкам, развитые страны могли бы снизить потребление энергии, по крайней мере, на 30% используя эти методы без понижения уровня жизни. Традиционный экстенсивный подход к энергетике (как, например, строительство новых электростанций) может уступить место контролю спроса на потребление энергии (повышении эффективности и снижении потребления энергии).

Поскольку развитые страны потребляют в настоящее время 3/4 глобальной энергии, хотя их численность населения составляет всего лишь 1/4 численности населения земного шара, рост энергопотребления в развивающихся странах может быть компенсирован снижением потребления в развитых странах.

Переговоры по поводу глобальной политики в отношении изменения климата показывают, что подобный компромисс мог бы оказаться существенным для снижения антропогенного воздействия на климат.

Устойчивое управление природными ресурсами

Устойчивое управление природными ресурсами подразумевает комбинацию экономического и экологического подходов. Экономическая теория управления природными ресурсами показывает, например, как многие системы управления лесными и рыбными запасами могут приводить к истощению или даже полному уничтожению ресурсов. Надлежащие стимулы и реорганизация могут содействовать устойчивому управлению. К сожалению, большая часть нынешних систем управления лесными и рыбными запасами далеки от устойчивых.

В области управления промышленными выбросами стандартный экономический подход состоит в анализе затрат и результатов для различных форм борьбы с загрязнениями с тем, чтобы определить экономически оптимальную политику. Такой подход имеет свои достоинства, но он совершенно недостаточен для устойчивости. Самая лучшая политика контроля за загрязнениями может быть опровергнута нарастающими косвенными последствиями от загрязнений, особенно в случае кумулятивных веществ.

В последнее время возникла новая концепция промышленной экологии, представляющая собой комплексный подход борьбы с загрязнениями. По аналогии с природной экосистемой, способной перерабатывать свои собственные отходы, в промышленной экологии индустриальные системы рассматриваются в целом для определения путей минимизации или полного исключения производства загрязняющих веществ и максимального рециклирования ресурсов. Применение методов промышленной экологии имеет потенциал, как для реструктуризации существующих промышленных систем, так и для экономического развития в развивающихся странах.

Во всех этих областях устойчивое развитие предлагает новую парадигму, отличную от стандартного экономического подхода. Рассмотрение новой парадигмы оправданно, поскольку глобальная реальность радикально изменилась с тех времен, когда экономическая политика могла формулироваться без оглядки на окружающую среду.

Если следовать такой логике, можно грубо выделить три основных периода экономической истории. В доиндустриальный период численность населения и экономическая деятельность

оставались примерно на одном уровне, спрос на ресурсы планетарной экосистемы был ограничен. За последние 200 лет быстрого роста промышленности и населения экономическое развитие имело чрезвычайно сильное воздействие на окружающую среду. Этот процесс не был однородным, в некоторых случаях технические достижения снижали загрязнения и спрос на ресурсы. Однако, нарастающее давление указывает на то, что мы вступаем в третий период, в котором рост населения и экономической деятельности должен согласовываться с экологической потенциальной емкостью.

Заключение

Экономический рост отражает как рост населения во времени, так и рост ВВП на душу населения. Этот рост зависит от роста капиталовложений и технического прогресса, также как и от возрастающего потребления энергии, природных ресурсов и способности окружающей среды поглощать отходы.

Простая модель взаимоотношений между населением, выпуском промышленной продукции, ресурсами и загрязнением указывает на то, что неограниченный экономический рост приведет к истощению ресурсов, росту загрязнения и, в конечном счете, краху экономических и экологических систем. Однако, подобная модель зависит от технического прогресса и характера обратной связи между переменными модели. Более оптимистичный взгляд учитывает рост производительности труда, борьбу с загрязнениями и переход к альтернативным, более устойчивым технологиям.

Во второй половине двадцатого века из-за беспрецедентных темпов роста почти удвоилось население, мировое сельскохозяйственное производство утроилось, мировой ВВП и энергопотребление возросли в четыре раза. Продолжающийся рост населения и экономики будут ставить все более жесткие запросы на ресурсы и окружающую среду в первой половине двадцать первого века. Производство продовольствия, восстановление невозобновляемых ресурсов, энергопотребление, загрязнение атмосферы, токсичные отходы и управление возобновляемыми ресурсами, - все это крупные проблемы, требующие детального анализа и стратегических решений. Кроме того, сама природа экономического роста должна приспосабливаться к экологическим и ресурсным ограничениям.

Концепция устойчивого развития пытается объединить экономические и экологические цели. Методы устойчивого

сельскохозяйственного производства, энергопотребления, управления природными ресурсами и промышленное производство имеют определенный потенциал, но пока широко не приняты. Устойчивая глобальная экономика также налагает некоторые ограничения на рост населения и потребление материалов. Вопрос устойчивости экономической деятельности уже стал крупной проблемой, и станет еще более острым в ближайшие десятилетия.

Вопросы для обсуждения

1. Можно ли с уверенностью утверждать, что мальтузианская гипотеза опровергнута временем? Какие основные факторы работали против мальтузианского ракурса? Актуален ли этот ракурс сегодня?
2. За последние несколько десятилетий много раз возникало беспокойство по поводу истощения природных ресурсов. Тем не менее, до сих пор имеются значительные запасы нефти для современных потребностей, да и ни один из важных ресурсов не является дефицитным. Были ли эти опасения преувеличены? Как бы вы их оценили, учитывая опыт прошлого и будущие перспективы?
3. Обязательно ли повышение уровня жизни означает рост потребления? Можно ли представить себе будущее, в котором сократится потребление многих товаров и природных ресурсов? Если это случится, будет ли это означать конец экономического роста? Как различается восприятие этих вопросов, например, жителем Швейцарии и жителем Эфиопии?

Список литературы

1. Василенко В.А. Экология и экономика: проблемы и поиски путей устойчивого развития. – Новосибирск, 1995.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономические методы управления природопользованием. – М, 1993.
3. Пахомова Н.В., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. -СПб.: Питер, 2003.
4. Daly, Herman E. Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. Boston: Beacon Press, 1996.
5. Daly, Herman E. "Elements of Environmental Macroeconomics." in Robert Costanza, ed., Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. New York: Columbia University Press, 1991.

6. Harris, Jonathan M., Timothy A. Wise, Kevin Gallagher, and Neva R. Goodwin, eds. *A Survey of Sustainable Development*. Washington, D.C.: Island Press, 2001.
7. Malthus, Thomas Robert. *Essay on the Principle of Population as It Affects the Future Improvement of Society*. Original publication 1798.
8. Meadows, Donella H. et al., *The Limits to Growth*. New York: Universe Books, 1972.
9. Meadows, Donella, et al., *Beyond The Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. White River Junction, Vt.: Chelsea Green, 1992.
10. Sen, Amartya. *Development as Freedom*. New York: Knopf, 2000.
11. Stewart, Frances. *Basic Needs in Developing Countries*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.
12. Streeten, Paul, et al., *First Things First: Meeting Basic Needs in Developing Countries*. New York: Oxford University Press, 1981.
13. United Nations Development Programme (UNDP). *Human Development Report 1990-2000*. New York: Oxford University Press, 1990-2000.
14. United States Department of Energy. *International Energy Outlook*. Washington, D.C.: Energy Information Administration, 1999.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Глава 3 Теория экстернальных издержек окружающей среды

Центральные вопросы главы:

- *Как выразить загрязнение и ущерб, наносимый окружающей среде, в экономических терминах?*
- *Как экономически эффективно реагировать на проблемы окружающей среды?*
- *Как соотносятся права собственности и рыночные процессы с проблемами окружающей среды?*

Экстернальные затраты и выгоды

Экономическая теория занимается анализом затрат и выгод. В графическом виде выгоды обычно представляют кривой спроса, а затраты кривой предложения. Точнее, кривые спроса и предложения показывают нам предельную выгоду и предельные затраты, т.е. затраты и выгоды на производство или потребление единицы продукции.

Рассмотрим, например, автомобильное производство. Рыночный график спроса для автомобилей показывает, сколько потребителей автомобилей желает их приобрести, главным образом, указывая, что по более низкой цене может быть приобретено больше автомобилей. Рыночный график предложения показывает, сколько автомобилей собирается выставить на рынок производитель, по разным ценам, отражающим себестоимость производства. Точка пересечения двух графиков дает точку равновесия, которая показывает оптимальную цену и объем продаваемой продукции. Пока все хорошо. Однако, как мы знаем, производство автомобилей и их эксплуатация оказывают значительное влияние на окружающую среду. Как это влияние учитывается в экономическом анализе?

Ответ следующий: оно никак не проявляется в анализе спроса и предложения, никак не отражается в точке рыночного равновесия оптимальных цен и количества проданных автомобилей, до тех пор, пока не созданы особые законы и организации для учета этого влияния. Это экономисты и называют экстернальными издержками окружающей среды.

Автомобили вносят большой вклад в загрязнение атмосферы, в том числе, они частично ответственны за образование городского

смога и кислотных дождей. Кроме того, выбросы углекислого газа вносят вклад в глобальное потепление, а хладагенты автомобильных кондиционеров вносят вклад в разрушение озонового слоя. Автомобильное масло является основным источником загрязнения грунтовых вод. В производстве автомобилей используются токсичные материалы, которые могут попасть в окружающую среду. Дороги покрывают большие площади сельскохозяйственных земель, а стоки соли с дорог наносят ущерб водоразделам.

Учет затрат на окружающую среду

Очевидно, что производство и эксплуатация автомобилей приводит к реальным затратам, которые не включаются в издержки производства производителя. Пренебрежение этими затратами создает искаженную картину действительности. Для улучшения нашего анализа спроса и предложения мы должны их включить, иначе говоря, найти способы интернализировать внешние издержки, т.е. превратить эти затраты на окружающую среду во внутренние затраты производителя.

Чтобы это сделать, необходимо денежное выражение ущерба, наносимого окружающей среде. Как мы можем выразить в денежных единицах сложные эффекты воздействия на окружающую среду? На этот вопрос нет однозначного ответа. В некоторых случаях экономический ущерб может быть определен. Например, стоки с дорог могут загрязнять водопроводную систему населенного пункта. В этом случае стоимость очистки воды дает некоторую оценку ущерба для окружающей среды, однако и в этом случае менее осязаемые факторы, такие как ущерб, наносимый системам озер и рек, исключаются.

Определение проблем для здоровья, возникающих в результате загрязнения воздуха, и затрат на их лечение дает другую оценку ущерба в денежной форме. Однако при этом игнорируется эстетический ущерб, наносимый загрязнением воздуха. Смог неприятен вне зависимости от его воздействия на здоровье. Подобные проблемы трудно представить в денежном выражении, а если нам не удастся приписать денежное выражение ущербу окружающей среды, рынок автоматически будет считать эту стоимость равной нулю, поскольку ни одна из этих проблем не будет влиять на решения потребителя или производителя.

Для оценки экстерналий издержек на окружающую среду существуют различные методы. В дальнейшем мы более подробно их рассмотрим. Давайте пока согласимся, что существуют некоторые

значительные затраты, даже если мы не можем их точно измерить. Очевидно, что в экономическом анализе необходимо вести их учет.

На рис. 3.1 показан простой способ введения этих затрат в анализ спроса и предложения. Кривая предложения для автомобилей (S) включает все издержки по производству автомобилей, т.е. труд, капитал и материалы. Вместе с кривой спроса (D) она определяет рыночное равновесие (e) при цене P_1 и объеме Q_1 . Мы просто добавим к этим издержкам оценку экстернатальных издержек, связанных с ущербом, наносимым окружающей среде. Это даст нам новую более высокую кривую, которая включает комбинацию рыночных и экстернатальных издержек. Эта кривая S' описывает общие издержки, показывающие реальную стоимость эксплуатации автомобилей для общества.

В общие издержки мы так же можем включить другие экстернатальные затраты, которые, строго говоря, не связаны с окружающей средой. Например, затраты на перегруженность транспортом, по мере того, как на дорогах оказывается все большее количество автомобилей.

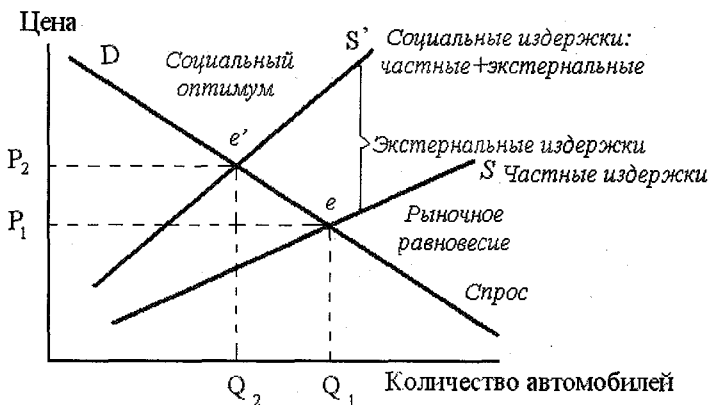


Рис. 3.1 Автомобильный рынок с учетом экстернатальных издержек

Чтобы дать денежную оценку этой экстернатальной издержки, можно, например, посчитать стоимость времени, потерянного в автомобильных пробках. Автомобильные пробки или перегруженность дорог будет также повышать затраты на борьбу с загрязнением воздуха, поскольку больше двигателей будут работать на холостом ходу. Кривая S' отражает влияние всех этих

непреднамеренных, но важных эффектов, связанных с производством и эксплуатацией автомобилей.

Теперь посмотрим, как введение экстерналичных издержек в анализ спроса и предложения влияет на точку экономического равновесия. Конечно, нарисовав новую кривую на графике, мы вряд ли окажем большое влияние на процесс принятия решений в реальном мире, однако это повлияет на наше понимание рыночного равновесия. В неоклассической теории цен рыночное равновесие, обозначенное на рис. 3.1 как точка (e), рассматривается как точка, в которой достигается экономическая эффективность автомобильного рынка. Как только мы ввели экстерналичные затраты в наш анализ, эта концепция эффективного равновесия меняется.

Поскольку рыночный процесс автоматически балансирует выгоды для потребителей (отраженные в кривой спроса) с издержками производства (отраженными в кривой предложения), он гарантирует, что оптимальное количество машин будет произведено по цене, точно отражающей издержки производства. Однако, если мы считаем, что рыночные процессы упускают важные рыночные затраты, а именно, экстерналичные издержки на окружающую среду, мы не можем считать рыночное равновесие эффективным. С этой точки зрения «неправильное» количество машин будет произведено по цене, которая не отражает реальных затрат.

Интернализация экстерналичных затрат

Если существуют значительные экстерналичные издержки, что может скорректировать это неэффективное рыночное равновесие? Интернализация экстерналичных затрат может происходить разными способами. Одним из вариантов может быть налог на автомобили. Этот налог можно называть налогом на загрязнение окружающей среды, причем его целью является не повысить доходы государства, а дать потребителям автомобилей почувствовать реальные издержки от их действий для окружающей среды.

На рис. 3.2 показано воздействие подобного налога на рынок автомобилей. В точке нового равновесия e' цена возрастает до P_2 при уменьшении объема потребления до Q_2 . С точки зрения экономической эффективности, это хороший результат, хотя потребители могут жаловаться на более высокие цены. Зато эти цены отражают реальные издержки эксплуатации автомобилей для общества в целом. Будет продано меньшее количество машин, что снизит загрязнение окружающей среды. Мы оказываемся ближе к

истинно эффективному равновесию или социальному оптимуму, чем в случае рыночного равновесия в точке e .

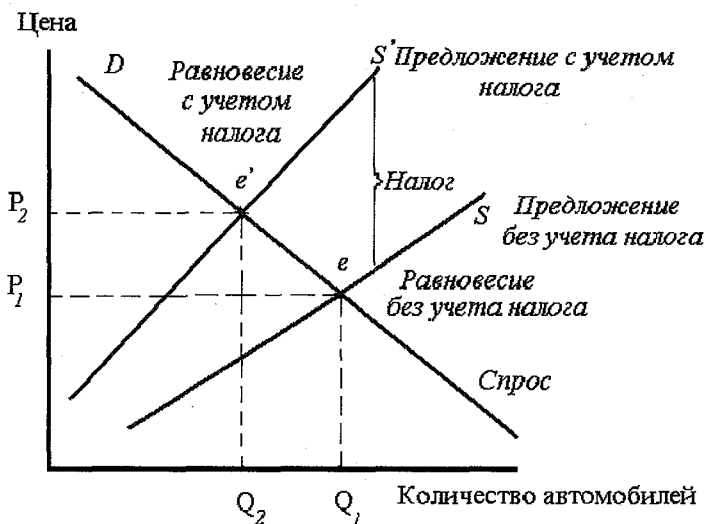


Рис. 3.2 Автомобильный рынок с учетом налога

Однако остается еще ряд нерешенных проблем. Что если налог слишком высок? Или слишком низок? Должен ли налог быть одинаковым для легковых и грузовых машин? Может быть, было бы лучше измерять и начислять налог непосредственно на выбросы каждого автомобиля вместо его включения в цену при продаже? Может лучше вводить налог на топливо (бензин)? Автомобили и бензин являются взаимодополняющими товарами и могут использоваться только совместно. Таким образом, интернализировать эффекты загрязнения воздуха от автомобилей можно или путем введения налогов на машины, или путем введения налогов на бензин, или непосредственно на выбросы.

Независимо от использования конкретного механизма, идея интернализации издержек на окружающую среду через какой-либо налог поддерживается экономической теорией. Размер налога определяется путем экологической оценки воздействия автотранспорта на окружающую среду. Если этот процесс дает удовлетворяющие нас результаты, налог может оказаться самым лучшим инструментом для достижения цели охраны окружающей среды.

Иногда более предпочтительными оказываются другие подходы. Государственное регулирование как, например, введение норм на выбросы выхлопных газов от автомобилей, оказывает аналогичное воздействие. Оно уменьшает общее потребление топлива и снижает уровень загрязнения. Требования по повышению эффективности автомобильных двигателей и снижению уровней выбросов так же обычно приводят к повышению цен на автомобили. Справедливости ради следует отметить, что снижение потребления топлива понижает эксплуатационные расходы на автомобиль.

Экстернальные выгоды

Точно так же, как в интересах общества стоит интернализировать социальные издержки загрязнения, для общества полезно интернализировать и социальные выгоды от деятельности, которая производит позитивный экстернальный эффект. Например, некоторые дачные и сельские поселки пытаются вводить программы сохранения земель. Используя различные механизмы или общественную закупку, они стараются сохранить или увеличить площади некультуренных и сельскохозяйственных земель. Зачем они это делают?

Независимо от конкретных мотивов землевладельца по сохранению земли некультуренной или используемой для сельского хозяйства, от подобного землепользования возникают значительные экстернальные выгоды. Другие жители населенного пункта могут наслаждаться видом природных областей или сельскохозяйственных земель вблизи своих домов. Красивый вид может значительно повысить стоимость недвижимости, в то время как промышленное строительство поблизости ее бы понизило. Экстернальную выгоду получают не только жители населенного пункта, но и туристы, путешественники, все могут получать удовлетворение или полезность от приятного ландшафта.

На рис.3.3 показан экономический анализ этой ситуации. Предельные выгоды общества в целом превышают предельную частную выгоду, поскольку они включают выигрыш для соседей и туристов в той же степени, как и для владельцев земли. Кривая рыночного спроса для сельскохозяйственного использования земли будет отражать частную, а не общественную выгоду, что приведет к равновесию в точке частного оптимума. В точке общественного оптимума Q_s , которая включает выгоду не только для собственников,

большая площадь земли остается некультивированной, чем это было бы в точке частного рыночного равновесия Q_p .

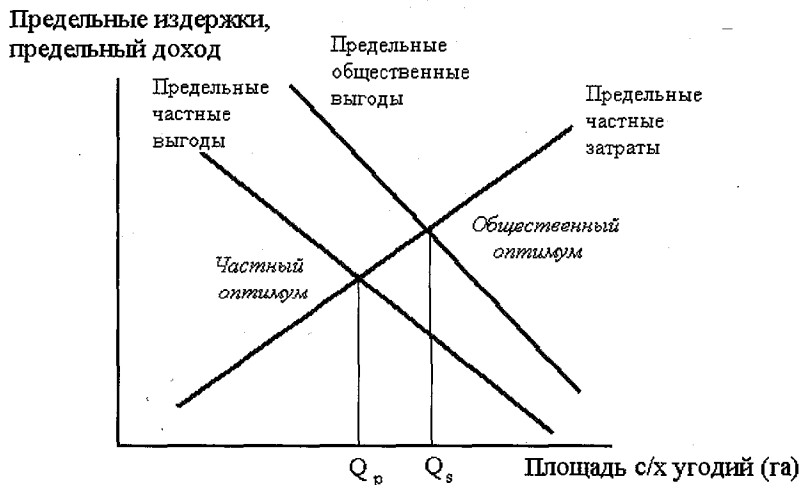


Рис. 3.3 Положительные экстерналии

Интернализация экстерналии выгоды

С экономической точки зрения, политика налогового стимулирования является, по сути, дотацией для охраны неиспользованных земель. В интересах общества следует поощрять владельцев земли, например, путем снижения их налогового бремени, для того чтобы сохранить земли в их естественном состоянии. Такая дотация показана на рис. 3.4 как сдвиг вниз кривой предельных затрат, что приводит к увеличению площадей неиспользованных земель до уровня Q_s . Этот принцип устанавливает аналогии с использованием налогов для препятствия экономической деятельности, создающей негативные экстерналии издержки.

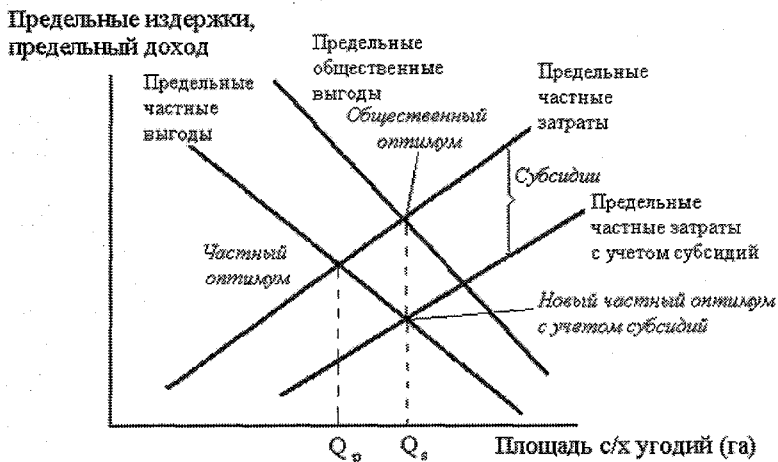
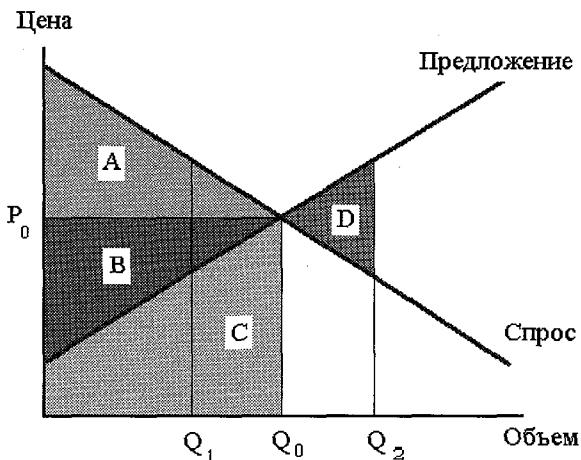


Рис. 3.4 Субсидии для использования некультивируемых и сельскохозяйственных земель

Анализ экстерналичных издержек с точки зрения общественного благосостояния

Мы можем использовать раздел экономической теории, занимающийся анализом общественного благосостояния, для того, чтобы показать, почему для общества выгоднее интернализировать экстерналичные издержки. Как показано на рис. 3.5, площади на графиках спроса и предложения могут использоваться для измерения общих затрат и результатов. Площадь под кривой спроса показывает суммарные выгоды, площадь под кривой предложения показывает суммарные затраты. Для каждого приобретенного изделия кривая спроса показывает ценность этого изделия для потребителя, в то время как кривая предложения показывает издержки производителя.



- A: Выигрыш потребителя
- B: Доход производителя
- C: Общие издержки производителя
- D: Общественные потери

Рис. 3.5 Анализ автомобильного рынка

Анализ общественного благосостояния без экстернатных издержек

Суммарная стоимость приобретенных изделий показана площадями $A+B+C$. Суммарные затраты на их производство равны площади C . $A+B$ представляет чистый общественный выигрыш от производства и потребления Q_0 изделий, или, другими словами, на сколько суммарный выигрыш превосходит суммарные затраты. Часть A этого чистого суммарного выигрыша поступает потребителям в качестве дополнительной выгоды (разница между приобретенной и оплаченной полезностью товаров). Часть B идет производителям в качестве дополнительной выгоды для производителя (разница между издержками производства и ценой продаваемой продукции).

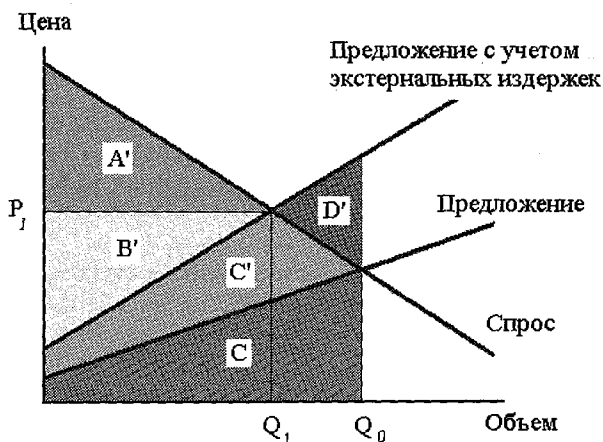
Экономисты считают рыночное равновесие эффективным, поскольку оно максимизирует чистую общественную выгоду. Если бы мы выпустили меньшее или большее количество изделий, чем Q_0 , чистая выгода оказалась бы меньшей. Например, при количестве

Q_1 чистая выгода будет представлять собой только часть площади $A+B$, при этом мы испытываем некоторые общественные потери, показанные на рисунке как площадь D .

Анализ общественного благосостояния с учетом экстерналийных издержек

Если мы введем экстерналийные издержки (рис. 3.6), комбинация частных и экстерналийных издержек даст кривую общественных затрат S' , которая лежит выше обычной кривой предложения. В этом случае рыночное равновесие Q_0 больше не максимизирует общественную выгоду. С учетом новых, более высоких суммарных общественных затрат, общественный выигрыш составляет лишь $A'+B'$, площадь D' представляет собой общественные потери. Таким образом, суммарная общественная выгода составляет $A'+B'-D'$. Мы могли бы достичь лучших результатов, снижая производство до уровня Q_1 и избегая общественных потерь D' . Именно этого можно было бы достигнуть, вводя налог на загрязнение.

Заметим, что в этом примере площадь $C'+D'$ показывает суммарную стоимость загрязнения в точке Q_0 . Однако, в этой общей стоимости только D' указывает на общественные потери. В соответствии с этим анализом, некоторые стоимости загрязнений оправданы при условии, что они перевешиваются общественной пользой от производства. Только когда комбинированная стоимость производства и загрязнения $C+C'+D'$ оказывается выше полезности указанной кривой спроса, мы производим слишком большое загрязнение.



- A' : Выйгрыш потребителя с учетом экстерналиальных издержек
- B' : Доход производителя с учетом экстерналиальных издержек
- C : Общие издержки производителя
- $C'+D'$: Общие издержки на природоохранные мероприятия
- D' : Потери общества в целом

Рис. 3.6 Анализ автомобильного рынка с учетом издержек на природоохранные мероприятия

Оптимальное загрязнение

Этот анализ ведет к концепции, которая может показаться странной, а именно, доктрине оптимального загрязнения. В нашей точке общественного оптимального равновесия Q_1 мы все еще имеем некоторые стоимости загрязнения (часть C' слева от Q_1). В соответствии с нашим анализом, это «оптимальное» загрязнение при данных производственных затратах и технологиях. Вы можете возразить, разве оптимальным загрязнением не является нулевое загрязнение? Как мы можем называть какой-либо уровень загрязнения оптимальным?

С экономической точки зрения, единственным способом достижения нулевого загрязнения является нулевое производство. Если мы хотим что-то производить, в результате возникнет загрязнение. Мы, как общество, должны решить, какой уровень

загрязнения мы готовы считать допустимым. Конечно, со временем мы можем стараться уменьшить этот уровень, путем использования новых технологий, но до тех пор, пока у нас есть производство, у нас будет существовать «оптимальный» уровень загрязнения.

Некоторым не нравится концепция оптимального загрязнения. Отметим, например, что если возрастет спрос на автомобили, кривая спроса сместится вправо и «оптимальный» уровень загрязнения возрастет. Это говорит о том, что по мере устойчивого роста глобального спроса на автомобили, в некотором смысле, приемлемыми будут постоянно растущие уровни загрязнения. Имеет ли общество право увеличивать уровень загрязнений только потому, что нам хочется больше товара? Анализ показывает, что ответ на этот вопрос положительный.

Эта проблема носит совсем не академический характер. За последние 30 лет технологические достижения позволили существенно снизить уровень выбросов на каждый автомобиль, но, тем не менее, постоянный рост количества автомобилей на дорогах приводит к тому, что суммарные уровни загрязнения, по крайней мере, для некоторых загрязняющих веществ, возрастают. В глобальном масштабе, по мере роста спроса имеется огромный потенциал роста автомобильных загрязнений. Вряд ли многие решаться назвать эту тенденцию оптимальной.

Права собственности и теорема Коуза

Многие виды экономической деятельности имеют существенные экстерналильные эффекты, т.е. косвенное воздействие на людей. Примером может быть загрязнение от использования автомобилей. Рыночная цена обычно не отражает стоимости этих экстерналильных воздействий, что приводит к массовому производству товаров с негативными экстерналильными издержками.

Одним из возможных подходов к контролю за загрязнениями может быть интернализация экстерналильных издержек, путем введения налога, или другого инструмента, который обязывает производителей и потребителей загрязняющего товара принять эти издержки во внимание. Как правило, подобный налог повышает цену на товар и снижает объем его выпуска, тем самым, так же снижая нагрузку на окружающую среду. Рыночное равновесие в этом случае смещается в направлении общественно более желательного результата. Теоретически, налог, который точно отражает экстерналильные издержки, позволит достичь общественного

оптимума. Однако, в реальной жизни, точно оценивать экстерналинные издержки довольно трудно.

Не все экстерналинные издержки негативны. Позитивные экстерналинные издержки возникают, когда экономическая деятельность приносит косвенную пользу, явно не содержащуюся в самой деятельности. Например, от сохранения нетронутых ландшафтов напрямую выигрывают те, кто живет поблизости, часто повышая стоимость их недвижимости (жилья). Кроме того, это приносит большее удовлетворение туристам, отдыхающим. Позитивные экстерналинные издержки могут дать экономическую основу для получения субсидий с тем, чтобы повысить рыночное производство товаров.

Теория экстерналинных издержек поднимает такой фундаментальный вопрос, как вопрос прав. Имею ли я право управлять моим автомобилем притом, что он загрязняет окружающую среду? Имеют ли другие право на защиту от продуктов загрязнения от моей машины? Когда мы говорим о ценах, стоимости и затратах, фактически мы ведем дискуссию о лежащих в основе правах. Распределение ресурсов определяется определением прав собственности.

Пигувианский налог

Давайте рассмотрим простой случай прав собственности. Фабрика, работающая в сельской местности, выбрасывает загрязняющие вещества. Эти загрязняющие вещества наносят ущерб урожайности соседних ферм. Эта экстерналинная издержка может быть скомпенсирована путем введения налога на загрязнения, равного стоимости нанесенного ущерба. Этот метод ответа на возникающие экстерналинные издержки известен как Пигувианский налог, названный в честь Артура Пигу, известного британского экономиста. Этот налог известен еще как принцип «загрязнитель платит», который многим кажется весьма разумным.

Однако, экономисты критикуют Пигувианский подход. Возьмем другой, более сложный случай. Фермер осушает болото на своей земле, чтобы создать пригодное для выращивания культуры поле. Его сосед, находящийся ниже по течению, жалуется, что без болота, которое поглощало дожди, его земля теперь затопливается и страдает урожаем. Имел ли первый фермер право делать то, что он хочет на своей земле, или он должен покрывать ущерб, нанесенный второму фермеру?

Эта проблема включает не только экстернальные затраты, но и затрагивает природу прав собственности. Включает ли право на землю право осушать болото на этой земле? Или это право отдельное, подлежащее контролю?

Теорема Коуза

Мы можем решить эту проблему двумя способами. Предположим, первый фермер, назовем его Иван, действительно имеет право осушать болото. Допустим также, что стоимость урожая, выращиваемого на осушенной почве, составляла бы 2000 долларов, а ущерб урожаю на земле второго фермера составляет 6000 долларов. Тогда два фермера могут достичь соглашения. Второй фермер, назовем его Петей, может предложить сумму от 2 до 6 тысяч долларов, например, 4 тысячи долларов, Ивану, в обмен на соглашение не осушать болото. Конечно, Пете вряд ли это будет интересно, но лучше отдать 4000 долларов, чем потерять 6000 долларов за «неурожай». Иван тоже будет в выигрыше, получив 4000 долларов вместо 2000 долларов, «выращиваемых» на осушенной почве. По сути дела, Петя приобретает право указывать, как использовать заболоченную землю (не покупая саму землю).

Можно также наделить Петю соответствующим правом путем введения закона, запрещающего осушать болота без согласия всех заинтересованных сторон. В этом случае Иван должен заключить соглашение с Петей до осушения болота. При вышеприведенных стоимостях урожая, болото не будет осушено, потому что Ванин доход 2000 долларов не компенсирует Петины потери. Петя потребует, как минимум, 6000 долларов за свое разрешение, слишком высокую цену для Ивана.

Теперь рассмотрим случай, когда очень выгодной становится новая сельскохозяйственная культура, которая хорошо растет на осушенных болотах и может принести Ване 10000 долларов дохода. Теперь сделка становится возможной. Ваня заплатит Пете 8000 долларов за право осушения болота, заработает 10000 долларов на новой культуре, получит 2000 долларов дохода для себя и 2000 долларов для Пети. Принцип, который рассматривается в этом простом примере, стал известен как теорема Коуза, названного в честь Рональда Коуза, Нобелевского лауреата по экономике, который рассматривал подобные примеры прав собственности и экстернальных издержек в своих работах. Теорема Коуза утверждает, что если права собственности достаточно четко определены, и нет значительных транзакционных издержек, даже при экстернальных издержках, может быть достигнуто эффективное распределение

ресурсов. Трансакционные издержки – это издержки на совершение сделки. В случае Вани и Пети, Петины издержки должны быть низкими, потому что им нужно просто договориться, хотя могут потребоваться некоторые юридические затраты при формализации соглашения.

Путем переговоров две стороны сбалансируют экстерналинные издержки с экономической выгодой данного действия, в нашем случае, осушения болота. В приведенном примере экстерналинные затраты составляли 6000 долларов. Экономическая выгода в 2000 долларов не могла оправдать эти затраты, однако экономическая выгода в 10000 долларов – могла. Независимо от того, кому из фермеров принадлежит право собственности, этот «эффективный» результат будет достигнут путем переговоров.

Принцип теоремы Коуза так же может быть выражен в терминах права на загрязнение. Звучит несколько странно, но это подобно принципу содержащемуся, например, в законе США «О чистом воздухе» от 1990 года. Этот закон создает систему разрешений на выбросы таких веществ, как окиси серы и азота. Этими разрешениями можно торговать между загрязняющими отраслями промышленности. Отдельные фирмы могут приобрести права на повышение своих загрязнений при условии, что они приобрели эти права от других фирм, которые снизили загрязнения в том же объеме. Контролируя общее количество выданных разрешений, правительство постепенно может снижать общий уровень загрязнения.

Общественные группы при этом могут покупать разрешения на загрязнение и «закапывать» их, снижая, таким образом, общий уровень загрязнения. По сути, такая система превращает загрязнения и снижение загрязнений в рыночный товар. Как известно, этот механизм, доказавший на практике свою высокую эффективность, взят за основу Киотского протокола.

Применение теоремы Коуза

Мы можем проиллюстрировать теорему Коуза, показав предельные издержки и выгоды экономической деятельности, которая создает экстерналинные затраты. Допустим, например, фабрика сбрасывает жидкие отходы в реку, загрязняя водоснабжение находящегося внизу по течению населенного пункта. В настоящее время фабрика выбрасывает 100 единиц вредных веществ. Если бы фабрику вынудили снизить загрязнения до нуля, компании, владеющей этой фабрикой, пришлось бы закрыть ценную линию

производства. Тогда мы можем сказать, что компания получает предельную выгоду от выброса загрязнений, а поселок несет предельные издержки за счет ущерба в системе водоснабжения. Мы можем сделать разумную количественную оценку этих экстерналий издержек, оценив затраты на очистку воды. Рис. 3.7 иллюстрирует данный пример, показывая предельные издержки и выгоды населенного пункта и компании.

Затраты и доход на единицу продукции

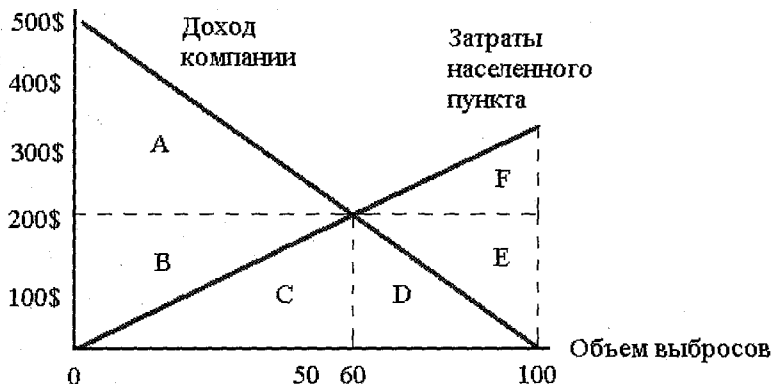


Рис. 3.7 Применение теоремы Коуза

Каково же оптимальное решение? Выбросы 100 единиц загрязнения, очевидно, приносят высокие предельные издержки для поселка, это «слишком много» загрязнений. Допустим, что загрязнения были снижены до 60 единиц. Предельные выгоды компании будут равны предельным затратам для поселка. Дальнейшее ограничение, скажем, до 20 единиц, проявится высокими дополнительными потерями для компании и очень небольшими дополнительными выгодами поселку. Таким образом, эффективным или оптимальным решением будет загрязнение при 60 единицах. На этом уровне выгода компании от производства уравнивает затраты для поселка.

Это решение может быть достигнуто путем придания прав на загрязнение или компании, или населенному пункту. Допустим, права принадлежат поселку, и он имеет право «сказать», какое предельно допустимое количество загрязняющих веществ может

быть выброшено в окружающую среду. Компания может предложить поселку до 200 долларов за разрешение на единицу загрязнения, чтобы позволить сделать выбросы на 60 единиц. Компания может это оплатить, и их предельные выгоды от производства 60 единиц превысят 200 долларов. Это предложение будет также выгодно и для населенного пункта.

Мы можем измерить общие или суммарные затраты на загрязнение на этом уровне как площадь C на рисунке 3.7. Эта площадь составляет 6000 долларов. Однако сумма, которую компания выплатит поселку, будет равна $B+C$ или $60 \times 200 = 12000$ долларов. Поселок тогда сможет затратить 6000 долларов на очистку воды и у него еще останется 6000 долларов. Выручка компании составит $A+B+C=21000$ долларов, затраты 12000 долларов и чистый доход 9000 долларов (площадь A).

Теперь допустим, что право на загрязнение дано компании. Будет ли тогда она выбрасывать целую сотню единиц загрязнений? Если бы она это сделала, ее выручка составила бы $A+B+C+D=25000$ долларов. Однако, компания может заработать больше, проводя переговоры с поселком. Поселок будет платить компании по 200 долларов за каждую единицу снижения выбросов, или сумму, равную площади $D+E=8000$ долларов, чтобы снизить уровень загрязнения до 60 единиц. Это сэкономит поселку 2667 долларов ($D+E+F=10667$ долларов) предотвращенного ущерба окружающей среде или затрат на очистку воды. У них все еще останутся потери для окружающей среды, равные $C=6000$ долларов. Выручка компании будет $A+B+C+D+E=29000$ долларов, то есть больше, чем при максимальном загрязнении. Этот подход может показаться несправедливым по отношению к поселку, но он ведет к тому же равновесному решению 60 единиц загрязнения, как если бы поселок держал бы права на контроль уровня загрязнения.

Такая формальная демонстрация теоремы Коуза показывает, что участники достигают эффективного решения независимо от того, кто владеет правом собственности на загрязнения, при условии, что это право четко определено и сторона, для которой оно наиболее ценно, его приобретет. Экстернальные издержки от загрязнения и экономическая выгода от производства сбалансируют друг друга на рынке.

Тем не менее, обратим внимание на то, что присвоение прав делает большую разницу в распределении прибыли и потерь между двумя сторонами (см. таблицу 3.1). Чистая общественная выгода от производства в обоих случаях одна и та же, $A+B=15000$ долларов. В одном случае, тем не менее, эта выгода разделена между поселком и

компанией. В другом случае, поселок имеет чистую потерю в 14000 долларов, а компания прибыль в 29000 долларов.

Стоимость права на загрязнение или на контроль загрязнения составляет 20000 долларов в этом случае. Перераспределяя это право, мы делаем одну сторону на 20000 долларов богаче, а другую на 20000 долларов беднее. Различное присвоение прав эквивалентно с точки зрения эффективности, потому что конечный результат уравнивает предельные выгоды и затраты, но они явно различаются в терминах социальной справедливости.

Таблица 3.1 *Различные варианты присвоения прав на загрязнения*

	Права у поселка	Права у компании
Чистая прибыль/потери для поселка	12000 \$ платеж -6000 \$ издержки ОС 6000 \$	-8000 \$ платеж -6000 \$ издержки ОС -14000 \$
Чистая прибыль/потери для компании	21000 \$ выгоды -12000 \$ платеж 9000 \$	21000 \$ выгоды 8000 \$ платеж 29000 \$
Чистая общественная польза	15000 \$	15000 \$

Ограничения теоремы Коуза

В соответствии с теоремой Коуза, четкое присвоение прав собственности предлагает эффективное решение проблем, включающих экстерналии издержки. Теоретически, если бы мы могли ясно назначить права собственности с учетом всех экстерналии издержек окружающей среды, не потребовалось бы никакого вмешательства государства. Физические лица и компании решали бы все вопросы контроля загрязнений путем переговоров между собой, как только выяснится, кто имеет «право загрязнять», а кто имеет «право быть свободным от загрязнения».

Это является основой подхода, известного под названием «рыночный энвайронментализм». По сути, этот подход пытается «принести» окружающую среду на рынок, устанавливая систему прав собственности на окружающую среду и предоставляя рынку возможность регулирования использования ресурсов и загрязнений.

Такой подход имеет определенный потенциал, особенно в области прав пользования водными ресурсами. Могут возникнуть новые рынки, такие как рынок торговли правами на выбросы. Однако, этот подход содержит и значительные проблемы, как с точки зрения эффективности, так и справедливости. Использование рыночных механизмов для решения проблем окружающей среды имеет существенные ограничения.

Эффект «безбилетника»

Одно из важных ограничений вытекает из допущения в теореме Коуза, предполагающее отсутствие стоимости сделки. В наших предыдущих примерах было только 2 стороны переговоров. В реальных случаях проблемы окружающей среды затрагивают много сторон. Если, например, 50 населенных пунктов вниз по течению испытывают негативное воздействие от выбросов фабрики, переговоры по поводу пределов загрязнения становятся очень громоздкими, наверное, невозможными.

Допустим, мы даем фабрике право на загрязнение, тогда населенные пункты предлагают компенсацию за снижение загрязнения. Какой населенный пункт платит, какую долю? До тех пор, пока все 50 не договорятся между собой, никакого конкретного предложения компании сделано быть не может. Вряд ли какой то отдельный населенный пункт или группа населенных пунктов вызовется полностью оплатить счет. Скорее всего, наоборот, многие отступят назад. Будут ждать, пока другие населенные пункты дадут отступного фабрике и тем самым обеспечат остальных бесплатным снижением загрязнения. Этот барьер для успешных переговоров известен как эффект «безбилетника».

Блокирующий эффект

Еще одна проблема возникает, если населенные пункты имеют право быть свободными от загрязнений, а фабрика должна компенсировать им любое произведенное загрязнение. Кто будет определять, какую компенсацию получает каждый населенный

пункт? Притом, что все населенные пункты находятся на одной и той же реке, любой населенный пункт обладает, по существу, правом вето. Проблема, известная под названием «блокирующий эффект». Допустим, 49 населенных пунктов достигли соглашения с компанией по поводу разрешенных уровней загрязнения и компенсаций, а 50-й населенный пункт требует более высокий уровень компенсации, понимая, что если он не присоединяется к общему соглашению, то соглашение будет недействительным, и компания будет вынуждена ограничиваться нулевым загрязнением, т.е. ей придется закрыться.

Общественный выбор против частного выбора

Таким образом, теорема Коуза не применима, когда затронуто большое количество сторон. Такие случаи требуют регулирования или регламентации, Пигувианского налога или какой-либо другой формы вмешательства государства. Правительство может установить предельно допустимую концентрацию (ПДК) для загрязнений или налог на единицу загрязнения. Хотя обложение налогами оказывает воздействие через рыночный процесс, это не будет чисто рыночным решением, потому что степень регламентирования или размер налога определяют правительственные чиновники. В экономике такой процесс называют общественным выбором, в отличие от процесса частного выбора, характерного для рыночных решений.

Теорема Коуза и справедливость

Другие недостатки теоремы Коуза связаны с возможной социальной несправедливостью. Допустим, в нашем первоначальном примере население поселка было малообеспеченным. Даже если загрязнение воды вызывает серьезные проблемы для здоровья, лечение которых потребовало бы больших затрат, население может быть просто неспособным дать отступного загрязнителю. В этом случае рыночное решение, очевидно, не совсем независимо от распределения прав собственности. Уровень загрязнения будет значительно выше, если право на загрязнение дано компании.

Также возможно, что даже если это право дано населенному пункту, бедное население согласится на размещение свалок токсичных отходов, просто исходя из нужды в компенсационных деньгах. Хотя это, кажется, соответствует теореме Коуза, т.е.

происходит добровольная сделка, многие скажут, что населенные пункты не должны быть вынуждены торговать здоровьем своих жителей в обмен на необходимые денежные средства. Критика рыночного энвайронментализма основана на том, что в чистой рыночной системе беднейшие слои населения будут, в целом, нести самое тяжелое бремя издержек на окружающую среду.

Похожим примером может быть сохранение нетронутых ландшафтов. Богатые населенные пункты могут позволить себе выкупить открытые пространства для сохранения, а бедные не могут.

Очевидно, что здесь тоже необходима какая-то форма государственного регулирования. Другим моментом, который следует отметить при рассмотрении ограничений теоремы Коуза, является проблема воздействия на экологические системы. До сих пор в наших примерах мы предполагали, что ущерб окружающей среды сводится к конкретным личностям или предприятиям. Однако, определенный ущерб окружающей среды может не касаться напрямую людей, а угрожать, например, исчезновению какого-либо вида животных или растений. Пестициды могут быть совершенно безвредны для людей, однако смертельно опасны для птиц. Кто же вступит на рынок для защиты или сохранения биологических видов? Вряд ли какая-либо фирма займется этим. Следует также отметить, что права собственности и возможности регулирования ограничены нынешним поколением, а что насчет прав будущих поколений? Многие проблемы окружающей среды имеют долгосрочные последствия. Права на невозобновляемые ресурсы могут быть присвоены сегодня, однако эти ресурсы могут быть необходимы и в будущем.

В некоторых случаях права собственности являются просто неприемлемыми инструментами для решения проблем окружающей среды. Например, невозможно установить права собственности на атмосферу или открытый океан. Когда мы сталкиваемся с такими проблемами как глобальное изменение климата, загрязнение океана, сокращение рыбных запасов, мы обнаруживаем, что система прав собственности, являющаяся основой экономической системы, не может быть в полной мере распространена на эту систему. Может быть, и можно использовать рыночные механизмы для торговли правами на выбросы или правами на вылов рыбы, но это применимо только к ограниченному подмножеству функций экосистемы.

Заключение

Многие виды экономической деятельности имеют существенные экстерналильные эффекты, т.е. косвенное воздействие на людей. Примером может быть загрязнение от использования автомобилей. Рыночная цена обычно не отражает стоимости этих экстерналильных воздействий, что приводит к массовому производству товаров с негативными экстерналильными издержками.

Одним из возможных подходов к ограничению загрязнений может быть интернализация экстерналильных издержек, путем введения налога или другого механизма, который обязывал бы производителей и потребителей загрязняющего товара принять эти издержки во внимание. Как правило, подобный налог повышает цену на товар и снижает объем его выпуска, тем самым так же снижая нагрузку на окружающую среду. Рыночное равновесие в этом случае смещается в направлении общественно более желательного результата. Теоретически, налог, который точно отражает экстерналильные издержки, может привести к общественному оптимуму, однако, точно оценивать экстерналильные издержки обычно довольно трудно.

Не все экстерналильные издержки негативны. Позитивные экстерналильные издержки возникают, когда экономическая деятельность приносит косвенную пользу, явно не содержащуюся в самой деятельности. Например, от сохранения нетронутых ландшафтов напрямую выигрывают те, кто живет поблизости, при этом часто повышается стоимость их недвижимости (жилья). Кроме того, это приносит большее удовлетворение туристам, отдыхающим. Позитивные экстерналильные издержки могут дать экономическую основу для получения субсидий с тем, чтобы повысить рыночное производство товаров.

Анализ экстерналильных издержек показывает, что попытка уменьшения загрязнения до нуля обычно нецелесообразна, скорее общественные издержки от создающих загрязнение товаров должны быть сбалансированы их общественной пользой. Это означает уменьшение загрязнения, а не его полное прекращение. Другими словами, обычно существует некоторый оптимальный уровень загрязнения. Такая формулировка иногда вызывает критику, поскольку оптимальный уровень загрязнения может стать неприемлемым с ростом спроса и возросшим производством загрязняющих товаров.

Альтернативным подходом к введению налогов является назначение прав собственности. Четкое законное право или выброс определенного количества загрязнения, или на запрещение

другим выбрасывать загрязнения может создать рынок торговли прав на загрязнения. Однако, это решение зависит от способности фирм и отдельных лиц торговать такими правами с относительно низкими транзакционными издержками. Там, где затронуто большое количество людей или там, где ущерб для окружающей среды нелегко определять в денежном выражении, такой подход неэффективен. Он также поднимает важный вопрос социальной справедливости, поскольку в рыночных условиях бедные будут нести более тяжелую нагрузку от загрязнения.

Вопросы для обсуждения

1. Обсудите свою реакцию на следующее утверждение: «Решить проблемы экономики окружающей среды очень просто. Это просто вопрос интернализации экстерналичных издержек». Применима ли теория интернализации экстерналичных издержек для большинства проблем окружающей среды? Приведите примеры, когда эти принципы хорошо работают и когда не очень.
2. Налоги на загрязнение являются одним из возможных инструментов интернализации экстерналичных издержек. Обсудите последствия экономической политики в виде введения налогов на автомобили, налогов на бензин или налогов на выбросы выхлопных газов. Какой налог был бы наиболее эффективным? Какой налог, по вашему мнению, был бы наиболее эффективным с точки зрения сокращения уровня загрязнения?
3. Имеет ли смысл выражение «право на загрязнение»? Как кто-то может иметь право на загрязнение? Что вы думаете о концепции «оптимального загрязнения»? Можно ли в действительности объединить концепцию экономической эффективности с идеей охраны окружающей среды? В чем сильные и слабые стороны такого подхода?

Список литературы

1. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. М.: Аспект Пресс, 1995.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. М., 2003.
3. Капелюшников Р.И. Экономическая теория прав собственности. М., 1990.

4. Коуз Р. Фирма, рынок и право. М., 1993.
5. Олейник А.Н. Институциональная экономика. М., 2000.
6. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
7. Пигу А. Экономическая теория благосостояния. М., 1985.
8. Coase R. The problem of social cost// The Journal of Law and Economics. 1960/ Oct.3
9. J.Harris Environmental and Natural Resource Economics. A contemporary approach. Houghton Mifflin Company. 2002.
10. Baumol, William J., and Wallace E. Gates. "The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment." Chapter 18 in Environmental Economics: A Reader, edited by Anil Markandya and Julie Richardson. New York: St. Martin's Press, 1993.
11. Bromley, Daniel W, ed. Handbook of Environmental Economics. Cambridge, Mass, and Oxford, England: Basil Blackwell, 1995.
12. Bullard, Robert D. Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality. Boulder, Colo.: Westview Press, 1994.
13. Hodge, Ian. "Public Policies for Land Conservation." Chapter 5 in Bromley, ed., 1995.
14. Stavins, Robert N., ed. Economics of the Environment: Selected Readings. 4th ed. New York: Norton, 2000.

Глава 4. Распределение ресурсов во времени

Центральные вопросы главы:

- *Как следует решать вопрос об использовании или сохранении на будущее невозобновляемых ресурсов?*
 - *Как можно оценить потребление ресурсов в будущем?*
- *Что случится с ценами и потреблением, если запасы ресурсов начнут истощаться?*

Распределение невозобновляемых ресурсов

Ресурсы бывают возобновляемыми и невозобновляемыми. Возобновляемые ресурсы при правильном обращении не истощаются. Мы можем ожидать, что на правильно управляемой ферме, в лесу или рыбном хозяйстве продуктивность может сохраняться на века. Напротив, невозобновляемые ресурсы, имеют ограниченные запасы. Некоторые запасы могут быть совсем небольшие, как, например, медная руда высокого качества или сырая нефть. Возникает вопрос, какую часть из невозобновляемых ресурсов мы используем сегодня и сколько мы сохраним для будущих поколений?

Обычно считается, что мы расточительно используем земные ресурсы и они скоро закончатся. Есть и другая точка зрения, что технический прогресс позволит избежать дефицита ресурсов. Что же по этому поводу говорит экономическая теория?

Простой анализ невозобновляемых ресурсов начинается с предположения, что у нас есть известное ограниченное количество ресурса, которое мы можем использовать в течение двух различных периодов времени. Например, запасы высококачественной меди ограничены по количеству. Как нам следует распределить эти ограниченные запасы между настоящим и будущим?

Если мы рассмотрим все возможные периоды в будущем, проблема станет более сложной. Простая модель распределения невозобновляемых ресурсов рассматривает только два временных периода. Наш экономический анализ будет взвешивать экономическую ценность меди в настоящем по сравнению с будущими периодами времени. Владельцы запасов меди будут решать, эксплуатировать их прямо сейчас или придержать на будущее, основываясь на оценках возможных будущих цен. Эта

задача может быть сформулирована как простое продолжение стандартной теории спроса и предложения.

Равновесие в настоящем

Вначале давайте рассмотрим только настоящее время. На рис. 4.1а показаны гипотетические кривые спроса и предложения на медь. Отсюда мы можем получить кривую предельного чистого дохода (MNB), которая показывает разницу между ценностью для потребителя и затратами на предложение для каждой единицы продукции (например, если мы можем добыть единицу объема меди за 50\$, а цена для покупателя составляет 150\$, то предельный чистый доход для предпринимателя составит 100\$).

Графически MNB представляет собой вертикальную разность между кривыми спроса и предложения. MNB, в общем случае, является наибольшим для первых добытых единиц и затем снижается до нуля в точке равновесия, где пересекаются кривые спроса и предложения. Если бы мы захотели произвести больше равновесного количества, предельный чистый доход стал бы отрицательным, поскольку затраты на добычу превысили бы эффект от продажи.

Концепция предельного чистого дохода является удобным способом сжатия информации о спросе и предложении в одну кривую. Предельный чистый доход для меди показан на рис. 4.1б.

Алгебраически это означает, что если графики спроса и предложения описываются формулами

$$P_d = 150 - 0,25Q_1$$

и

$$P_s = 50 + 0,25Q_1,$$

то предельный чистый доход будет определяться следующим выражением

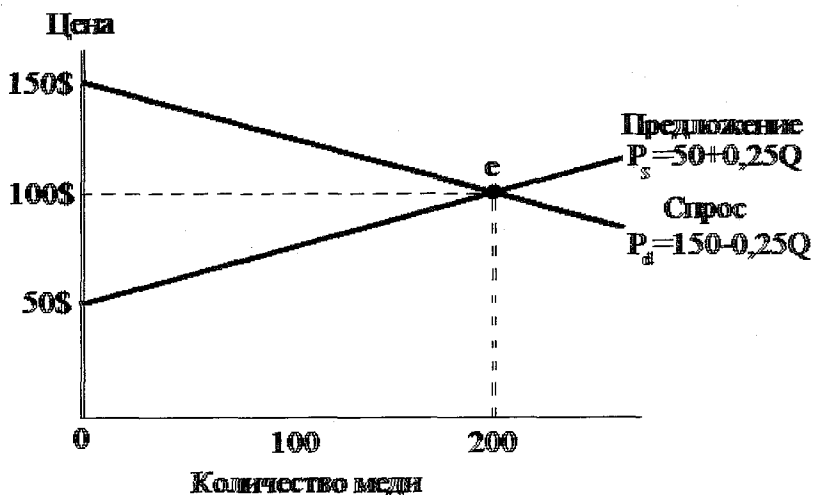
$$MNB = P_d - P_s = 100 - 0,5Q_1.$$

В точке равновесия спроса и предложения $Q_1 = 200$, предельный чистый доход равен нулю, что указывает на то, что производство и потребление более 200 единиц меди не создаст дополнительного чистого дохода. Площадь под кривой MNB определяет суммарный чистый доход (точно также, как площадь под

кривой спроса определяет суммарную прибыль, а площадь под кривой предложения определяет суммарные издержки).

Когда $MNB=0$, суммарный чистый доход максимален (как показано на рис. 4.1b). Это соответствует обычному равновесию спроса и предложения на первый (настоящий) период времени, при объеме в 200 единиц и цене, равной 100 долларов. Будем называть это статическим равновесием, т.е. рыночным равновесием при учете только настоящих затрат и прибылей.

(а) Спрос и предложение на медь



(б) Предельный чистый доход от продажи меди

Предельный чистый доход (MNB)

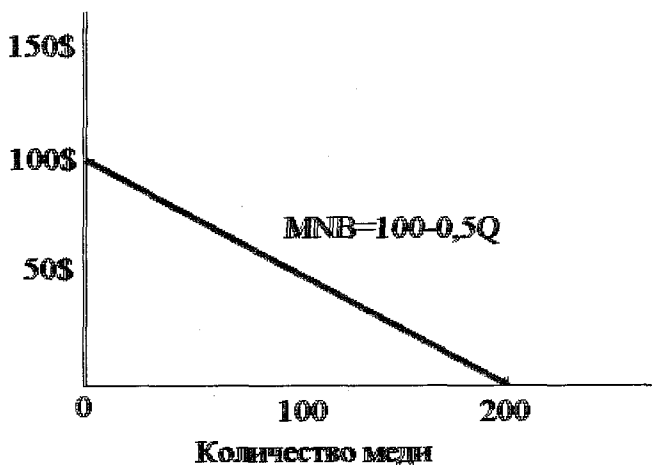


Рис. 4.1 Предложение и спрос на медь, а также предельный чистый доход от продажи меди.

Согласование настоящих и будущих периодов

Теперь давайте рассмотрим предельную чистую прибыль от продажи меди во втором (будущем) периоде времени. Конечно, мы не можем знать точное значение наверняка, поскольку никто не может предсказать будущее. Однако мы знаем точно, что фиксированное (конечное) количество меди должно быть распределено между этими двумя периодами. Давайте сделаем упрощающее предположение о том, что предельный чистый доход во втором периоде будет точно таким же, как и в первом. Это предположение не является необходимым для анализа, оно просто сделает наш пример нагляднее.

Графический трюк позволит нам сравнить эти два периода. Мы используем горизонтальную ось для измерения суммарного наличного количества меди, допустим 250 единиц, и наложим кривую MNB для первого периода (MNB_1) на этот график обычным образом. Затем нанесем кривую MNB для второго периода (MNB_2) в зеркальном отражении, справа налево. Таким образом, у нас получится две горизонтальных шкалы, слева направо для периода 1, и справа налево для периода 2 (рис.4.2).

Предельный чистый доход

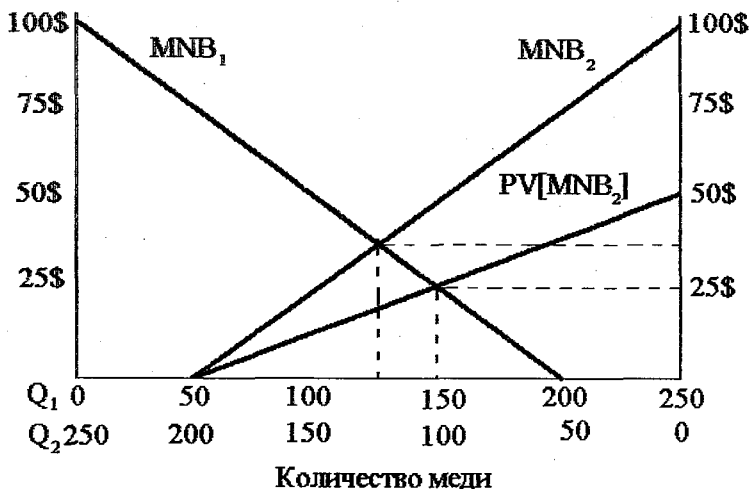


Рис. 4.2 Распределение меди в двух периодах времени

Сделаем еще один шаг для завершения нашего анализа. Поскольку мы хотим сравнить два различных временных периода, мы должны перевести будущие стоимости в их эквиваленты в настоящем времени. Экономическая концепция приведенной (текущей) стоимости опирается на использование коэффициента дисконтирования, который конвертирует (переводит) будущее в настоящее в денежном выражении. Пусть, например, я обещаю дать вам 1000\$ через 10 лет. Какова стоимость этого обещания сегодня? В предположении, что мне можно доверять, и вы наверняка получите деньги, ответ зависит от коэффициента дисконтирования, отражающего в финансовых терминах процентную ставку по вкладам. Допустим, процентная ставка составляет 7,25%. 500\$, положенные в банк сегодня, с учетом сложных процентов будут стоить 1000\$ через 10 лет. Можно сказать, что 1000\$, которые вы получите через 10 лет, равны 500\$ сегодня. Другими словами, вы будете одинаково богаты с 500\$ сегодня или с 1000\$ через 10 лет.

Используя этот метод приведения, мы можем конвертировать предельный чистый доход периода 2 в эквивалент периода 1. Мы можем это сделать с помощью формулы

$$PV[MNB_2] = MNB_2 / (1+r)^n,$$

где

PV[...] – приведенное значение;
 r – коэффициент дисконтирования;
 n – число лет между периодами.

Если $r=0,0725$, или 7,25%, а $n=10$, мы можем аппроксимировать $PV[MNB_2]$ выражением

$$MNB_2 / (1,0725)^{10} = MNB_2 / 2.$$

Это приведенное значение показано на рис. 4.2 в виде линии, проходящей в два раза ниже по высоте, чем MNB_2 .

Динамическое равновесие для двух периодов

Теперь становится понятной причина использования графического формата. Рассмотрим точку, в которой пересекаются кривые MNB_1 и $PV[MNB_2]$. В этой точке текущее значение предельного чистого дохода от единицы меди является одинаковым

для обоих периодов времени. Это оптимальное экономическое распределение между периодами, поскольку в этой точке не может быть получено никакой дополнительной прибыли путем сдвига потребления из одного периода в другой. Как можно видеть из графика, оптимальное распределение соответствует 150 единицам в первый период и 100 единицам во второй период. Алгебраически мы получаем это решение из системы двух уравнений:

$$MNB_1 = PV[MNB_2]$$

$$Q_1 + Q_2 = 250.$$

Второе уравнение является ограничением на предложение, и оно говорит нам о том, что количества, используемые в двух периодах, в сумме должны составлять 250 единиц, т.е. имеющиеся запасы природного ресурса (меди).

Мы можем решить систему следующим образом:

$$MNB_1 = 100 - 0,5Q_1 = MNB_2 / 2 = (100 - 0,5Q_2) / 2$$

$$100 - 0,5Q_1 = 50 - 0,25Q_2$$

потому что $Q_1 + Q_2 = 250$, $Q_1 = 250 - Q_2$. Вычитая, получим следующее:

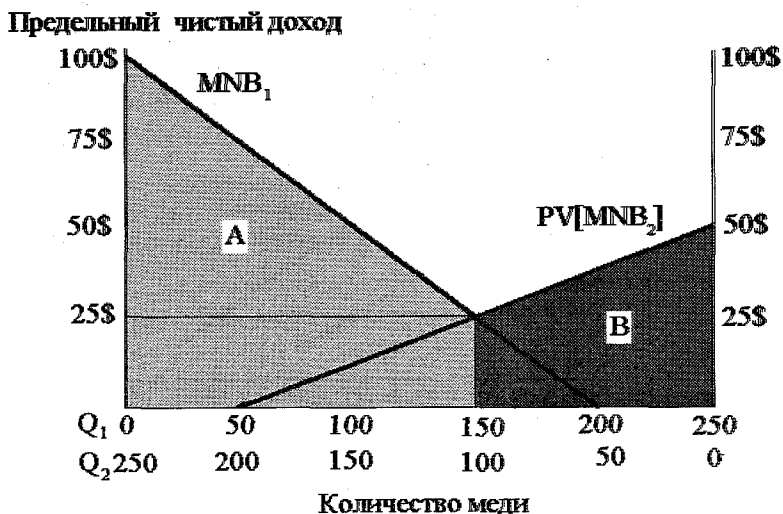
$$100 - 0,5(250 - Q_2) = 50 - 0,25Q_2$$

$$0,75Q_2 = 75$$

$$Q_1 = 150; Q_2 = 100.$$

Мы можем проверить утверждение о том, что это решение является экономически оптимальным путем использования анализа благосостояния, проведенного в главе 3, и проиллюстрированного на рис.4.3.

(а) Оптимальное распределение ресурсов во времени



(б) Субоптимальное распределение ресурсов во времени

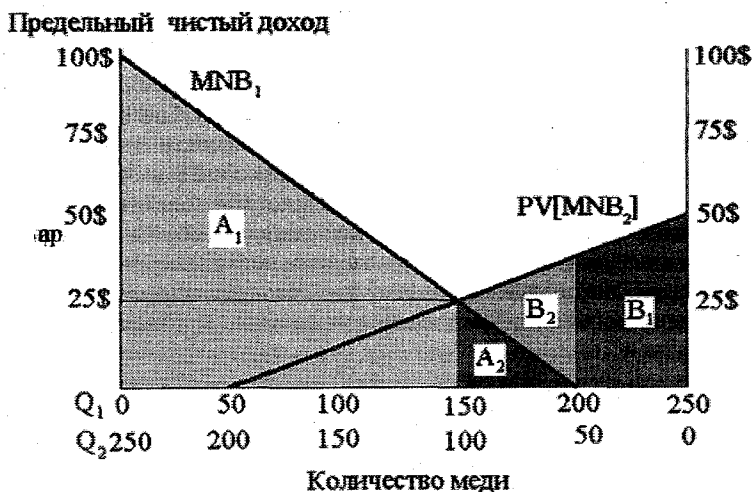


Рис. 4.3 Различные распределения ресурсов во времени

Выбирая точку равновесия $Q_1 = 150$; $Q_2 = 100$ мы достигли максимума суммарной чистой прибыли, показанной в виде затененной области $A+B$ на рис.4.3а. (Площадь A является чистой прибылью в первом периоде, площадь B — чистой прибылью во втором периоде).

Сравним этот результат с влиянием на благосостояние при любом другом распределении. Пусть, например, $Q_1 = 200$ и $Q_2 = 50$. Как показано на рис. 4.3б, суммарное благосостояние для этих двух периодов меньше при таком новом распределении (на площадь B_2). Перенесли 50 единиц из периода 2 в период 1, мы получили прибыль, равную A_2 в первом периоде, но потеряли прибыль во втором периоде, равную $A_2 + B_2$ и, таким образом, чистые потери составляют площадь B_2 . Суммарное благосостояние теперь равно $A_1 + A_2 + B_1$, т.е. меньше, чем площадь $A+B$ на рис. 4.3а. Аналогично, любое другое распределение окажется менее выгодным, чем оптимальное $Q_1 = 150$; $Q_2 = 100$.

Издержки потребителей исключаемых ресурсов

Попробуем перевести результаты алгебраического и графического анализа в термины здравого смысла. Мы знаем, что мы можем увеличивать свои сегодняшние доходы за счет использования большего количества меди (в нашем примере, вплоть до 200 единиц, максимум из того, что можно использовать сегодня, если мы не принимаем в расчет будущие потребности). Если мы решим использовать только пятьдесят единиц сегодня, на будущий период останется 200 единиц, т.е. достаточно, чтобы удовлетворить максимальный спрос в будущем. Если же мы используем сегодня более 50 единиц, мы начнем сокращать количество доступной меди в будущем.

Иными словами, тем, что мы тратим медь сегодня, мы начинаем повышать издержки будущих потребителей меди. На нашем графике эти издержки потребителей проявляются как устойчиво возрастающая кривая $PV[MNB_2]$. Чем больше мы потребляем сегодня, тем выше становятся эти издержки. Издержки потребителей являются, фактически, разновидностью издержек третьей стороны, или экстернальной издержкой, экстернальной издержкой во времени.

Мы можем оправдать потребление меди сегодня до тех пор, пока прибыль от этого перевешивает издержки будущих

потребителей. Однако, как только эти издержки становятся выше, чем прибыль от сегодняшнего потребления, в нашем примере при любом уровне потребления свыше 150 единиц, мы начинаем сокращать суммарное экономическое благосостояние за счет избыточного сегодняшнего потребления.

Возвращаясь к алгебраическому и графическому анализу, мы определяем точное значение издержек будущих потребителей при том уровне потребления в первый период, который мы определили как оптимальный. Вертикальное расстояние до точки пересечения кривых MNB_1 и $PV[MNB_2]$ показывает издержки потребителя при равновесии. Мы легко можем посчитать это значение, оценив величину MNB_1 или $PV[MNB_2]$ в точке пересечения, где $Q_1 = 150$, а $Q_2 = 100$:

$$\text{издержки потребителя} = MNB_1 = 100 - 0,5(150) = 25$$

или

$$= PV[MNB_2] = 50 - 0,25(100) = 25.$$

Таким образом, издержки потребителя в точке равновесия составляют 25\$.

Что это значит? Вернемся назад к графикам спроса и предложения для первого периода (перенесенного на рис. 4.4а). Если мы вообще не принимаем во внимание второй период, рыночное равновесие для первого периода установится на уровне 200 единиц меди по 100\$ за единицу. Теперь допустим, что мы добавим к обычным затратам на поставку издержки потребителя, полученные по рис. 4.2, точно так же, как мы добавляли экстерналии издержки окружающей среды к обычным затратам на поставку товара в предыдущих разделах. Результат показан на рисунке 4.4а как график общественных затрат S' .

Новое равновесие возникает на уровне 150 единиц меди по цене 112,5\$ за единицу. Издержки потребителя при этом новом равновесии составляют 25\$ и определяются как вертикальное расстояние между старой кривой предложения S и новой кривой общественных затрат S' . При потреблении 150 единиц в первый период, на второй период останется 100 единиц по цене 125\$ (в предположении, что спрос не изменится). Это показано на рис. 4.4б.

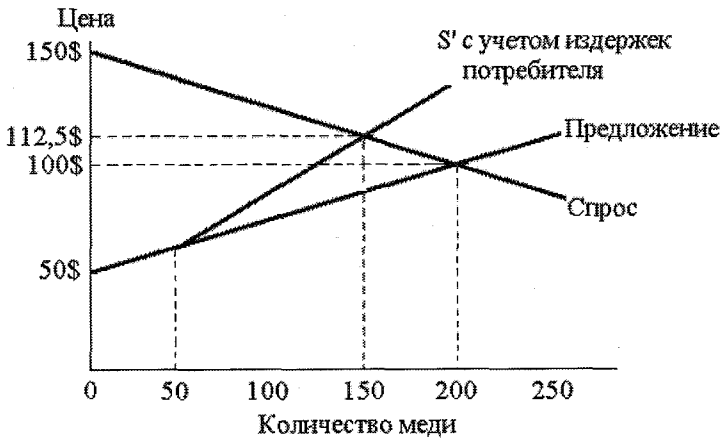
Если издержки потребителя интернализированы, новое рыночное равновесие, называемое динамическим равновесием, отражает потребности как настоящего, так и будущего поколений. Более высокая цена посылает сигнал производителям и потребителям ресурса производить и потреблять меньшее его количество сегодня,

сохраняя, тем самым, большее количество для будущего. А как свое отражение на рынке могут найти издержки потребителя?

Одним возможным способом является введение налога на истощение ресурса, которым будет облагаться добыча и продажа медной руды. Также как и налог на загрязнение, этот налог поднимет график предложения до реальных общественных затрат S' . Другим механизмом может быть прямой контроль государства за эксплуатацией полезных ископаемых путем, например, создания стратегических запасов.

В некоторых случаях, вмешательство государства для интернализации издержек потребителя может и не понадобиться. Такое возможно, например, при быстром времени истощения ресурса. В этом случае, частные владельцы ресурса будут ожидать ситуации второго периода, и действовать соответствующим образом. Если дефицит ресурса ожидаем, владельцы ресурса в поисках прибыли будут придерживать некоторые запасы меди или оставлять некоторые запасы руды неразработанными и ждать более высоких цен. Это ограничение предложения окажет точно такой же эффект (сдвиг влево или вправо кривой предложения до S'), как и введение налога на истощение ресурса. В этом случае нет необходимости в налоге – рыночный механизм автоматически настроится на ожидаемые в будущем ограничения запасов меди.

(а) Рынок меди с учетом издержек потребителя (первый период)



(б) Рынок меди (второй период)

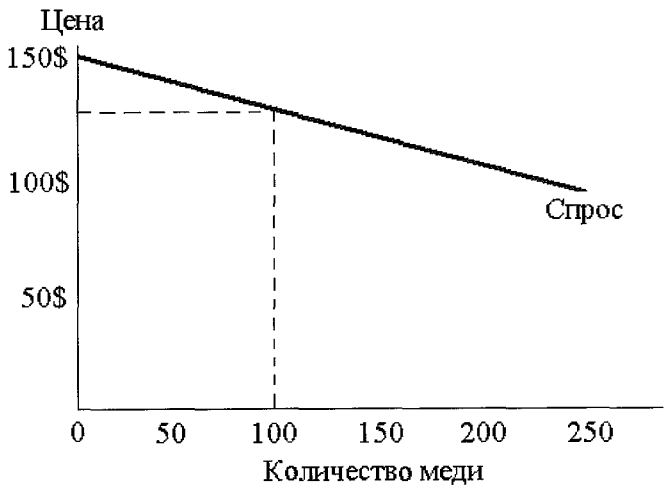


Рис. 4.4 Рынок меди в двух периодах

Правило Хотеллинга и дисконтирование во времени

Если мы вернемся в реальный мир, то в нем будет не два периода времени, а бесконечное количество будущих периодов. Сколько меди необходимо отложить для использования через 50 лет? Через 100 лет? Подход к этим вопросам позволит определить распространение нашего двухпериодного анализа на более общий случай. Подобные вопросы проверяют пределы адекватности наших экономических моделей и также поднимают проблему взаимоотношения между общественными ценностями и более конкретными рыночными ценностями, которые фигурируют в экономической теории.

Наш простой пример с двумя периодами ясно показывает, что критической переменной является коэффициент дисконтирования. При другом значении коэффициента дисконтирования равновесное распределение меди во времени будет совершенно иным. Начнем с экстремального значения, коэффициент дисконтирования равен нулю. Тогда оптимальным распределением будет 125 единиц меди в каждый период. При нулевом дисконтировании будущая чистая прибыль будет точно такой же, как сегодня. Поэтому запасы меди делятся поровну между временными периодами.

При любом другом коэффициенте дисконтирования выше нуля, мы, в той или иной степени, отдаем предпочтение сегодняшнему потреблению по сравнению с будущим. При очень высоком коэффициенте дисконтирования, например, 50% в год, оптимальным окажется распределение 198 единиц меди для первого периода, близко к тому, что было в статическом равновесии, а издержки потребителя падают почти до нуля. В целом, при высоком дисконтировании, мы куда больше ценим сегодняшнюю выгоду по сравнению с будущей (см. рис.4.5 и таблицу 4.1).

Эту логику можно распространить на множество периодов и даже на бесконечное будущее, что приведет нас к принципу известному, как правило Хотеллинга. Это правило утверждает, что при равновесии чистая цена ресурса (определяемая как цена минус затраты на добычу) должна расти со скоростью, определяемой процентной ставкой.

Рассмотрим наш пример с точки зрения владельца месторождения меди. Прибыль владельца на единицу добытой продукции равна чистой цене. Решая добывать или не добывать для продажи медь, владелец будет взвешивать сегодняшнюю чистую цену с возможно более высокой ценой в будущем. Эти две цены

будут сравниваться с использованием коэффициента дисконтирования, равного коммерческой процентной ставке. Если нынешняя чистая цена плюс процентная ставка превышает вероятную будущую цену, владелец получит большую прибыль в случае добычи и продажи ресурса сегодня и последующего вложения доходов в банк, чем в случае, если бы он выжидал. Если ожидаемая будущая чистая цена выше, чем сегодняшняя плюс процентная ставка, владелец будет ждать и продавать ресурс в будущем.

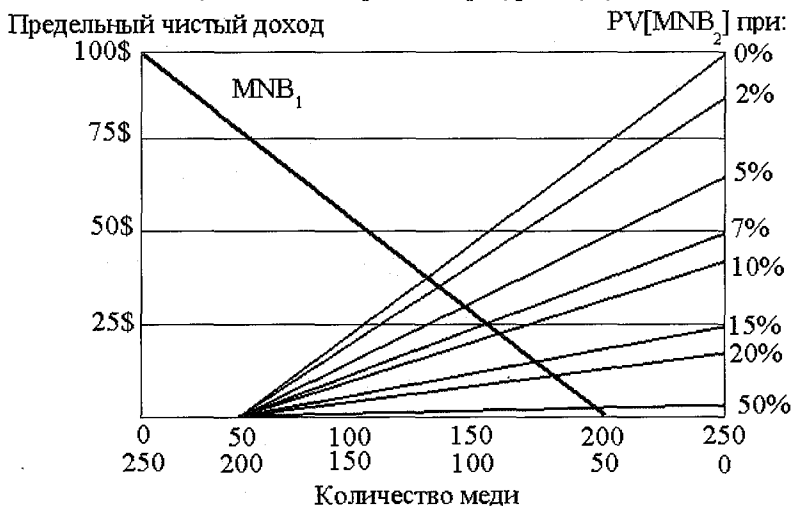


Рис. 4.5 Распределение ресурса во времени

Таблица 4.1 Различные ставки дисконтирования для распределения ресурса во времени

Ставка дисконтирования(%)	$(1+r)^{10}$	Q_1	Q_2
0	1,0	125	125
2	1,2	132	118
5	1,6	143	107
7,5	2,0	150	100
10	2,6	158	92
15	4,0	170	80
20	6,2	179	71
50	57,7	198	52

Если все владельцы ресурса будут следовать этой логике, количество предлагаемой меди будет расти до тех пор, пока сегодняшняя цена на медь не упадет до такого значения, что владельцы начнут консервировать запасы в надежде на лучшую цену в будущем. В этой точке будет выполняться правило Хотеллинга: ожидания роста будущих цен будут в точности следовать экспоненциальной кривой $P_1(1+r)^n$, где P_1 - это сегодняшняя цена, r - коэффициент дисконтирования, n - число лет от настоящего времени (см. рис.4.6).

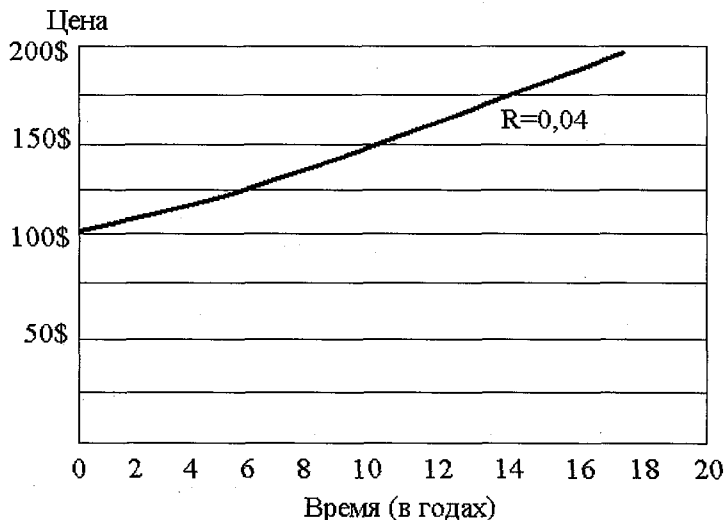


Рис. 4.6 Правило Хотеллинга для равновесной цены ресурса

Если эта формулировка смущает, рассмотрим более простую, на уровне здравого смысла: высокий коэффициент дисконтирования создает стимул для быстрого использования ресурсов; низкий коэффициент дисконтирования создает стимулы для консервирования. Можно утверждать, в более общем смысле, что экономическая теория предполагает существование оптимальной скорости истощения ресурса. В рыночных условиях невозобновляемый ресурс будет потребляться с некоторой оптимальной скоростью, и эта скорость будет выше при высоких коэффициентах дисконтирования.

Интересно, что в соответствии с этой теорией, оптимальным является полное истощение некоторых ресурсов через определенный

период времени, причем, чем выше коэффициент дисконтирования, тем короче этот период. Также как и теория оптимального загрязнения, для многих это кажется неприемлемым. А как же нравственные соображения оставить что-нибудь будущим поколениям?

Ответ в экономических терминах будет следующий: коэффициент дисконтирования, основанный на стандартной коммерческой процентной ставке, дает малый вес благополучию будущих поколений. Это приводит к вопросу о том, а можем ли мы применять современный анализ, основанный на коэффициенте дисконтирования на длительные интервалы времени. Эта проблема будет рассматриваться в главах 6 и 7.

Заключение

Невозобновляемые ресурсы могут быть использованы сегодня или законсервированы для использования в будущем. Экономическая теория предлагает некоторые положения, касающиеся принципов распределения невозобновляемых ресурсов во времени. По существу, чистый доход, полученный от использования ресурса сегодня, должен быть сбалансирован с чистым доходом от его потенциального использования в будущем. Для сравнения этих значений в различные периоды времени мы используем коэффициент дисконтирования для измерения приведенной стоимости будущего потребления.

Концепция затрат потребителя содержит в себе идею о том, что используя ресурсы сегодня, мы устанавливаем некоторые дополнительные затраты для будущих потенциальных потребителей. Затраты потребителя являются экстеральной издержкой во времени, и как любая другая экстеральная издержка, должны быть учтены в рыночной цене для интернализации всех общественных затрат. Включение затрат потребителя в рыночную цену снизит потребление ресурса сегодня, оставляя больше на будущее.

Если владельцы ресурса предвидят будущий его дефицит, сегодняшние цены будут отражать затраты потребителя. Ожидание роста цен создает стимул придержать ресурсы, чтобы продать их в будущем по более высокой цене. В соответствии с правилом Хотеллинга, при рыночном равновесии чистая цена ресурса (рыночная цена минус затраты на его добычу) должна расти в соответствии с процентной ставкой. Чем выше процентная ставка, тем более вероятно, что владелец ресурса постарается получить прибыль от добычи и продажи невозобновляемого ресурса сегодня, чем завтра в ожидании более высоких цен.

Особенно важно, что при оценке на длительные периоды времени, дисконтирование снижает значимость затрат потребителя почти до нуля и создает недостаточное количество рыночных стимулов для консервации невозобновляемых ресурсов. Если государство хочет обеспечить долгосрочное наличие определенных ресурсов, оно должно интернализировать издержки потребителя путем введения налога на истощаемый ресурс, подобно тому, как налог на загрязнение интернализирует текущие экстернализные издержки.

Альтернативой может быть эксплуатация невозобновляемого ресурса до его полного истощения, что не оставляет никаких резервов для будущего. Важным вопросом является следующий: использовать ли сегодняшнюю процентную ставку для распределения ресурсов во времени в долгосрочном плане, или у нас есть общественная обязанность консервировать ресурсы для будущих поколений?

Вопросы для обсуждения

1. Существует мнение, что любая государственная политика, направленная на консервацию невозобновляемых ресурсов, является нежелательным вмешательством в свободный рыночный процесс. В соответствии с этой точкой зрения, если запасы ресурса начинают истощаться, первыми это поймут частные инвесторы и трейдеры, работающие с ресурсом. Если они ожидают нехватку ресурса, они придержат запасы ресурса для будущей прибыли, вызвав, тем самым, повышение цен и консервацию. Любое действие государственных чиновников, скорее всего, будет менее информированным, чем движимых стремлением к прибыли частных компаний. Оцените это утверждение. Считаете ли вы, что в определенных случаях государство должно активно участвовать в сохранении ресурсов? Если да, то, какие методы должно использовать государство?
2. Как принцип распределения ресурсов во времени может применяться к таким ресурсам окружающей среды, как запасы подземных вод или разнообразие биологических видов? Будет ли в этом случае справедливо заключение об оптимальном истощении?

Список литературы

1. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. М., 2003.
2. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
3. Howarth, Richard B., and Richard B. Norgaard. "Intergenerational Choices under Global Environmental Change," in Handbook of Environmental Economics, edited by Daniel W. Bromley. Cambridge, Mass, and Oxford, England: Basil Blackwell, 1995.
4. Solow, R. M. "On the Intertemporal Allocation of Natural Resources." Scandinavian Journal of Economics 88 (1986): 141-149.

Глава 5 Ресурсы общей собственности и общественные блага

Центральные вопросы главы

- *Почему некоторые ресурсы, как, например, рыбные запасы, страдают от чрезмерного использования?*
 - *Какие стратегии эффективны в управлении ресурсами открытого доступа?*
- *Как следует оберегать национальные парки, леса, океаны и атмосферу?*

Общая собственность, открытый доступ и права собственности

Права собственности лежат в основе экономического анализа. В рыночной экономике права частной собственности являются центральными. Так было не всегда. В традиционных племенах и родовом строе права частной собственности на ресурсы были редкими. Ресурсы, важные для жизни всего племени, находились или в общине (как общинные пастбища), или не принадлежали никому (как животные, за которыми охотились). В экономически развитом обществе система прав собственности прошла долгую эволюцию и детальную проработку и теперь покрывает большую часть ресурсов, товаров и услуг. Однако даже в современных промышленно развитых странах есть ресурсы, блага и услуги, которые трудно отнести к категории собственности.

Примером является свободно текущая река. Если мы рассматриваем реку, как просто массу воды, протекающую мимо чьих-то земель, то можно разработать правила пользования водным ресурсом, которые позволят каждому владельцу земли использовать определенное количество воды. А что делать с фауной и флорой реки? А как использовать реку для отдыха, спуска на байдарках, купания, рыбной ловли? А как быть с красотой видов и пейзажей?

Некоторые аспекты использования реки также могут стать специфическими видами собственности. Например, в Шотландии права на ловлю форели являются ревниво охраняемой собственностью. И, тем не менее, очень сложно разделить все функции реки и определить их как чью-то собственность. В

некоторой степени река является ресурсом общей собственности. Какие правила применимы к использованию общей собственности?

Экономика рыбного промысла

Классическим примером ресурса общей собственности являются рыбные запасы. Промысел во внутренних водах и прибрежных зонах обычно регулируется частными, традиционными или государственными системами управления. Промысел в открытом океане обычно является ресурсом открытого доступа. Иногда трудно различить понятия общей собственности и открытого доступа. По сути, ресурс открытого доступа является ресурсом общей собственности, в котором отсутствует какая-либо система правил его использования. Кто угодно может ловить рыбу вне территориальных вод, что означает, что основной ресурс рыбных запасов не принадлежит никому. Мы будем использовать этот пример, чтобы применить несколько основных понятий теории производства к ресурсам открытого доступа.

Как можно применить экономическую теорию к рыбному промыслу? Начнем со здравого смысла. Если в богатом рыбными запасами районе начнут промысел всего лишь несколько рыболовных судов, их улов наверняка будет хорошим. Вероятно, это привлечет других рыболовов, и по мере роста количества судов суммарный улов будет расти.

Когда количество рыболовных судов станет очень большим, возможности промысла приблизятся к пределу и улов для каждого отдельного судна начнет сокращаться. Мы знаем по опыту, что если этот процесс пойдет слишком далеко, добыче рыбы во всем промысле может быть нанесен серьезный ущерб. В какой момент рост усилий по увеличению улова начинает приводить к обратным результатам? Какие силы ведут нас к этому моменту? Экономическая теория может дать некоторые ответы на эти критические вопросы управления ресурсами общей собственности.

На рис. 5.1 графически представлен суммарный продукт рыбного промысла. По горизонтальной оси отложено усилие, измеряемое количеством рыболовных судов. Вертикальная ось показывает суммарный улов всеми судами. По мере роста количества рыболовных судов, кривая суммарного продукта, показанная на рис. 5.1, проходит три различные фазы.

Первая фаза является периодом постоянной пропорциональной отдачи (показано от 0 до 400 судов). В этом диапазоне, каждое дополнительное судно находит обильные запасы рыбы и

возвращается в порт с уловом в 10 тонн. Вторая фаза является периодом сокращающейся отдачи на усилие (показано от 400 до 850 судов). Теперь становится все труднее поймать рыбу, запасы которой ограничены. Когда в море выходит дополнительное рыболовное судно, оно повышает суммарный улов флотилии, но при этом несколько снижает улов каждого другого судна. Природный ресурс более не является изобильным, интенсивная борьба за рыбные запасы осложняет работу всех рыболовных судов.

Суммарный продукт
(в сотнях тонн рыбы)

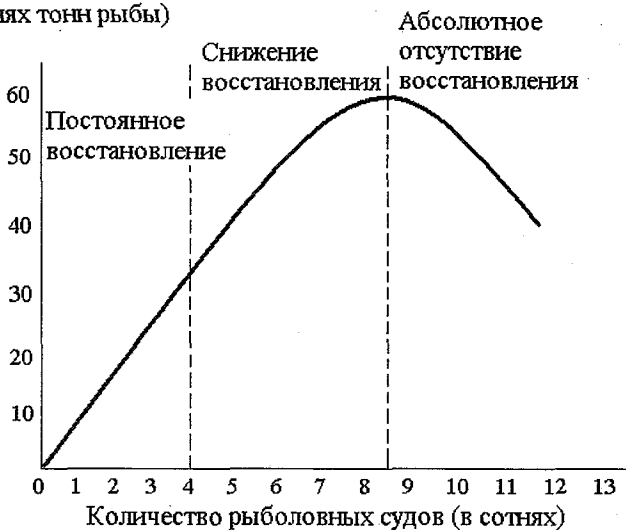


Рис. 5.1 Суммарный продукт рыболовства

Наконец, при размере флотилии более 850 судов, наступает период абсолютно сокращающейся суммарной отдачи, когда каждое новое судно фактически сокращает суммарный улов. В этом случае имеет место чрезмерный промысел, и суммарные запасы рыбы сокращаются. Способности популяции рыбы к пополнению своих запасов серьезно нарушены, и мы получаем экономический и экологический коллапс.

Чтобы понять экономические стимулы, мотивирующие рыболовов, мы должны конвертировать тонны пойманной рыбы в денежный эквивалент, показывающий суммарный полученный доход. Для этого будем просто умножать вес пойманной рыбы на

цену одной тонны ($TR = PQ$). Допустим, цена стабильна и составляет 1000 долларов за тонну. Мы, тем самым, неявно допускаем, что этот промысел невелик по сравнению с объемом рынка, так что его добыча существенно не влияет на рыночную стоимость. Если бы этот промысел был единственным источником рыбы на рынке, нам бы пришлось учитывать изменение цены на рыбу.

Теперь можно посчитать суммарный доход от промысла, средний доход (доход на одно судно) и предельный доход (доход, добавляемый к суммарному доходу каждым дополнительным судном), как показано в таблице 5.1. Чтобы довести до конца финансовый анализ, нам нужно знать затраты на эксплуатацию рыболовного судна. Предположим, что предельные затраты на эксплуатацию судна составляют 4000 долларов за один рейс. Это дает упрощенную, но полную картину экономических стимулов, с которыми сталкиваются отдельные рыболовы (рис.5.2).

Допустим, что работает только 400 рыболовных судов. Каково положение отдельного владельца судна? Как можно видеть на рис.5.2., доходы с одного судна составляют 10000 долларов за рейс. Затраты на одно судно составляют 4000 долларов за рейс. Это оставляет 6000 долларов чистого дохода или прибыли. Очевидно, что прибыльный бизнес будет привлекать новых участников. До тех пор, пока рыболовы будут иметь свободный доступ к промыслу, количество рыболовных судов будет возрастать.

Таблица 5.1 Доходы и затраты для рыболовства

Количество судов (Q в сотнях)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Суммарный улов рыбы (сотни тонн)	10	20	30	40	48	54	58	60	60	58	54	48	40
Суммарная стоимость улова (TR в млн. \$)	1,0	2,0	3,0	4,0	4,8	5,4	5,8	6,0	6,0	5,8	5,4	4,8	4,0
Суммарные затраты (TC в млн. \$)	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2
Суммарный чистый доход ($TR-TC$ в млн. \$)	0,6	1,2	1,8	2,4	2,8	3,0	3,0	2,8	2,4	1,8	1,0	0	-0,8
Предельный доход (MR в тыс. \$)		10	10	10	8	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8
Доход с судна (AR в тыс. \$)	10	10	10	10	9,6	9	8,2	7,5	6,6	5,8	4,9	4	3,1
Затраты на судно (MC, AC в тыс. \$)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Чистый доход с судна ($AR-MC$)	6	6	6	6	5,6	5	4,2	3,5	2,6	1,8	0,9	0	-0,9

Стимулы для чрезмерного промысла

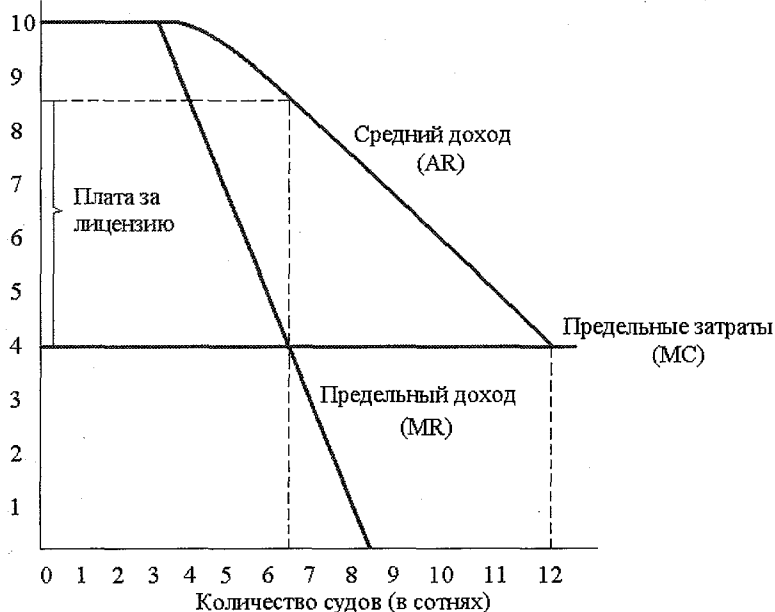
Рис.5.2 показывает, что по мере роста количества судов, участвующих в промысле, предельные доходы начнут быстро сокращаться. К тому времени, когда будет работать 800 судов, предельный доход, приносимый последними 100 участниками, будет меньше, чем предельные затраты на эксплуатацию судов. Означает ли это, что работа станет нерентабельной, и что это вынудит некоторых судовладельцев покинуть промысел? Нет, не означает, потому что более низкие средние доходы распространены по всему флоту. Средний доход, или доход на судно теперь составляет 7500 долларов, что по-прежнему покрывает затраты в 4000 долларов, и приносит 3500 долларов прибыли. Иначе говоря, все еще остаются приличные стимулы для появления новых участников.

Процесс прихода новых судов будет продолжаться до тех пор, пока средний доход не упадет ниже предельных средних затрат на эксплуатацию судна. В нашем примере это происходит, когда количество судов достигает 1200 штук. Только тогда отдельные судовладельцы сочтут бизнес невыгодным и начнут покидать отрасль. Рынок посылает сигнал, через нерентабельность, о том, что отрасль переполнена.

Однако этот экономический сигнал приходит слишком поздно. Слишком поздно как для экономической эффективности, так и для экологической устойчивости. Экономически эффективное количество судов было бы равно 650. В этой точке дополнительные выгоды от добавления всего одного судна уравновешиваются дополнительными затратами на эксплуатацию этого судна. Проблема состоит в том, что отдельный судовладелец не может «заметить» то, что вся отрасль становится менее прибыльной при количестве судов свыше 650 штук.

До тех пор, пока каждое судно является прибыльным, у рыболовов есть стимул продолжать ловлю, а другие видят стимул вступить в рыболовный бизнес. Свободное участие и конкуренция, которые обычно способствуют экономической эффективности, оказывают прямо противоположный эффект в этом случае. Они стимулируют чрезмерный промысел, который, в конце концов, разрушает как запасы рыбы, так и прибыли всех судовладельцев. Экономическое объяснение состоит в том, что рыболовы имеют свободный доступ к ключевому ресурсу, рыбным запасам. Экономическая логика подсказывает, что недооцененный ресурс будет чрезмерно использован, а ресурс, имеющий нулевую цену, будет безрассудно истрачен.

Ежегодные затраты
и результаты (в тыс. \$)



Оптимальная плата за лицензию = 4 500 \$

Экономический оптимум = 650 судов

Суммарный доход = 5,6 млн. \$

Суммарные затраты = 2,6 млн. \$

Суммарная общая прибыль = 3 млн. \$

Равный открытый доступ = 1 200 судов

Суммарный доход = суммарные затраты = 4,8 млн. \$

Суммарная общая прибыль = 0

Рис. 5.2 Экономические условия в районе промысла

Это явление иногда называется трагедией общей собственности или трагедией общин. Поскольку ресурсы общей собственности никому конкретно не принадлежат, ни у кого нет стимулов для их сохранения. Наоборот, есть стимул использовать как можно больше до того, как кто-то еще доберется до них. Когда ресурсы обильны, проблем не возникает, как это было в давние времена, когда запасы рыбы были далеко за пределами потребностей или рыболовных возможностей небольшого населения. Когда население, спрос и рыболовные технологии достаточно выросли, экономическая логика, которую мы обрисовали, приводит к опасности чрезмерного промысла или полного краха рыбных запасов.

Имеется ли лучшее решение? С точки зрения формального экономического анализа, экономическим оптимумом для рыбного промысла было бы 650 судов, количество, при котором предельный доход равен предельным затратам. В этой точке достигается максимальная чистая общественная выгода от рыбного промысла. Чистая общественная выгода, как мы видели в главе 3, может быть определена как суммарная выгода (в данном случае равная суммарной стоимости улова) минус суммарные затраты. Из таблицы 5.1 видно, что максимум наступает между 600 и 700 судами. В нашем примере, линейный характер снижения предельного дохода означает, что экономический оптимум будет равен 650 судам.

С экологической точки зрения, такое равновесие также представляется устойчивым. Максимально возможный устойчивый улов наступает при работе 850 судов и немного превышает 6000 тонн. Экономически оптимальная добыча от 650 судов, в некоторой степени, ниже максимально возможного устойчивого улова, это подразумевает, что данный промысловый район может поддерживать экологическое благополучие при таком уровне улова. Когда рыболовные усилия выходят за предел максимально возможного устойчивого улова, может быть нанесен долгосрочный ущерб рыбному хозяйству, вплоть до исчезновения данного вида рыбы. Точка равновесия открытого доступа на уровне 1200 судов определенно грозит подобной экологической катастрофой, кроме того, это является экономически неэффективным.

Методы управления рыбным хозяйством

Какой метод может привести к более эффективному равновесию, сохранить экосистему рыбного хозяйства и улучшить чистую общественную выгоду? Имеется простой ответ: введение платежей. Если рыболовы должны вносить плату за лицензию, то это снизит экономические стимулы для массового вхождения в отрасль.

Рис. 5.2 иллюстрирует оптимальный уровень такой платы. При оптимальном равновесии в 650 судов разница между предельными затратами и средним доходом составляет примерно 4500 долларов. Если рыболовы должны платить за лицензию на судно около 4500 долларов, участие в ловле будет прибыльно вплоть до 650 судов. После этого прибыль станет ниже нуля и не будет никаких стимулов для участия в ловле.

Каждый рыболов теперь окажется в положении свободного конкурента, зарабатывающего минимальную или «нормальную» прибыль. В этом случае, логика конкуренции будет работать на сохранение, а не на разрушение экосистемы. По сути, рыболовы должны платить за использование ранее бесплатного ресурса – за доступ к запасам рыбы. Такие меры могут быть политически непопулярны среди рыболовов, однако они предотвращают отрасль от разрушения.

Другим методом достижения той же самой цели будет использование квот, или пределов улова. Власти могут определить квоты для всего рыбного хозяйства, однако вопрос о том, кто получает права на ограниченную ловлю рыбы, может стать спорным. Если это право отдается уже занятым промыслом рыболовам, доступ новым участникам будет перекрыт. В качестве альтернативы, рыболовы могут получать индивидуальные передаваемые квоты (ITQ), которые могут продаваться новым участникам, вступающим в бизнес.

Еще одной возможностью является продажа рыболовных квот на аукционе, что приведет к экономическому результату, аналогичному введению платы за лицензию. Любой подобный метод требует тщательного планируемого участия государства. Хотя экономисты часто возражают, что рынки работают более эффективно без вмешательства государства, здесь мы имеем дело со случаем, который требует такого вмешательства для достижения экономически эффективного (и экологически устойчивого) решения.

Необходимость общественного регулирования ресурсов общей собственности признавалось давно и во многих странах. Например, самое длинное географическое название в США имеет озеро, расположенное в местечке Уэбстер, штат Массачусетс. Его название, которое пишется следующим образом: Chaggogoggogmanchaggaggoggaunagungamaug, является индейской фразой, означающей «Я ловлю рыбу на своей стороне, ты ловишь рыбу на своей, и никто не ловит посередине», что отражает давно признаваемый принцип ограниченной ловли и сохранения ресурсов.

Рост населения, высокий спрос и современная технология сделала применение подобного принципа более сложным. Тем не менее, как экономическая теория, так и экологические законы подсказывают, что, пренебрегая этим принципом, мы рискуем оказаться в мире с истощенными ресурсами общей собственности в результате их чрезмерного использования.

Окружающая среда как общественное благо

В экономике давно существует понятие общественных благ. Обычные блага, такие как автомобили, как правило, покупаются одной семьей и только покупатели наслаждаются приносимой ими пользой. Общественные блага, наоборот, приносят пользу большому количеству людей, часто всему обществу. Общественные блага имеют свойства неисклучительности, т.е. доступности для всех потребителей в равной степени, и неконкурентности, т.е. потребление блага одним человеком не сокращает его доступности для остальных.

Примером может служить система национальных парков. Национальные парки открыты для всех и их использование не снижает возможность других наслаждаться ими. Общественные блага не обязательно относятся к окружающей среде, например, система железных или автомобильных дорог, система национальной обороны часто приводится в качестве примера общественных благ. Однако, многие аспекты охраны окружающей среды легко попадают в категорию общественных благ, поскольку практически каждый заинтересован в здоровой и процветающей окружающей среде.

Как наилучшим образом понять логику спроса и предложения для общественных благ? Эти блага не могут покупаться и продаваться как обычные товары и блага, и, тем не менее, их адекватное предложение является ключевым интересом всего общества. Отметим, что вопросы обеспечения подобными благами должны решаться на политической арене. Это, справедливо, например, для национальной обороны. Мы не можем решить проблему обороны страны, вынудив каждого покупать свой собственный танк. Требуется политическое решение, которое принимает во внимание желание одних граждан увеличить, а других наоборот уменьшить расходы на оборону. Как только решение принято, все граждане оплачивают свою долю расходов через налоги.

Аналогичным образом, через политическую систему, должны приниматься решения, касающиеся общественных благ окружающей среды. Необходимо решение по поводу финансирования

национальных парков. Будут ли они расширяться? Может ли какая-то часть территории парков быть продана или сдана в аренду? Подобные решения требуют понимания общественного спроса на блага окружающей среды.

Эта проблема, тем не менее, не может быть решена обычным рыночным процессом анализа спроса и предложения. В рассмотренном выше примере с рыбным хозяйством проблема лежит в плоскости производства. Обычная рыночная логика приводит к чрезмерному росту производства и чрезмерно активному использованию ресурсов. С общественными благами, проблема находится в плоскости спроса. Обычный рыночный процесс приведет к низкому платежеспособному спросу на общественные блага (возможно, нулевому спросу) несмотря на то, что населению нужны эти блага. Таким образом, без конкретной политики государства в этой области произойдет нехватка общественных благ.

Экономика сохранения тропических лесов

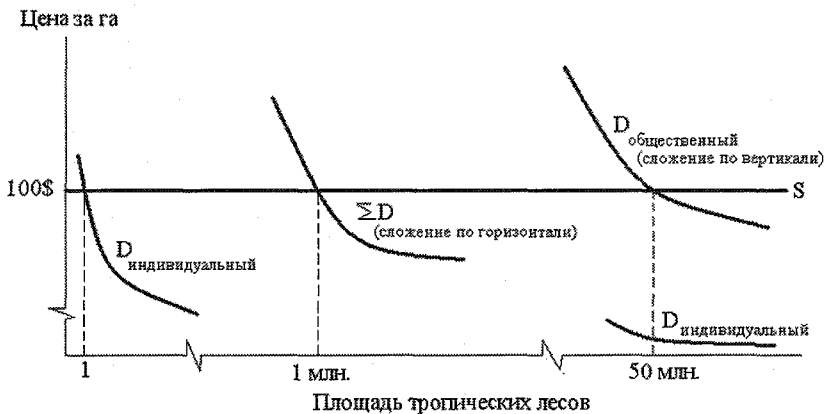
Эту мысль может проиллюстрировать широко известный международный пример. Сохранение тропических лесов в Центральной и Южной Америке может рассматриваться как общественное благо. Подобное сохранение определенно принесет пользу людям, путешествующим в этой местности и наблюдающим дикую природу, будь они местными жителями или иностранными туристами. Многие другие люди также выиграют от побочных выгод, таких как сохранение биологического разнообразия и фармацевтических продуктов, получаемые из тропических растений. Для многих перелетных птиц тропические леса являются зимним ареалом обитания. Вырубка и сжигание тропического леса увеличивает выбросы атмосферного углекислого газа, что вносит вклад в проблему глобального изменения климата.

Многие люди получают то, что экономисты называют нематериальной выгодой, просто от знания того, что леса и биологические виды сохраняются, даже если они никогда не видели тропический лес своими глазами и Южная Америка от них очень далеко. По всем этим причинам, мы можем с уверенностью утверждать, что сохранение тропических лесов принесет определенную выгоду. А как отразить эту выгоду в фактическом спросе на сохраняемую площадь? Вопрос является критическим, рыночный спрос на древесину, минералы и сельскохозяйственные земли создает стимулы для вырубки леса и использование земли для

застройки. Может ли интерес по сохранению тропических лесов конкурировать с рыночным спросом?

Посмотрим, можно ли представить выгоду от сохранения лесов в рыночном спросе. Некоторые международные организации по охране окружающей среды ставят именно такую цель: создать спрос на сохранение тропических лесов. Одна особенно эффективная кампания, запущенная такими организациями, предлагала людям купить гектар тропического леса за 100 долларов. Если граждане, заботящиеся о сохранении, решают откликнуться на такое предложение, организация обещает использовать их вклад на сохранение одного гектара тропического леса. Такой вид призыва популярен, поскольку он предлагает непосредственные результаты. По сути, он устанавливает новый тип рынка для общественных благ. Точно так же, как можно купить холодильник, теперь можно «купить» сохранение тропических лесов.

К сожалению, такой подход не может решить проблему недостаточного снабжения общественными благами. Чтобы понять, почему, мы можем построить график спроса и предложения на сохранение тропических лесов в стандартных экономических терминах, как показано на рис. 5.3. Интерпретировать такой график непросто, но он находится в полном согласии как с экономической теорией, так и, как мы увидим, с реальным опытом.



Индивидуальная готовность платить = 100\$ (добровольно) 1 млн. вкладов = 1 млн. (можно приобрести 1 млн. га)
Средняя индивидуальная готовность платить = 50\$ (социальная акция)
100 млн. налогоплательщиков = 5 млрд. (можно приобрести 50 млн. га)

Рис. 5.3 Пример общественного блага: как спасти (не спасти) тропические леса

Представление функции предложения для гектаров сохраненного леса довольно просто. Мы предполагаем, что действующая цена составляет 100 долларов за гектар, что дает нам горизонтальную линию или совершенно эластичное предложение. Для того, чтобы определиться со спросом, вначале взглянем на индивидуальный график спроса г-на Тропиколобова, который посылает 100 долларов в ответ на призыв. Мы не знаем точной формы его индивидуального графика спроса, но мы точно знаем, что по цене 100 долларов он хотел приобрести 1 гектар тропического леса, его приближенный график спроса показан на рис. 5.3.

Теперь рассмотрим рыночный график спроса на сохранение тропических лесов. Точно так же, как индивидуальный спрос на автомобили или холодильники можно складывать по горизонтали для получения рыночного спроса, мы можем складывать площади сохраняемого тропического леса в соответствии со спросом отдельных личностей. Допустим, этот призыв пользуется большим успехом, и на него во всем мире откликнулся один миллион человек,

каждый, купив один гектар. Рыночный спрос тогда показан кривой $\sum D$, представляющей сумму по горизонтали 1 миллиона индивидуальных графиков спроса, как у г-на Тропиколобова. Один миллион гектаров тропического леса успешно сохранен, что потребовало 100 миллионов долларов затрат (в реальной жизни, естественно такой результат был бы неслыханным успехом).

Такой результат определенно представил бы некоторый прогресс в содействии снабжению общественными благами, однако представляет ли он адекватное предложение? Нет, не представляет. По оценкам, скорость сокращения тропических лесов составляет 25 миллионов гектаров в год. Даже невероятно успешная акция по сохранению оказывается совершенно недостаточной по сравнению с тем, что необходимо. Несмотря на творческие успехи организаций по охране окружающей среды в создании нового рынка общественных благ, он остается, в огромной степени, недостаточно обеспечен. Между тем, рыночный спрос на древесину, минералы и сельскохозяйственные земли продолжает увеличивать давление на оставшиеся леса.

Общественный спрос на сохранение тропических лесов

Проблема состоит в том, что отклик на призыв организаций по охране окружающей среды не отражает адекватно истинный общественный спрос на сохранение тропических лесов. Беспокойство по поводу уничтожения тропических лесов широко распространено, большинство людей, пожалуй, предпочло бы, чтобы уничтожение прекратилось. Однако только очень ограниченное число людей внесет вклад в 100 долларов. Подобное поведение является проявлением эффекта «безбилетника», который мы обсуждали в 3 главе.

Большинство людей будут ждать, пока кто-нибудь другой сделает этот взнос. Они бы рады увидеть сохранение тропических лесов, но они или проигнорируют призыв, или не смогут себе позволить такую большую сумму. Если бы можно было внести меньшую сумму, они могут побояться, что призыв окажется неудачным, и они внесут деньги впустую. Некоторые люди, безусловно, могут и не знать о проблеме тропических лесов вообще. Их готовность платить будет равной нулю. Однако, большинство людей знают о проблеме и могли бы внести хотя бы что-нибудь, но они пропустили призыв или по любой из вышеприведенных причин не смогли на него откликнуться.

В терминах экономической теории, то, что необходимо, это не сложение по горизонтали, а сложение по вертикали кривых спроса. Необходимо суммировать реальную выгоду для каждого лица от сохранения тропических лесов, чтобы определить общественную выгоду. Взглянем на правую часть рис.5.3. Здесь сложение по вертикали показывает общественный спрос на фактическое прекращение уничтожения тропических лесов путем покупки не 1 миллиона, а 50 миллионов гектаров леса для сохранения.

Выгода для каждого лица невелика – малая доля цента за гектар. Но если представить, что практически каждый извлекает какую-то пользу, это в сумме составляет значительную общественную выгоду. За 2,5 миллиарда долларов мы могли бы приобрести 25 миллионов гектаров, находящихся под угрозой уничтожения. Такое возможно только путем введения государством целевого налога.

Конечно, наш пример очень упрощен. Многие проблемы окружающей среды, такие как чистый воздух и вода имеют подобную природу общественного блага. Всякая политика по сохранению заболоченных территорий, лесов, заповедных зон и сельскохозяйственных угодий требует для своего успеха действий со стороны государства. Как мы видели, рынок может помочь в предоставлении некоторых общественных благ окружающей среды, однако, их характер ставит границы на наши возможности «маркетизировать» их. Как показывает наш пример с тропическими лесами, частные попытки предоставления общественных благ не могут отразить истинные общественные выгоды охраны окружающей среды. Только социальное решение действовать сообща, - и нести необходимые затраты, - позволит получить общественные блага для всех.

Глобальная община

Исследование примеров ресурсов общей собственности и общественных благ расширяет область анализа ресурсов и окружающей среды. Кроме того, эти случаи тесно связаны с теорией экстерналичных издержек, рассмотренных в главе 3. Здесь мы имеем дело с особым видом экстерналичных издержек. Капитан, который приводит свое рыболовное судно в район промысла, налагает экстерналичную издержку на все остальные рыболовецкие суда путем незначительного снижения среднего улова. Организация по охране окружающей среды, которая пытается сохранить тропические леса,

дарует экстермальную выгоду всем нам, независимо от того, внесли ли мы какой-нибудь вклад в их дело.

Возникает вопрос. Можно ли вообще определять эти проблемы окружающей среды как экстерральные издержки? Использование этого термина подразумевает вторичную роль в экономической теории. Экстерральные издержки были добавлены в экономический анализ, когда остальная часть теории уже была закончена. Может быть, эти так называемые экстерральные издержки на самом деле являются симптомом чего-то более фундаментального?

По мере рассмотрения множества проблем окружающей среды, которые привлекли внимание в последние годы, мы видим растущую важность случаев с ресурсами общей собственности и общественными благами. Глобальное изменение климата, разрушение озонового слоя, загрязнение океанов и пресных вод, чрезмерное потребление грунтовых вод, исчезновение биологических видов, все имеют сходство с рассмотренными случаями. Растущее преобладание подобных примеров привело к понятию глобальной общины. Если так много ресурсов и экологических систем на земле обладают чертами ресурсов общей собственности и благ общего пользования, возможно, мы должны будем пересмотреть наши представления о глобальной экономике.

Вместо того, чтобы концентрироваться на целях экономического роста и заниматься экстерральными издержками, мы должны признать, что глобальная экономическая система сильно зависит от благополучия глобальных экосистем. Важной является оценка состояния этих систем и оценка того, как экономическое развитие может быть приспособлено к планетарным пределам. Это подразумевает необходимость новых подходов к экономической политике и новых или реформированных организаций на национальном и международном уровне. Очевидно, что это поднимает проблемы, выходящие за рамки управления отдельными рыбными хозяйствами или национальными парками.

Надлежащее управление глобальной общиной ставит проблемы организации соглашений между различными странами. Несмотря на многочисленные возможности для конфликта взглядов и соблазна «безбилетного проезда», были подписаны такие важные международные соглашения, как Монреальский и Киотский протоколы.

Заключение

К ресурсам общего пользования относятся такие, которые находятся в общественной собственности без назначения прав собственности отдельным лицам или компаниям. Управление такими ресурсами может строиться на обычаях традиционного пользования или государственном управлении. Никакие правила не ограничивают использование ресурсов открытого доступа, что приводит к их чрезмерному использованию, а иногда, к разрушению экологических функций ресурса.

Классическим примером чрезмерного использования ресурсов является чрезмерный рыбный промысел в океане. Поскольку никакие ограничения не препятствуют доступу к рыбным запасам в открытом океане, экономические стимулы приводят к непомерному количеству судов, участвующих в ловле рыбы. В результате сокращаются запасы рыбы, что уменьшает доходы для всех участников. До тех пор, пока чистый доход (доходы минус затраты) не достигнет нуля, сохраняется стимул для новых участников начать лов в этом районе промысла. Это равновесие открытого доступа экономически неэффективно и экологически опасно.

К возможным методам реагирования на чрезмерное использование ресурсов открытого доступа относится продажа лицензий или квот. Квоты могут быть даны отдельным рыболовным судам и могут передаваться (продаваться). Небольшие традиционные сообщества часто следуют принципам общественного управления ресурсами, однако крупные промышленно развитые страны, имеющие современные технологии рыбной ловли и добычи других ресурсов, требует государственного управления ресурсами открытого доступа.

Похожая потребность в активном вмешательстве государства возникает при обеспечении общественными благами. Общественные блага приносят пользу не отдельным личностям, а обществу в целом. К ним относятся парки, автомобильные и железные дороги, здравоохранение, национальная оборона. Ни отдельные лица, ни группы лиц не могут иметь достаточных стимулов или средств для обеспечения всех общественными благами. Многие общественные блага окружающей среды, такие, как леса и заповедники, не могут быть адекватно предоставлены рыночным путем. Необходимо вмешательство государства и общественных фондов для достижения социальной выгоды, проистекающей от обеспечения такими общественными благами.

Глобальная сфера множества ресурсов общего пользования и общественных благ, включая атмосферу и океан, поднимает вопросы надлежащего управления глобальной общиной. Необходимы новые и реформированные организации для управления ресурсами общего пользования на глобальном уровне. Наиболее сложным является установление эффективного международного органа управления для регулирования деятельностью, угрожающей глобальным экосистемам.

Вопросы для обсуждения

1. Хорошей ли стратегией управления рыбным хозяйством является стремление к максимальному устойчивому улову? Почему да или почему нет?
2. Допустим, что рыбное хозяйство, рассмотренное в качестве примера в этой главе, не являлось ресурсом общего пользования, а было частным озерным хозяйством. Владелец может разрешить рыбную ловлю за плату. В чем экономическая логика этого случая будет отличаться от случая с ресурсом общего пользования? Возрастет ли чистая общественная выгода? Кто получит эту чистую общественную выгоду?
3. Обсудите влияние технического прогресса в какой-либо отрасли промышленности, использующей ресурс общего пользования. Например, рассмотрите улучшение оборудования для рыбной ловли, которое сокращает расходы на выход рыболовного судна в море наполовину. Технический прогресс обычно повышает чистую общественную выгоду. Так ли это в рассматриваемом случае?
4. Как вы думаете, можно ли найти четкое различие между частными и общественными благами? Что из нижеследующего можно отнести к общественным благам: сельскохозяйственные земли, лесные угодья, пляжи, автомагистрали, городской парк, парковку, спортивную арену? Какая рыночная или общественная политика должна применяться для предоставления этих благ?

Список литературы

1. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. – М., 1995.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. М., 2003.

3. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
4. Clark, Colin W. *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*. New York: Wiley, 1990.
5. Feeny, David, Fikret Berkes, Bonnie J. McCay, and James M. Acheson. "The Tragedy of the Commons: Twenty-Two Years Later." Chapter 8 in *Environmental Economics and Development*, edited by J. B. (Hans) Opschoor, Kenneth Button, and Peter Nijkamp. Cheltenham, England: Edward Elgar, 1999.
6. Hardih, Garrett. "The Tragedy of the Commons." *Science* 162 (1968).
7. Heal, Geoffrey. "New Strategies for the Provision of Public Goods: Learning for International Environmental Challenges." In *Global Public Goods: International Cooperation in the 21st Century*, edited by Inge Kaul et al. New York: Oxford University Press, 1999.
8. Johnson, Baylor, and Faye Duchin. "The Case for the Global Commons," in *Rethinking Sustainability*, edited by Jonathan M. Harris. Ann Arbor, Mich.: University of Michigan Press, 2000.
9. Pearce, David W., ed. *The MIT Dictionary of Modern Economics*, 4th ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992.

Глава 6. Экономическая оценка окружающей среды

Центральные вопросы главы:

- *Как оценить затраты и выгоды от «продукции» окружающей среды?*
- *Можно ли оценить стоимость экологических систем, здоровья и жизни человека?*
 - *Как можно измерить интересы будущих поколений?*

Анализ затрат и результатов

Одним из достоинств рыночных инструментов политики в области окружающей среды, - например, налогов, субсидий, передаваемых разрешений, - является то, что окончательное решение об использовании того или иного ресурса при производстве товаров принимается фирмами или частными лицами. Действия государства направлены на корректировку рыночных процессов, а не на определение точного результата. Однако в некоторых случаях, именно государство должно принимать конкретные решения, имеющие последствия, как для экономики, так и для окружающей среды. В подобных случаях, лица, принимающие решения, часто используют метод анализа затрат и результатов для сопоставления положительных и отрицательных последствий предлагаемого действия.

Рассмотрим пример. Допустим, правительство выдвигает проект: строительство крупной плотины. Проект принесет значительную экономическую выгоду: получение гидроэлектроэнергии, устойчивое водоснабжение для ирригации, обеспечение борьбы с наводнениями. Он также будет иметь и отрицательные эффекты: окажутся затопленными сельскохозяйственные угодья и природные ареалы, придется переселить некоторые населенные пункты, исчезнут некоторые виды рыбы. Проект может дать новые возможности для создания зон отдыха, рыболовства, водных прогулок, но он также может сократить возможности для рафтинга и пешего туризма.

Как же решить, строить или не строить плотину? Некоторые затраты и результаты оценить сравнительно просто. Мы, вероятно, сможем довольно точно оценить стоимости строительства плотины, вырабатываемой гидроэлектроэнергии и воды для ирригации. А как

оценить в денежном выражении общественные и экологические потери, которые возникнут в результате реализации проекта?

Оценка стоимости

Экономисты используют различные методы для оценки различных видов стоимости. Одним из наиболее очевидных видов стоимости является потребительская стоимость. В нашем примере, стоимость сельскохозяйственных земель, на которых собирался урожай, представляет собой прямую потребительскую стоимость, которая может быть измерена своей рыночной ценой. Наверняка, владельцы скрывшихся под водой сельскохозяйственных земель будут терпеть прямые потери, по крайней мере, равные стоимости земли. Эти потери должны быть включены в наши оценки затрат, связанных со строительством плотины. Спуск на плотах по реке или лесные походы тоже являются прямым потреблением, которое приносит пользу тем, кто любит подобный род деятельности, хотя эту пользу может быть и непросто оценивать в денежном выражении.

Косвенная потребительская стоимость включает в себя, например, пользу, приносимую лесными угодьями и заболоченными территориями соседним поселкам путем фильтрации дождевых стоков, предотвращения наводнений, поглощения потенциальных загрязнений. Это все имеет реальную экономическую стоимость, поэтому также должно учитываться в анализе, однако, может быть менее очевидным, чем стоимость урожая.

Кроме потребительской стоимости, необходимо рассмотреть важные виды непотребительской стоимости. Одним из ее видов является опционная стоимость. Если мы примем решение о строительстве плотины, затопленные сельскохозяйственные и лесные угодья будут потеряны навсегда, решение носит необратимый характер. С другой стороны, если мы откажемся от строительства плотины сегодня, мы все равно можем решить ее построить через 10 или 20 лет. Таким образом, мы можем сохранять опцию строительства или отказа от строительства плотины, просто ничего не делая.

Опционная стоимость важна, поскольку экономические условия меняются со временем, также как и стоимость различных товаров, услуг и активов окружающей среды. С одной стороны, земля может сильно подорожать в будущем, с другой стороны, потребность в гидроэлектроэнергии или воде для орошения может значительно возрасти. В любом случае, решение о строительстве плотины может быть принято при наличии более полной информации позднее.

Конечно, если довести эту логику до абсурда, мы никогда не примем никакого решения об использовании ресурсов, именно поэтому мы должны сравнивать опционную стоимость с другими стоимостями.

Другим видом непотребительской стоимости является стоимость существования. Рассмотрим виды рыб, которые могут исчезнуть при строительстве плотины. Даже если эти виды не имеют коммерческой ценности, многие считают, что их надо сохранить. Некоторые утверждают, что другие биологические виды имеют свое собственное право на существование, независимо от нашей оценки, или, что существование различных биологических видов делает наш мир богаче в нематериальном смысле. Кроме того, мы можем просто не знать, как поддержка биологического разнообразия улучшает здоровье экосистем.

Также важно рассматривать стоимость сбережения мира для будущих поколений в целостности и сохранности, то, что экономисты называют стоимостью наследования. Ясно, что при всей их важности, стоимость существования и стоимость наследования достаточно сложно выразить в денежной форме. Эти различные категории стоимости объединены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 Категории стоимостей

	Настоящее	Будущее
Прямое использование	Прямая потребительская стоимость	Опционная стоимость (прямое использование)
Косвенное использование	Косвенная потребительская стоимость	Опционная стоимость (косвенное использование)
Неиспользование	Стоимость существования	Стоимость наследования (опционная стоимость существования)

Методы оценивания

Как найти экономическую меру различных видов собственности? В экономике используются различные методы преобразования нерыночных стоимостей в денежное выражение.

Метод условной оценки

Одним из таких методов является метод условной оценки. Он основан на прямом опросе людей о том, сколько они готовы заплатить за сохранение возможности заниматься водным или пешим туризмом или использованием других функций окружающей среды. Получаемая в результате оценка готовности платить (WTP) может быть включена в анализ затрат и результатов, хотя надежность такой оценки может вызывать сомнения.

Возникает вопрос о точности ответов в опросах. Их гипотетическая природа, не затрагивающая живых денег, может привести некоторых участников опроса к нереалистично завышенным оценкам. Опрашиваемые могут также иметь недостаточный объем знаний о таких функциях, как поглощение загрязнений заболоченными территориями, в результате чего они могут недооценить реальную пользу от консервации болот.

Иногда экономисты пытаются оценить готовность на компенсацию (WTA) вместо готовности платить. В примере с плотиной, людям может быть задан вопрос: какой размер платежа адекватно бы компенсировал потерю возможности заниматься пешим и водным туризмом. Оценки WTA, как правило, оказываются значительно выше, чем WTP для одних и тех объектов. Это дает почву для сомнений в полезности метода условной оценки.

Рассмотрим пример. Допустим, в рамках метода условной оценки вам был задан вопрос, сколько бы вы были готовы заплатить, чтобы предотвратить исчезновение голубого кита, самого крупного животного на планете (и одного из видов, находящихся под наибольшей угрозой исчезновения). В зависимости от вашего уровня озабоченности серьезностью проблемы, вы могли бы внести, скажем, 100 долларов на такие мероприятия, которые вы бы сочли эффективными. Если только вы не очень богаты, большая сумма, скажем 1000 долларов, наверняка казалась бы чрезмерной.

Теперь, допустим, вопрос был перефразирован в рамки WTA. Готовы ли вы принять компенсацию в 1000 долларов, чтобы разрешить уничтожение голубого кита? Скорее всего, подобное предложение показалось бы вам неприемлемым с этической точки

зрения. Люди, которые обеспокоены растущей проблемой исчезновения видов, откажутся от любой предлагаемой суммы.

Такое несоответствие между WTP и WTA указывает на проблему, присущую оцениванию проблем, связанных с окружающей средой. В отличие от обычных экономических операций, таких, как покупка машины, навешивание ценников на окружающую среду требует серьезно этического и философского рассмотрения. Экономические ценности, безусловно, важны при принятии решений. Однако, может ли истинная ценность окружающей среды быть адекватно представлена в денежном выражении?

Одним из возможных ответов на этот вопрос является то, что некоторые вещи действительно бесценны, но, тем не менее, реальные решения по проблемам, связанным с окружающей средой, все-таки зависят от денежной стоимости. Так что даже тем, кому не нравятся усилия по выражению ценности всего в денежной форме, не удастся избежать проблемы экономического оценивания.

Методы приоритета спроса

Существуют методы оценивания, которые более тесно связаны с фактическими рыночными решениями людей. Метод гедонистического ценообразования оценивает, как экологический фактор влияет на стоимость продаваемых товаров. Например, стоимость дома, расположенного рядом с заповедной зоной, скорее всего, будет выше, чем стоимость такого же дома, находящегося рядом с городской свалкой. Путем экономического анализа различных параметров, определяющих стоимость дома (размер, местоположение, близость школы и т.д.), мы можем выделить вклад конкретных факторов окружающей среды. Как правило, при этом используются статистические методы. Это дает основу для оценки выгод и затрат, связанных с различной стратегией в отношении окружающей среды и землепользования.

Другим рыночным методом является метод транспортных затрат. Он может использоваться для оценки рекреационных характеристик таких ресурсов окружающей среды, как парки или живописные места. Опрос посетителей национальных парков может показать, какое расстояние пришлось им преодолеть, чтобы посетить парк, что дает оценку их расходов (бензин, плата за проезд, входные билеты, стоимость времени, потраченного на переезд) за получаемое удовольствие. Подобные данные могут использоваться для моделирования кривой спроса, показывающей, сколько людей

желают посетить парк при разных транспортных расходах. Площадь под кривой спроса покажет общую стоимость парка для его посетителей. Отметим, что этот подход не может представить полную экологическую ценность парка, не позволяет оценить стоимость владения, существования или наследства.

Методы приоритета предложения

В то время как гедонистический метод и метод транспортных затрат дают оценки с точки зрения спроса, методы производственной функции и инжиниринговых затрат дают оценки с точки зрения предложения. Их целью является оценка стоимости дублирования или замены услуг окружающей среды. Например, очистные сооружения могут заменить функцию поглощения загрязнений заболоченными территориями. Можно получить оценку эксплуатационных расходов в зависимости от размера и типа необходимых сооружений, затем можно посчитать стоимость строительства и операционные расходы. Если заболоченные территории сохраняются, нет нужды в строительстве и эксплуатации сооружений, и эти сэкономленные средства могут рассматриваться в качестве оценки стоимости очистительной функции болот.

Для нахождения денежной стоимости пользы, приносимой окружающей средой, может быть использована комбинация вышеприведенных методов. Насколько точны такие оценки? Ответ зависит от того, насколько широко мы понимаем концепцию стоимости. Мы можем получить довольно точные оценки чисто экономической стоимости. Однако более широкую концепцию экологической стоимости определить намного сложнее.

Отметим, что все методы, которые мы рассматривали, касаются ценности для человека и определены в терминах способности или готовности людей платить, или способности предоставить замену. Однако, некоторые проблемы окружающей среды, такие как сохранение исчезающих видов, трудно выразить в подобных терминах. Мы не можем воссоздать виды, которые когда-то исчезли. Мы даже не считаем биологические виды в целом чем-то, имеющим рыночную стоимость (хотя отдельные представители видов могут продаваться и покупаться). Мы можем не понимать взаимосвязей между видами и их сложного взаимодействия в экосистемах. Так что, хотя экономические оценки могут ухватывать часть ценности видов (как продукта питания или исходного материала для медицинской продукции, например), суммарная стоимость, может находиться за пределами экономического анализа.

Пример 1.

Сколько стоит здоровье и жизнь человека?

Как экономисты оценивают жизнь? Не следует ли ценность жизни вывести за пределы денежной стоимости? Подобные вопросы иногда неизбежны при проведении анализа затрат и результатов. Например, политика более жесткого ограничения использования пестицидов может сократить количество канцерогенных химикатов, воздействующих на детей и взрослых. Воздействие на детей может быть более серьезной проблемой, поскольку растущие организмы более подвержены неблагоприятному влиянию. Подобные более жесткие нормы могут вызвать повышение производственных затрат в сельском хозяйстве за счет необходимости использования других мер по борьбе с вредителями. Для того, чтобы измерить результаты, мы должны ввести некоторое денежное выражение на сокращение числа случаев рака.

Одним из очевидных измерителей может быть экономия на медицинском уходе за онкологическими пациентами. Для того, чтобы это оценить, необходимы надежные, научно обоснованные оценки вероятного сокращения числа случаев заболевания раком, которые мы умножим на среднюю стоимость больничного ухода. Это позволит получить оценку суммарных медицинских затрат. А как оценить сохраненные жизни? Допустим, мы имеем доказательства того что, введение новых норм предотвращает несколько смертных случаев от рака. Как это можно сопоставлять с ростом возникающих в результате производственных расходов?

Мы можем ввести простую экономическую оценку того, какой вклад в общественное благосостояние вносит определенный человек в терминах производства товаров и услуг. Это, однако, приведет к тому, что долларовая стоимость жизни директора крупной компании окажется в 20 – 30 раз выше стоимости жизни работника физического труда. Такую оценку многие сочтут неоправданной. В качестве альтернативы, можно посчитать, сколько люди тратят на страховки и меры безопасности. Если, например, кто-то хочет выполнять опасную работу с шансами погибнуть один к ста за, скажем, дополнительные 10000 долларов, можно заключить, что жизнь оценивается в $(100) \times (10000) = 1$ миллион долларов. Или если кто-то захочет затратить 500 долларов на дополнительные меры безопасности в автомобиле, что снизит шансы на смертельный исход в случае аварии до уровня 1 к 10000, он или она тем самым устанавливает явное значение $(500) \times (10000) = 5$ миллионов долларов за свою жизнь.

Очевидно, что такие оценки не могут охватить полную ценность жизни. Немногие из нас согласятся умереть прямо сейчас за 5 миллионов долларов. Это скорее указывает на стоимость так называемой статистической жизни, основанной на проявленной готовности платить во избежание рисков для жизни.

Многие из нас возражают против выражения стоимости наших жизней в денежной форме. Тем не менее, если мы откажемся от денежной оценки, мы будем вынуждены установить эту стоимость равной нулю, что очевидно неправильно, или бесконечности, что будет означать, что мы не принимаем абсолютно никакого риска, что также невозможно. Эта дилемма не может быть разрешена одними экономистами, она также включает политические и этические соображения.

Постоянно идут дебаты о потенциале и пределах экономического оценивания затрат и результатов в области охраны окружающей среды. Далее в этой главе мы рассмотрим эти противоречия более подробно. Однако, в первую очередь, мы должны рассмотреть особую проблему экономической оценки: фактор времени. Как мы оцениваем будущее? Как можно сравнивать сегодняшние и будущие затраты и результаты? Будут ли наши оценки меняться в зависимости от того, какой период времени мы рассматриваем: несколько лет или несколько поколений? Многие проблемы окружающей среды имеют долгосрочные последствия, так что фактор времени становится здесь критическим аспектом оценивания.

Сопоставление настоящего и будущего: ставка дисконтирования

В экономике оценивание будущих затрат и результатов проводится с использованием метода, называемого дисконтированием. В 4 главе мы обсуждали использование дисконтирования для распределения ресурсов во времени. В общем случае, дисконтирование, применяемое к любым ожидаемым в будущем затратам и результатам, дает оценку их приведенной текущей стоимости.

Теория, которая лежит в основе дисконтирования, состоит в том, что доллар (или любая другая денежная единица) сегодня стоит больше, чем завтра, даже с учетом поправки на инфляцию. Ставка дисконтирования - это годовая процентная ставка, на которую

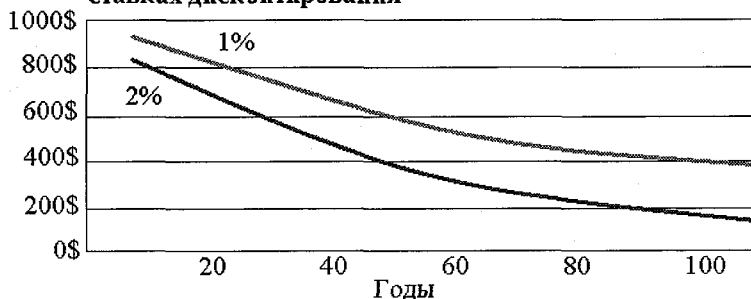
ожидается возрастание стоимости денег со временем. Так, при 8 - процентной ставке сегодняшний 1,00 доллар через год будет стоить 1,08, а через 10 лет $(1,00) \times (1,08^{10}) = 2,16$ доллара. Аналогично, 1 доллар, который должен будет получен через 10 лет, стоит сейчас $1,00 / (1,08^{10}) = 0,46$ долларов. Использование ставки дисконтирования имеет смысл для большинства финансовых расчетов. Однако, его применение для затрат и результатов в проблемах окружающей среды значительно осложнено.

Для более длительных периодов времени фактор дисконтирования становится все менее драматичным. Сегодняшняя сумма в 1000 долларов в случае ее получения через 50 лет будет стоить всего 87,20 сегодняшних долларов при 5-процентной ставке дисконтирования. А через 100 лет эта сумма будет стоить всего 7,60 сегодняшних долларов (см. рис. 6.1). Это значит, что в соответствии с современной теорией стоимости, нет никакого смысла тратить более 7,60 долларов сегодня, чтобы избежать 1000 долларового ущерба через 100 лет. Это давало дополнительные основания для серьезной критики чисто экономического подхода. Как мы можем принять метод, который считает серьезный ущерб для будущих поколений менее важным, чем небольшие затраты сегодня?

Дисконтирование существенно в случае, если мы рассматриваем экономику, скажем, покупки квартиры при помощи ипотеки, или получения займа на финансирование инвестиций в бизнес. Выгоды от владения и возможности жить в своей квартире уже сегодня перевешивают будущие затраты в виде платежа процентов по ипотеке следующие десять-двадцать лет. Аналогично, доход, генерируемый инвестициями, может быть выше годовых выплат по займу.

В этом случае для сравнения сегодняшних выгод и будущих затрат имеет смысл использовать коммерческую процентную ставку, определяемую текущим рынком. Даже при этих условиях, можем ли мы утверждать, что прирост ВВП сегодня или в ближайшем будущем важнее значительного ущерба для окружающей среды с точки зрения будущих поколений? Как следует оценивать глобальное воздействие на окружающую среду, продолжающееся в течение длительного времени?

(а) Приведенная стоимость 1000\$ при 1% и 2% ставках дисконтирования



(б) Приведенная стоимость 1000\$ при 5% и 10% ставках дисконтирования

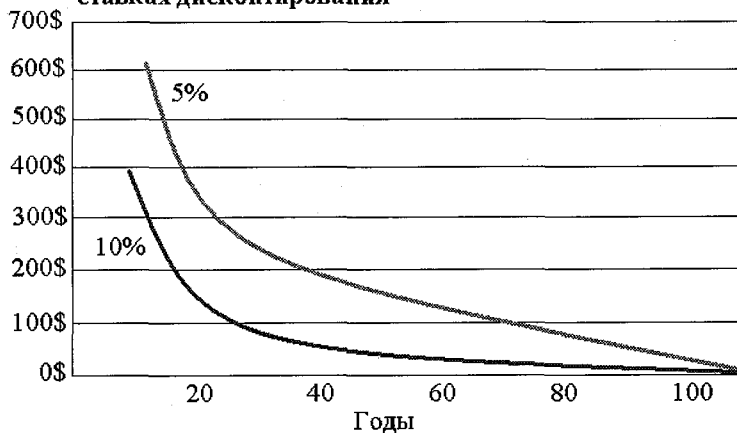


Рис. 6.1 Приведенная стоимость 1000 долларов при различных ставках дисконтирования

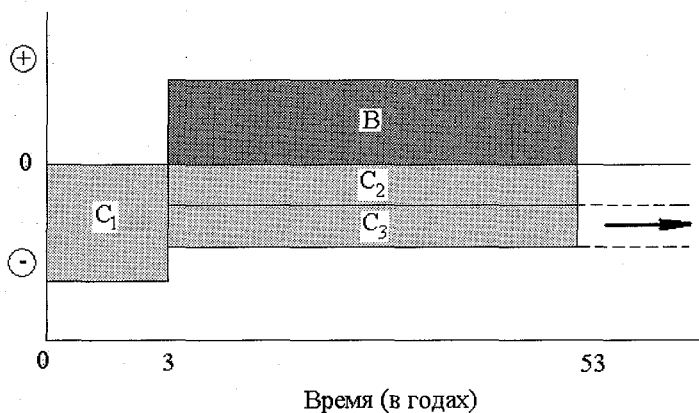
Применение ставки дисконтирования

В случае анализа проекта плотины, выбор ставки дисконтирования может сыграть решающую роль в сопоставлении затрат и результатов. Можно рассмотреть три временных периода: период строительства плотины (скажем, три года), период активной эксплуатации плотины (скажем, пятьдесят лет) и, в случае постепенного затопления плотины со временем, третий период, когда плотина перестает приносить выгоду (см. рис. 6.2).

Во время периода строительства мы несем только затраты и не имеем никакой выгоды. Как только плотина начнет работать на четвертый год, появятся результаты, которые можно выразить в денежном выражении, такие как, например, стоимости: гидроэлектроэнергии, воды для орошения, контроля за наводнениями. При этом имеется два типа затрат: производственные затраты и экстернальные социальные издержки, издержки окружающей среды (некоторые экстернальные издержки могут возникнуть до начала работы плотины, для простоты мы предполагаем, что они возникают одновременно с началом работы плотины). В течение ожидаемого 50-летнего жизненного цикла плотины должны учитываться как затраты, так и результаты работы плотины. После прекращения работы плотины социальные издержки и издержки окружающей среды могут продолжаться бесконечно. Следовательно, оценка чистой сегодняшней стоимости включает четыре компонента: сумма результатов за годы с 4 по 53 и сумма экстернальных издержек с 4 года до бесконечности. Все эти величины должны быть приведены к нулевому году методом дисконтирования с использованием формулы, указанной на рис. 6.2. Давайте посмотрим на последствия использования различных ставок дисконтирования в этой оценке.

Высокая ставка дисконтирования будет означать, что результаты от работы плотины, получение которых начнется после трех лет, будут иметь сравнительно низкую приведенную сегодняшнюю стоимость. Это может сделать строительство плотины менее вероятным по экономическим причинам. С другой стороны, долгосрочный ущерб окружающей среде, наносимый строительством плотины, тоже будет дисконтирован до сравнительно низких текущих значений. Это сделает более вероятным одобрение разрушительного для окружающей среды проекта.

Затраты и результаты



C_1 = Затраты на строительство C_2 = Затраты на эксплуатацию C_3 = Общественные затраты и издержки на окружающую среду B = Выгоды (результаты)
$NPV = \sum_{i=4}^{53} B/(1+r)^i - \sum_{i=1}^3 C_{1i}/(1+r)^i - \sum_{i=4}^{53} C_{2i}/(1+r)^i - \sum_{i=4}^{\infty} C_{3i}/(1+r)^i$
r = коэффициент дисконтирования

Рис. 6.2 Затраты и результаты проекта строительства плотины

Низкая ставка дисконтирования повысит текущую стоимость экономических результатов работы плотины по сравнению с затратами на строительство. В то же самое время, долгосрочному ущербу окружающей среды будет придан более высокий вес. Если ущерб окажется более продолжительным, чем срок эксплуатации плотины, издержки окружающей среды могут стать решающим фактором в отказе от проекта.

Это означает, что для оценки хорошей не будет ни высокая, ни низкая ставка дисконтирования. Однако, для решения некоторых проблем рекомендовалась низкая ставка дисконтирования на том основании, что это лучше отражает интересы будущего, в том числе и будущих поколений. В случае глобального изменения климата, например, потенциальный ущерб, значительно возрастает в течение нескольких десятилетий или даже столетий (предполагая, что уровни

выбросов сохранятся высокими). Некоторые аналитики утверждают, что низкая ставка дисконтирования оправдана при оценке таких долгосрочных эффектов. Тот же аргумент может применяться и для других проблем окружающей среды накопительного характера, таких как эрозия почв, вызываемая сегодняшним земледелием, чьи наиболее серьезные последствия могут проявиться лишь через несколько десятилетий.

Пример 2.

Ставка дисконтирования

Если ставка дисконтирования равна r , текущая стоимость $PV(B)$ будущих результатов B через n лет задается формулой $PV(B) = B/(1+r)^n$.

Рассмотрим два предельных случая:

Случай 1: $r = 0$

В этом случае будущее совсем не дисконтируется. Будущие затраты и результаты имеют тот же вес, что настоящие. Это практически невозможный случай для отдельных лиц. Мы все смертны и поэтому всегда отдаем предпочтение настоящему по сравнению с будущим. Однако семьи или общество могут решить придать более высокое значение будущему. Родители могут рассматривать будущие доходы и потери своих детей, по крайней мере, столь же важными, как свое потребление сегодня. Общества, которые выделили землю для сохранения в виде национальных парков и заповедников, сознательно отказались от возможностей коммерческой эксплуатации сегодня, для того, чтобы гарантировать наличие зон отдыха и дикой природы для будущих поколений.

Случай 2: r - очень велика

В этом случае, будущим полностью пренебрегают в пользу краткосрочных интересов. Такие ситуации возникают в бедных странах, где борьба за существование сегодня делает невозможным жертвовать какими-либо ресурсами для будущих нужд. Однако, нечто подобное может произойти и в более богатых демократических странах, в которых дальновидность лиц, принимающих решения, не распространяется дальше следующих выборов, так что затратами, которые могут возникнуть через 10, 20 или 50 лет пренебрегают в пользу сегодняшних результатов.

Социальная ставка дисконтирования

Можно попробовать решить эту проблему, определив социальную ставку дисконтирования или социальную ставку временного предпочтения (SRTP), т.е. ставку, которая отражает приемлемую оценку будущего обществом. Мы можем определить:

$$SRTP = p + \varepsilon c$$

где p - «чистая» ставка временного предпочтения, представляющая тенденцию человека отдавать предпочтение настоящему;

c - темп роста потребления на душу населения;

ε - мера скорости, с которой наше дополнительное удовольствие от роста потребления уменьшается по мере роста потребления (в экономических терминах, эластичность предельной полезности потребления).

С точки зрения общества, имеет смысл установить p , равным нулю. Наше благосостояние сегодня не более важно, чем благосостояние наших детей и внуков. Это означает, что положительная ставка дисконтирования должна основываться на слагаемом εc .

Принцип, лежащий в основе появления члена εc , состоит в том, что дополнительное потребление является более ценным для бедного человека, чем для богатого. Последствия этого для дисконтирования состоят в том, что если мы полагаем, что станем богаче в будущем, имеет смысл придать более высокое значение сегодняшнему потреблению (когда наши неудовлетворенные потребности больше) по сравнению с будущими.

Если наши дети и внуки будут богаче, чем мы, предпочтение сегодняшнему потреблению может быть в какой-то степени оправдано.

Долгосрочные темпы роста душевого потребления в последние несколько десятилетий составляли порядка 2 процентов. Экономические исследования характера потребления указывают, что правдоподобными оказываются значения ε в районе 1,5%. Если мы приравняем p к нулю, долгосрочная ставка дисконтирования составит порядка 3 процентов, и возможно еще ниже, если мы будем более осторожны по поводу перспектив будущего роста. Например, в исследованиях по изменению климата предлагается использовать SRTP порядка 1,5 процентов.

Другой метод оценки S RTP основан на альтернативной стоимости капитала. Эта характеристика выражает ожидаемую ставку доходности, которую мог бы получить инвестор, если бы вложил средства не в принятый, а в лучший альтернативный проект. Если общество может получить ставку доходности на вложения порядка 8 процентов, нет никакого смысла браться за проект, обещающий только 3 процента дохода. Оценки, основанные на альтернативной стоимости капитала, обычно выше, чем полученные на основе долгосрочного потребления.

С точки зрения окружающей среды этот метод имеет серьезные недостатки. Созданный руками человека капитал обычно работает от 10 до 20 лет, от 20 до 50 лет для вложений в инфраструктуру, как, например, в дороги и мосты. Поэтому текущие ставки доходности на инвестиции могут завесить долгосрочные результаты.

Рассмотрим, например, атомную электростанцию. После ее жизненного цикла, порядка 40 лет, для будущих поколений не останется ничего, кроме долгоживущих радиоактивных отходов. Даже если электростанция доходна в сегодняшних финансовых показателях, ее долгосрочное социальное воздействие может быть негативным. Ставка дисконтирования, используемая в анализе затрат и результатов, должна придавать адекватный вес таким долгосрочным затратам.

Выбор ставки дисконтирования является явно противоречивой задачей. Невозможно выбрать одно значение, которое удовлетворяет всем критериям коммерческой жизнеспособности, устойчивости окружающей среды и социальной ответственности. Одним из способов преодоления этих противоречий является использование нескольких различных ставок дисконтирования для анализа затрат и результатов, что дает возможность проводить анализ чувствительности, показывающий зависимость результатов от выбранных значений ставки дисконтирования.

Проект плотины, например, может выглядеть хорошо при умеренной ставке дисконтирования, однако, при низкой ставке долгосрочные издержки окружающей среды могут перевесить результаты. Следовательно, лица, принимающие решения, могут приходиться к различным заключениям о чистой прибыли от проекта в зависимости от придания относительных весов настоящим и будущим ценностям.

Любая выбранная ставка дисконтирования может быть оспорена. Некоторые специалисты утверждают, что проблема рассмотрения ресурсов и окружающей среды для будущего является вопросом справедливости, и что наш долг оставить благополучную окружающую среду для будущих поколений не может быть измерен

в экономических терминах. Если мы примем такую точку зрения, мы должны будем различать те проблемы, которые могут разрешаться с помощью экономической системы и другие, в которых приоритет отдается моральным ценностям охраны окружающей среды.

Риск и неопределенность

Оценка будущих затрат и результатов может также включать вопросы риска и неопределенности. Например, работа атомной электростанции всегда несет в себе риск серьезной аварии и большого выброса радиоактивных веществ. Насколько велик этот риск? Атомная промышленность считает его очень низким, некоторые критики считают его существенным. Любой анализ затрат и результатов атомной электростанции должен принимать во внимание эту проблему.

Определение риска и неопределенности

Риск и неопределенность, - это не одно и то же. В некоторых случаях риск может быть оценен с высокой степенью уверенности. Например, статистические исследования могут рассчитать риск, связанный с курением. Хотя никто не может сказать, будет ли какой-нибудь конкретный курильщик страдать от серьезного заболевания или доживет до глубокой старости, ясно, что курение повышает шансы заболевания и смерти и для большой группы населения этот риск может быть рассчитан довольно точно. Аналогично, выбросы определенных токсичных загрязняющих веществ в атмосферу наверняка повышают риск заболевания раком, и эпидемиологические исследования могут связать уровни загрязнения с ростом числа случаев заболеваний и смертельных исходов.

Неопределенность, в отличие от риска, подразумевает намного менее четко определенное понимание возможных исходов. Это показывает, например, проблема глобального изменения климата. Полные последствия изменения климата, возникающего в результате выбросов парниковых газов, непредсказуемы. Хотя специалисты приходят к согласию о диапазоне возможного роста температуры в следующем столетии, глобальная климатическая система столь сложна, что возможны драматические и непредсказуемые события.

Например, возможно, что эффекты положительной обратной связи, как, скажем, выделение углекислого газа в результате таяния арктической тундры, могут значительно увеличить концентрацию

парниковых газов в атмосфере, тем самым, значительно ускорив потепление. Изменение климата может также привести к изменению течений в океане, таких как Гольфстрим, что в свою очередь сделает климат северной Европы близким к Аляске, изменит характер погоды в тропиках, увеличит количество разрушительных ураганов. Однако, никто не может оценить вероятность наступления этих событий.

Расчет ожидаемого значения

Определенные риски легче включить в экономический анализ, чем неопределенные будущие возможности. Если мы можем оценить как риск, так и стоимость потенциального исхода, то ожидаемое значение можно выразить как

$$EV(X) = p(X)C(X),$$

где EV - ожидаемое значение, p - вероятность наступления события X , а C - его стоимость.

Ожидаемые значения могут использоваться в экономическом анализе точно так же, как любая другая оценка в денежной форме. Допустим, например, что строительство дома в сейсмоактивной зоне включает риск значительных разрушений от землетрясения, вероятность наступления которого составляет одну сотую. Это выражает тот факт, что землетрясения случаются примерно раз в 100 лет. Страховая компания будет настаивать на более высокой страховой премии, чтобы застраховать такой дом.

Домовладелец будет платить дополнительную сумму (сверх страховки дома в обычном районе), равную ожидаемым годовым потерям. Таким образом, стоимость катастрофического события может быть интернализирована, что позволит нормально работать рынку недвижимости с повышенными стоимостями, отражающими риск землетрясений. Оценки ожидаемых потерь могут использоваться в анализе затрат и результатов аналогичным образом, предполагая, что вероятность наступления события может быть предсказана с разумной точностью.

Эта формула для ожидаемых значений не учитывает несклонность к риску, т.е. широко распространенной тенденции предпочтения определенного исхода рискованному исходу. Например, допустим, вам предложили на выбор верный выигрыш в 100000 долларов или 200000 с шансами 50 на 50 (200000 или ничего). Вы, скорее всего, предпочтете определенные 100000, несмотря на то,

что ожидаемое значение обеих возможностей одинаково. Если несклонность к риску является существенным, метод ожидаемых потерь может переоценить значение опций, которые содержат некоторый риск.

А что делать, если мы не знаем вероятности наступления события? Допустим, что в примере проекта строительства плотины, существует некоторый шанс наступления крупного землетрясения, которое может разрушить плотину, вызвав массовое затопление и многочисленные жертвы. Шансы наступления землетрясения считаются малыми, скажем, меньше, чем 1 из 1000, но они точно неизвестны.

В этом случае может применяться принцип предупредительности. Люди, живущие в районе плотины, могут быть несклонны даже к малейшему риску наступления такой большой катастрофы. Аналогичная логика применима к непредсказуемым последствиям экстремального глобального изменения климата. Мы не знаем, наступят ли они, однако, неизвестный риск такой большой планетарной катастрофы нервнрует нас и ведет к усилиям по снижению выбросов углекислого газа.

Принцип предупредительности особенно уместен, когда участвует необратимость. Некоторые типы ущерба, наносимого окружающей среде обратимы и могут быть «излечены» путем снижения выбросов, давая возможность природной системе восстановиться. Другие, такие, как исчезновение видов, необратимы. В тех случаях, когда мы можем исправить ошибки или изменить наше поведение так, чтобы приспособиться к новым обстоятельствам, экономическое сопоставление затрат и результатов может быть уместным. Но когда природная система может понести необратимый ущерб, лучше применять минимальный стандарт безопасности охраны окружающей среды.

Ущерб стратосферному озоновому слою атмосферы, например, представляет угрозу всему живому на планете, так как он защищает от разрушительных компонент ультрафиолетовой радиации. Именно поэтому были заключены международные соглашения о запрещении использования озоноразрушающих веществ вне зависимости от тех прибылей, которые сулило их использование.

Чтобы решать вопросы, содержащие риск и неопределенности, необходимо хорошо понимать, какие виды риска могут быть оценены и получены ожидаемые значения в денежном выражении. Незнание исходов наверняка не делает экономический анализ воздействия на окружающую среду невозможным. Мы должны проявлять осторожность, чтобы различать случаи, в которых экономическая

оценка возможных исходов может не отразить полностью масштаб потенциальных последствий для здоровья человека или экосистем.

Сопоставление затрат и результатов

Мы видели, что анализ затрат и результатов с необходимостью включает противоречивые и сложные вопросы оценивания и дисконтирования. Допустим, что справившись с этими проблемами, мы удовлетворены тем, что сделали все возможное для оценки всех затрат и результатов, связанных с проектом строительства плотины, обсуждаемого выше. Если результаты перевешивают затраты, следует ли приступать к строительству плотины? Не обязательно. Даже если мы полностью уверены в наших методах оценивания, остаются вопросы, касающиеся того, как мы оцениваем результаты.

На чаше результатов, мы можем просуммировать приведенные значения выгод за длительное время по формуле

$$PV(B) = B_0 + B_1/(1+r) + \dots + B_n/(1+r)^n,$$

в то время как на чаше затрат суммарное значение равно

$$PV(C) = C_0 + C_1/(1+r) + \dots + C_n/(1+r)^n,$$

где нулевой период соответствует текущему году, r - ставка дисконтирования, и наш анализ простирается на n лет в будущее. Для расчета значения бесконечного потока затрат и результатов мы можем использовать формулу $PV(B) = B_i/(1+r)^i = B/r$.

Чистая приведенная стоимость проекта тогда равна

$$NPV = PV(B) - PV(C),$$

а отношение выгод к затратам проекта равно

$$PV(B)/PV(C).$$

Если мы готовы дать зеленый свет проекту, выгоды от которого превосходят затраты на его реализацию, мы используем критерий положительной чистой приведенной стоимости:

$$NPV = PV(B) - PV(C) > 0$$

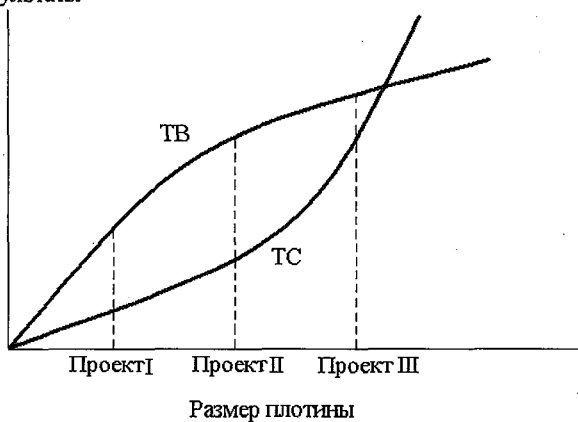
К сожалению, критерий лишь гарантирует, что проект имеет некоторую положительную стоимость, а не то, что он представляет собой наилучший выбор из возможных вариантов. Допустим, что прибыль от электроэнергии и воды для орошения, которой мы добиваемся, может быть получена с помощью плотин разных размеров, как показано на рис.6.3.

Если мы проведем анализ затрат и результатов для самой большой плотины (Проект III), то мы увидим, что положительный критерий чистой приведенной стоимости достигнут: суммарные выгоды превосходят суммарные затраты. Однако, запускать этот проект плотины в жизнь было бы ошибкой. Две меньшие по размерам плотины обеспечивают лучшее соотношение выгод и затрат. Меньшие плотины могут давать меньше электроэнергии и воды для орошения, однако их затраты, включая издержки окружающей среды, существенно ниже.

Лежащую в основе логику можно увидеть, взглянув на кривые предельных выгод и предельных затрат, показанных в нижней части рисунка 6.3, соответствующие кривым суммарных и выгод и суммарных затрат, показанным в верхней части рисунка. С экономической точки зрения, как мы видели в 3 главе, наилучшим принципом является приравнивание предельных выгод и затрат. Точка пересечения кривых MB и MC удовлетворяет критерию максимальной чистой приведенной стоимости. Из трех проектов в этом примере, проект II предлагает максимальную чистую приведенную стоимость. Хотя проекты I и III приносят чистую выгоду, ни один из них не обеспечивает такие высокие чистые выгоды, как проект II.

(а) Суммарные затраты и выгоды различных проектов строительства плотины

Суммарные затраты
и результаты



(б) Предельные затраты и результаты различных проектов строительства плотины

Предельные затраты
и результаты

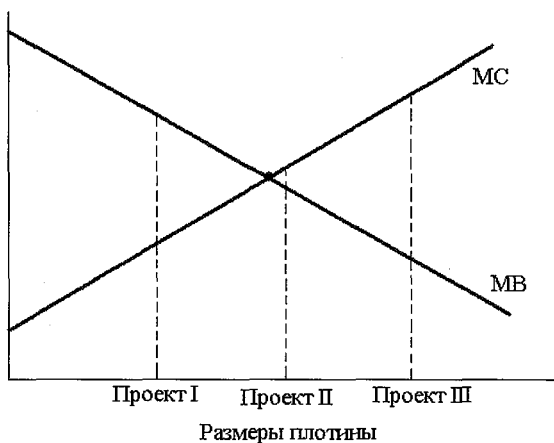


Рис. 6.3 Затраты и результаты различных проектов строительства плотины

К сожалению, в реальных ситуациях применить этот критерий сложно: как правило, мы «не видим» кривых предельных выгод и затрат. Не можем мы «посмотреть» и на кривые суммарных выгод и суммарных затрат. Мы можем только оценить затраты и выгоды конкретных проектов, используя методы, которые мы обсуждали выше. До тех пор, пока мы не рассмотрим целый ряд возможных проектов, мы можем войти в заблуждение и одобрить проект, который не является экономически оптимальным. В нашем примере, тот факт, что отношение выгод к затратам для большой плотины лишь немного больше единицы, должно служить предупреждающим знаком о том, что следует рассмотреть и другие возможности.

Пример 3.

Оценивание стоимости глобальной экосистемы

В экономике разработаны различные методы оценки нерыночных стоимостей для экологических функций. Эти стоимости позволяют инкорпорировать экологические функции в анализ затрат и результатов. В большинстве подобных приложений оценивается стоимость конкретной экосистемы или ее функций, как, например, стоимость забороченных территорий или стоимость чистого воздуха. Куда более претенциозный подход состоит в оценке стоимости целой глобальной экосистемы.

Хотя многие могут возразить, что глобальная экосистема бесценна, крупномасштабные применения нерыночных методов вполне реальны. Одна международная группа исследователей провела такую оценку в 1997 году. Было рассмотрено 17 функций экосистемы, в том числе, регулирование климата, контроль эрозии почвы, очистка вод, производство продовольствия и рекреация. Были проанализированы различные методы нерыночного оценивания для получения оценок этих функций для каждой из 17 экосистем.

Стоимость функций глобальных экосистем

Экосистема	Площадь (миллионы гектаров)	Годовая стоимость (миллиарды долларов 1994 г.)
Открытый океан	33220	8381
Дельты рек	180	4110
Ложи водорослей	200	3801
Коралловые рифы	62	375
Шельфы	2660	4283
Тропические леса	1900	3813

Леса умеренных широт	2955	894
Луга и пастбища	3898	906
Приливные/мангровые болота	165	1648
Болота/поймы	165	3231
Реки/озера	200	1700
Пустыни	1925	Нет оценок
Тундра	743	Нет оценок
Горы/ледники	1640	Нет оценок
Пахотные земли	1400	128
Городские территории	332	Нет оценок
ВСЕГО	51645	33268

По оценке исследователей, суммарная годовая стоимость глобальной экосистемы составляет около 33 триллионов долларов с доверительным интервалом от 16 до 54 триллионов (для сравнения, глобальный ВВП составляет около 30 триллионов долларов). Чуть больше половины уходит на циклы питания. Экосистемы, имеющие наиболее высокую суммарную стоимость, это океаны, континентальные шельфы и дельты рек. Наиболее высокую стоимость гектара имеют дельты рек, болота/поймы и ложи водорослей.

Эти исследования подвергались критике за попытку использовать довольно простые экономические методы для сведения экологических функций к деньгам. Однако, даже критики признавали высокий дискуссионный и методический потенциал этого исследования. Хотя любое конкретное денежное выражение с неизбежностью противоречиво, попытки оценить стоимость глобальной экосистемы демонстрируют высокую стоимость экологических функций и их важность при принятии решений.

Выводы: насколько полезен анализ затрат и результатов?

Оценка стоимости окружающей среды является весьма сложной задачей. Некоторые считают, что все, что дано нам природой, бесценно и не может быть сведено к денежной стоимости. Другие настаивают на том, что оценка стоимости экологических функций важна, потому что иначе экономическая система будет присваивать им стоимость, равную нулю.

Критики анализа затрат и результатов указывают на многочисленные трудности, возникающие при получении надежных оценок, и тот факт, что некоторые элементы, такие как духовные или общественные ценности, в принципе невозможно выразить в деньгах. Экономисты в целом придерживаются мнения, что анализ затрат и результатов является полезным инструментом, при условии, что он используется с необходимой осторожностью. Было бы наивно предполагать, что мы можем точно выразить стоимость чего угодно в денежной форме, однако во многих случаях, экономические оценки стоимости могут помочь лицам, принимающим решения, путем предоставления конкретных оценок последствий той или иной стратегии.

Наиболее сложным элементом анализа затрат и результатов является необходимость оценки всех выгод и всех затрат в денежной форме. Одним из способов обхода этой проблемы является применение анализа эффективности затрат. При таком подходе не делается попытка определения, какая же стратегия является наилучшей, а просто анализируются различные способы достижения заданной конечной цели.

Допустим, например, что мы поставили цель сократить выбросы двуокиси серы, одной из главных причин кислотных дождей, на 50 процентов. Это может быть достигнуто или введением налогов или штрафов на уровни выбросов, которые будут стимулировать предприятия устанавливать газоочистители, или введением системы торговли разрешениями на определенные уровни выбросов с общим количеством разрешений, не превышающим 50 процентов нынешнего уровня. Экономический анализ может дать хорошую оценку затрат, возникающих в результате реализации каждой из этих стратегий.

Очевидно, что всегда лучше использовать самый дешевый способ достижения поставленной цели. Для установления самой цели экономический анализ обычно не используется. Для этого привлекается другие соображения, в том числе научные доказательства, результаты общественных дискуссий и обычный здравый смысл. А вот для выбора наиболее эффективной стратегии достижения поставленной цели, экономический анализ затрат и результатов весьма полезен.

Альтернатива позиционного анализа

Другой альтернативой анализу затрат и результатов является позиционный анализ. Он включает рассмотрение более широких

политических и общественных факторов. Здесь производится оценка экономических затрат на реализацию какой-то конкретной стратегии, вместе с оценкой ее воздействия на различные группы людей, возможные альтернативные стратегии, внеэкономические цели и задачи, социальные приоритеты. Результаты позиционного анализа могут оказаться благоприятными для одних групп и неблагоприятными для других, они не формулируются в виде отдельного заключительного вывода.

Например, строительство крупной плотины может потребовать переселения большого количества людей. Даже если с экономической точки зрения строительство плотины целесообразно, праву этих людей остаться в своих домах может быть придан более высокий социальный приоритет. Такие заключения не могут быть сделаны только на экономической основе. Однако, некоторые из рассмотренных методов оценивания могут оказаться полезными в определении экономических аспектов того, что должно стать в конечном итоге социально-политическим решением.

Если мы все-таки решим использовать анализ затрат и результатов, мы часто будем сталкиваться с факторами, которые трудно измерить в экономических терминах. Эти неизвестные или неизмеримые факторы могут быть представлены в нашей сводке затрат и выгод в виде неизвестных X и Y , что будет указывать на признание ограниченности метода оценивания.

Заключение

Анализ затрат и результатов (выгод) помогает оценить предлагаемые проекты и действия руководящих органов. Виды стоимости, относящиеся к анализу затрат и результатов, включают прямую и косвенную потребительскую стоимость, а также непотребительские стоимости, такие, как опционная, стоимость существования и наследуемая стоимость. Факторы окружающей среды часто вовлекаются в анализ затрат и результатов и могут оказаться достаточно противоречивыми при оценке.

Методы оценивания включают метод условной оценки, основанный на опросе, в котором респондентов просят оценить окружающую среду или другие удобства в терминах их готовности платить за них или принять компенсацию за их потерю. Методы условного оценивания противоречивы, отчасти потому, что оценки «готовности платить» и «готовности на компенсацию» существенно расходятся, в том числе и потому, что методы опросов страдают от предубеждений, а также неточных ответов.

Другие методы, более тесно связанные с рыночным ценообразованием, включают гедонистическую оценку и метод транспортных расходов. Методы производственной функции и инжиниринговых затрат основаны на затратах, связанных с замещением функций окружающей среды. Примером может служить замещение очистительной функции заболоченных территорий очистными сооружениями или другими устройствами, созданными человеком.

Хотя подобные методы могут приближенно оценивать стоимость окружающей среды, они не могут отразить полную экологическую ценность, например, сохранения исчезающих видов. Некоторые считают, что оценивание окружающей среды в денежном выражении принципиально неверно, поскольку денежные единицы не могут быть адекватной единицей измерения экологических систем. Другие считают, что стоимостные оценки нужны для сравнения различных стратегий в области окружающей среды, при условии, что они делаются с осторожностью и не вводят в заблуждение.

В экономике используется метод дисконтирования для сопоставления сегодняшних и будущих затрат и выгод. Выбор конкретного значения ставки дисконтирования может существенно повлиять на результаты анализа затрат и результатов. Социально приемлемая ставка дисконтирования может отличаться от коммерческой процентной ставки, используемой для оценки доходности инвестиций.

Особые проблемы возникают при попытке оценить стоимость человеческой жизни и здоровья, риска и неопределенности и воздействия на будущее. Хотя и существуют экономические методы, которые могут использоваться при решении всех этих задач, они часто приводят к противоречиям. Альтернативой экономическому оцениванию риска является принцип предупредительности или предосторожности, который утверждает, что мы должны избегать даже малейшей возможности нанесения серьезного ущерба, особенно, если этот ущерб окажется необратимым. В таких случаях экономические расчеты может заменить безопасный минимальный стандарт охраны окружающей среды.

Вопросы для обсуждения

1. Допустим, что вам поручено провести исследование затрат и результатов предлагаемого строительства угольной электростанции. Электростанция будет построена на окраине жилого района и будет выбрасывать определенное количество

загрязняющих веществ. Она потребует значительного количества воды для работы системы охлаждения. Промышленные предприятия в регионе утверждают, что им нужна дополнительная электроэнергия, однако местные жители возражают против строительства. Как бы вы оценили общественные затраты и издержки окружающей среды и сравнили их с экономической выгодой?

2. Считается, что перед тем, как выработать государственные нормы предельно допустимых загрязнений, необходимо провести анализ затрат и результатов. Это потребует сравнения затрат промышленности на строительство дополнительных очистных сооружений с пользой для здоровья и состояния окружающей среды от сокращения загрязнений. Как вы думаете, имеет ли это смысл? Обсудите, как следует сбалансировать экономические, экологические и социальные критерии при выработке новых норм.
3. Допустим, что правительство рассматривает возможность открытия национального парка в живописном лесном районе. Те местные жители, которые используют лесной массив для лесозаготовок и сельского хозяйства, возражают против открытия парка. С другой стороны, национальный парк может привлечь туристов. Может ли в принятии окончательного решения помочь анализ затрат и результатов? Какие факторы вы бы стали рассматривать и как бы вы оценили их экономическую стоимость?

Список литературы

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М., 1997.
2. Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Экономика и геополитика. Т.2. Экологические катастрофы. – СПб., 2001.
3. Карлин Л.Н., Абрамов В.М. Управление энвиронментальными и экологическими рисками. СПб.: РГТУ, 2006.
4. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. Отв. ред. И.М.Макаров. – М.: Наука, 2000.
5. Пахомова Н.В., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. – СПб.: Питер, 2003.
6. Cline, William R. The Economics of Global Warming. Washington, D.C.: Institute for International Economics, 1992.
7. Daily, Gretchen C., ed. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington, D.C.: Island Press, 1997.
8. Dixon, John A., et al., eds. Economic Analysis of Environmental Impacts. London: Earthscan Publications, 1997.

9. Hanley, Nick, and Clive L. Spash, eds. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Cheltenham, England: Edward Elgar, 1998.
10. Harris, Jonathan M., Timothy A. Wise, Kevin P. Gallagher, and Neva R. Goodwin, eds. *A Survey of Sustainability: Social and Economic Dimensions*. Washington, D.C.: Island Press, 2001.
11. Markandya, Anil, and Julie Richardson. *Environmental Economics: A Reader. Part II: Valuation Methods and Applications*. New York: St. Martin's Press, 1993.
12. O'Brien, Mary. *Making Better Environmental Decisions: An Alternative to Risk Assessment*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА
И УЧЕТ СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Глава 7 Экологическая экономика: основные понятия

Центральные вопросы главы:

- *Являются ли природные ресурсы формой капитала?*
- *Как вести учет состояния ресурсов, сохранять ресурсы и экологические системы?*
- *Имеют ли пределы размеры экономической системы?*
- *Как надолго сохранить экономическое благополучие и здоровье экосистем?*

Природный капитал

Взаимосвязь между проблемами экономики и окружающей среды может рассматриваться под разными ракурсами. В главах 3-6 мы применяли идеи стандартного экономического анализа к проблемам окружающей среды. В экологической экономике используется другой подход. Экологическая экономика заново определяет некоторые базовые экономические понятия, чтобы сделать их более пригодными для решения проблем окружающей среды. Одним из таких фундаментальных понятий является природный капитал.

Большинство экономических моделей процесса производства фокусируется на двух факторах производства: труде и капитале. Третий фактор, который, как правило, называется «земля», упоминается, но обычно не имеет заметной функции в экономических моделях. Некоторые экономисты-классики, особенно Дэвид Риккардо, автор «Принципов политической экономии и налогообложения» (1817 г.), считали землю и ее производительность одним из фундаментальных определителей экономического производства. Однако, современные экономисты в целом предполагают, что технический прогресс справится с любыми ограничениями производительности земли.

В экологической экономике классическое понятие земли введено заново, расширено и ему дано название «природный капитал». Природный капитал определяется как доступные нам земли и ресурсы, включая воздух, воду, плодородную почву, леса, районы рыбного промысла, минеральные ресурсы и экологические системы жизнеобеспечения, которые делают возможной экономическую деятельность и саму жизнь.

В эколого-экономической перспективе, природный капитал должен считаться не менее важным фактором, чем созданный человеком капитал. Более того, должен проводиться тщательный учет состояния природного капитала и это должно отражаться в системе национального учета.

Учет изменений в природном капитале

Определение природных ресурсов как капитала приводит к важным экономическим последствиям. Главным принципом эффективного управления является сохранение стоимости капитала. В целом, желательно со временем наращивать производственный капитал. Этот процесс в экономике называется чистыми инвестициями (капиталовложениями). Страна, в которой стоимость производственного капитала снижается со временем (чистое сокращение капиталовложений), находится в экономическом упадке.

Сэр Джон Хикс, лауреат Нобелевской премии по экономике и автор книги «Стоимость и капитал», определил доход как количество товаров и услуг, которые могут потребляться отдельным лицом или целой страной за определенный период времени без снижения своего благосостояния. Другими словами, вы не можете повысить свой доход путем сокращения своего капитала.

Чтобы видеть, что это значит на практике, представим, что вы получили в наследство 1 миллион долларов (очень немногим может так повести, но мы можем пометчать). Допустим, что этот миллион долларов вложен в облигации с реальным доходом в 5 процентов годовых. Это даст годовой доход 50000 долларов. Однако, если вы решите тратить 100000 в год из наследства, вы будете тратить 50000 капитала в дополнение к 50000 дохода. Это значит, что в последующие годы ваш доход будет снижаться и, в конце концов, капитал будет полностью истрачен. Очевидно, что это отличается от бережливой стратегии жить только на проценты, что позволит вам (и вашим наследникам) получать 50000 в год бесконечно.

Этот принцип является общепринятым, когда речь идет о созданном человеком капитале. Система национального учета включает расчеты износа созданного человеком капитала со временем. Амортизация капитала оценивается ежегодно и вычитается из валового национального продукта, чтобы получить чистый продукт страны (национальный доход). Для поддержания национального благосостояния необходимы инвестиции, по крайней мере, замещающие ежегодный износ капитала. Мы признаем это, различая валовые и чистые инвестиции. Чистые инвестиции, это

валовые инвестиции минус амортизация. Они могут оказаться равными нулю или быть меньше нуля, если имеет место недостаточное замещение износа капитала. Отрицательные чистые инвестиции подразумевают упадок в национальном благосостоянии.

Однако, нигде не производится аналогичный учет амортизации природного капитала. Если страна вырубает свои леса и перерабатывает их древесину для внутреннего потребления или на экспорт, это входит в систему национального учета только как положительный вклад в доходы, равные стоимости древесины. При этом совсем не учитываются потери леса, ни как экономического, ни как экологического ресурса. С точки зрения экоекономики это серьезный пробел, который должен быть заполнен.

Динамика природного капитала

Понятие природного капитала, кроме того, подразумевает, что чистый экономический анализ не может полностью ухватить динамику запасов и потоков природных ресурсов. Как мы видели в главе 6, экономически очень непросто найти способы выражения факторов природных ресурсов и окружающей среды в денежном выражении, пригодном для стандартного экономического анализа. Однако, это лишь одно измерение природного капитала.

Основные законы, управляющие поведением таких элементов природного капитала, как энергетические ресурсы, вода, химические элементы и формы жизни, являются законами физики, химии, биологии и экологии. Без рассмотрения этих законов мы не сможем полностью понять природный капитал.

Например, в сельском хозяйстве плодородие почвы определяется сложными взаимодействиями между химическими питательными веществами, микроорганизмами, потоками воды и переработкой растительных и животных отходов. Измерение плодородия почвы, скажем, урожаем зерна, будет верно лишь для краткосрочных экономических расчетов, но может приводить в заблуждение в долгосрочном плане, когда начнут действовать более тонкие экологические процессы. Сугубо экономический анализ может привести к недостаточному вниманию к долгосрочному поддержанию плодородия почвы.

Следовательно, при решении подобных вопросов необходимо скомбинировать идеи экономического анализа с экологическими принципами сохранения природного капитала. Это не означает, что экономические методы, рассмотренные в главах 3-6, непригодны. Скорее, они должны быть дополнены экологическим взглядом на

природные системы для того, чтобы избежать вводящих в заблуждение результатов. Среди методов, используемых в экоэкономике для учета природного капитала, можно упомянуть следующие:

- Физический учет природного капитала. В дополнение к известной системе национального учета, может быть построена дополнительная система учета состояния природных ресурсов и оценки его изменения от года к году. Эта система учета может также содержать данные о накоплении загрязняющих веществ, качестве воды, изменении плодородия почв и другие важные физические индикаторы условий окружающей среды. Статьи, которые указывают на значительное истощение ресурса или ухудшение состояния окружающей среды, могут давать сигнал к принятию мер по сохранению или восстановлению природного капитала.
- Определение уровней устойчивой добычи. Как мы видели в главах 4 и 5, экономическая эксплуатация природных ресурсов часто превышает экологически устойчивые уровни. Экологический анализ природных систем, используемых человеком для своих нужд, может помочь определить уровни устойчивой добычи (производства), при которых система может работать неограниченно. Если уровень экономического равновесия превышает уровень устойчивой добычи, ресурс оказывается под угрозой истощения и необходимы специальные защитные меры. Такое случалось во многих лесных и рыбных хозяйствах.
- Определение ассимиляционного потенциала окружающей среды для поглощения возникающих от деятельности человека отходов, в том числе, бытовых, сельскохозяйственных и промышленных. Природные процессы могут со временем разлагать многие виды отходов и ассимилировать их в окружающую среду без ущерба для последней. Некоторые виды загрязняющих веществ, такие как фреон и радиоактивные отходы, не могут поглощаться окружающей средой. Научный анализ может предложить оценки предельно допустимых уровней загрязнений. Это может совсем не совпадать с экономическим понятием «оптимального уровня загрязнения», введенного в главе 3.

Все эти меры направлены на реализацию общего принципа устойчивости природного капитала. В соответствии с этим принципом, все страны мира должны стремиться сохранить свои природные капиталы путем ограничения их разрушения или

деградации и инвестирования в их обновление (например, через сохранение почв или программы восстановления лесных массивов). Сложный и спорный вопрос воплощения этого общего принципа в конкретные правила высвечивает разницу между экономическим и экологическим анализом. Более детально некоторые из этих вопросов будут рассмотрены в главе 8.

Проблемы макроэкономического масштаба

Стандартная макроэкономическая теория не признает никаких пределов масштабов экономики. Кейнсианский и классический подход, также как и другие экономические теории, имеют дело с условиями равновесия в среде сводных макроэкономических показателей потребления, сбережений, капиталовложений, государственных расходов, налогов и денежных запасов. Однако, при экономическом росте уровень равновесия может расти бесконечно, так что со временем ВВП страны может вырасти в 10 или 100 раз.

Например, при годовых темпах роста в 5 процентов ВВП будет удваиваться каждые 14 лет и к концу столетия вырастет более чем в 100 раз. С точки зрения математических расчетов или экономического равновесия такой рост не создает никаких проблем. Однако, с точки зрения эконэкономии, ресурсы и факторы окружающей среды создают физические пределы для возможных уровней экономической деятельности, и в экономическую теорию необходимо включить понятие оптимального макроэкономического масштаба.

Это понятие существенно как для отдельного народного хозяйства, так и для глобальной экономики. Его смысл особенно важен для глобальной экономики, поскольку экономика отдельной страны может преодолеть нехватку каких-то ресурсов через международную торговлю. Эта ситуация иллюстрируется на рис.7.1. Хотя этот рисунок напоминает схему, приведенную в главе 1, демонстрирующую связи между экономической и экологической системами, он также показывает экономику, растущую в рамках поддерживающей экосистемы до точки, начиная с которой она начинает испытывать значительное напряжение, как материальное, так и с точки зрения жизненных циклов.

На рис. 7.1 мы видим, что экономическая система (показанная в виде прямоугольника) потребляет энергию и ресурсы и выпускает излучаемое тепло и другие отходы в экосистему (показанной в виде овала). Объединенные входные потоки и потоки отходов могут называться пропускной способностью. Экономическая система

является открытой системой, обменивающаяся энергией и ресурсами с глобальной экосистемой, в которой она находится. Глобальная экосистема получает приток коротковолновой солнечной радиации и излучает длинноволновое тепло в космическое пространство. Во всех остальных отношениях, это закрытая система.

По мере роста открытой экономической подсистемы в рамках закрытой планетарной экосистемы (показано увеличением прямоугольника на рис. 7.1b) становится все труднее справляться с ее потребностями в ресурсах и потоками отходов. Фиксированный размер глобальной экосистемы устанавливает предельный масштаб роста экономической системы.

Следует отметить, что этот рисунок относится к физическому росту экономической системы, измеряемому в терминах спроса на ресурсы и энергию и потоками отходов. Возможен рост ВВП без значительного роста потребления ресурсов, особенно если рост концентрируется в секторе услуг. Например, расширение производства автомобилей потребует больше стали, стекла, резины и притока других материалов, также как бензина для работы транспортных средств. Однако, увеличение количества постановок балетных спектаклей или расширение услуг по уходу за детьми не требует большого количества материальных ресурсов. Потребление энергии и материальных ресурсов тоже может стать более эффективным, что уменьшит количество потребляемых ресурсов на единицу продукции. Однако, в целом, рост ВВП связан с большим потреблением энергии и ресурсов.

Экономическая деятельность, безусловно, сталкивается с некоторыми пределами масштабов. Как же определить, достигла ли наша экономическая подсистема пределов экосистемы? Один из возможных способов – просто обратить внимание на возрастающее распространение крупномасштабных глобальных проблем окружающей среды, таких как глобальное изменение климата, разрушение озонового слоя, загрязнение мирового океана, деградацию почв и исчезновение биологических видов. Здравый смысл, также как экологический анализ подсказывают, что важные экологические пороги были достигнуты в конце двадцатого столетия.

(а) Экономическая подсистема в малом масштабе



(б) Экономическая подсистема в крупном масштабе

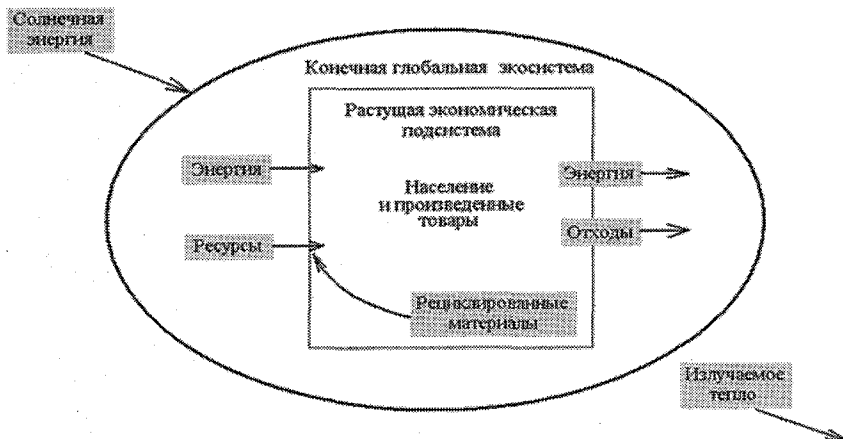


Рис. 7.1 Конечная глобальная экосистема по отношению к растущей экономической подсистеме

Определение связи между экономическими и экологическими системами

Экоэкономика предлагает конкретную меру, с помощью которой можно найти теоретическую связь между экологическими и экономическими системами. Обе системы имеют функцию потребления энергии для поддержания и расширения жизненных функций. Поэтому мы можем использовать энергию в качестве фундамента для всей экономической деятельности: труд, капиталовложения, эксплуатация природных ресурсов, - все это требует энергии.

Живая система получает солнечную энергию через фотосинтез растений. По мере роста экономической системы мы прямо или косвенно используем большую порцию этого чистого первичного продукта фотосинтеза для поддержания экономической деятельности. Это присвоение энергии фотосинтеза происходит через сельское, лесное, рыбное хозяйство и использование топлива. Кроме того, человек переводит землю из естественного или сельскохозяйственного использования в городское или промышленное, под транспортную систему, строительство жилья. Люди присваивают в настоящее время около 40 процентов фотосинтетической емкости суши и около 25 процентов глобальной суммарной фотосинтетической емкости.

Это, по существу, подразумевает, что удвоение экономической активности приведет нас вплотную к абсолютным пределам. Как мы видели в главе 2, такое удвоение наступит практически наверняка, если только не произойдет кардинальных изменений в росте населения или темпах экономического роста. Поэтому мы должны серьезно отнестись к вопросу о масштабах экономики.

Образно говоря, быстрый экономический рост, наблюдавшийся в двадцатом веке, привел нас от экономики «пустого мира» к экономике «полного мира». В фазе «пустого мира» экономическая система мала по сравнению с экосистемой, пределы запасов ресурсов и возможности окружающей среды не имеют практического значения, основная экономическая деятельность сводится к эксплуатации природных ресурсов для наращивания запасов капитала и расширения потребления. На этом этапе единственным ограничением, с которым сталкивается экономическая деятельность, является недостаток созданного человеком капитала.

В фазе «полного мира», когда драматически разросшаяся экономическая система начинает упираться в границы экосистемы, намного более важным становится вопрос сохранения природного капитала. Если мы не примем адекватных мер по сохранению ресурсов и охране окружающей среды «полного мира», деградация окружающей среды начнет подрывать экономическую деятельность вне зависимости от объема запасов созданного человеком капитала.

Такая перспектива существенно отличается от стандартной экономической теории, которая в целом предполагает замещаемость ресурсов. Например, выпускаемые промышленностью удобрения могут компенсировать потерю плодородия почв. Экологический взгляд подсказывает, что такое замещение может быть совсем не простым делом, база природных ресурсов для экономической деятельности в некоторых отношениях невозместима, в отличие, скажем, от фабрик или оборудования. Таким образом, теории экономического роста должны быть модифицированы, чтобы принимать во внимание проблемы долгосрочной устойчивости.

Долгосрочная устойчивость

Мы уже упоминали устойчивость в терминах природного капитала, попробуем более точно определить это понятие. Мы хотим ограничить потерю или деградацию природного капитала и инвестировать в его сохранение и обновление. В самом буквальном смысле это бы означало, что мы никогда не будем использовать каких-либо истощаемых ресурсов и не будем проводить никакой экономической деятельности, которая может существенно изменить природные системы. В индустриализированном или быстро индустриализирующемся мире, в котором живет более 6 миллиардов людей, такое просто невозможно. С другой стороны, неограниченное использование ресурсов и постоянно растущее производство отходов тоже неприемлемо. Как же свести баланс?

Мы уже рассматривали элементы стандартного экономического ответа на этот вопрос. Методы экстерналичных издержек, распределения ресурсов во времени, управление ресурсами общего пользования, обрисованные в общих чертах в главах 3-5, предлагают некоторые экономические принципы баланса между потреблением и консервацией ресурсов, «оптимальных» уровней загрязнения. В долгосрочном глобальном контексте, однако, эти методы могут оказаться недостаточными. Ориентированные на отдельные рынки, они не могут гарантировать устойчивость окружающей среды на макроэкономическом уровне. Необходимы рекомендации для общего

сохранения национальной и глобальной ресурсной базы. В рамках таких рекомендаций станут обоснованными рыночные решения по отдельным ресурсам и проблемам природопользования.

Следует различать понятия сильной устойчивости и слабой устойчивости. (Определения «слабая» и «сильная» лишь подчеркивают, насколько требовательными являются наши допущения и не подразумевают, что одно обязательно лучше или хуже другого). Сильная устойчивость допускает ограниченную замещаемость между созданным человеком и природным капиталом. Слабая устойчивость допускает полную замещаемость природного капитала.

Приняв подход сильной устойчивости, мы будем вести отдельный учет созданного человеком и природного капиталов и не допускать истощения запасов природного капитала. Например, будет допустима вырубка леса в одном районе только в том случае, если аналогичные леса расширяются в других местах, так что общие лесные запасы остаются неизменными. Запасы нефти могут истощаться только при условии, если одновременно разрабатываются альтернативные источники энергии той же мощности. Реализация сильной устойчивости потребовала бы серьезного вмешательства государства в рыночные процессы и радикальных изменений в природе экономической деятельности.

Слабую устойчивость легче претворить в жизнь. Этот принцип допускает взаимозаменимость созданного человеком и природного капитала, при условии, что суммарная стоимость капитала не снижается. Этот принцип позволяет, например, вырубить лес, чтобы расширить сельскохозяйственную или промышленную деятельность. Однако, при этом требуется адекватный учет стоимости вырубаемого леса. Вырубка леса нанесет экономический ущерб, если только вновь созданный человеком капитал не будет равным или большим экономической и экологической стоимости вырубленного леса.

Этот принцип ближе к стандартной экономической теории. Частный собственник предположительно будет делать такие расчеты и не захочет поменять ресурс высокой стоимости на более дешевый. Вмешательство государства будет необходимо для поддержания даже слабой устойчивости, в тех случаях, когда:

- Частные собственники не учитывают полную экологическую ценность природного капитала (скажем, лесозаготовительная компания, которая принимает во внимание стоимость древесины, но безразлична к исчезающим биологическим видам).
- Права собственности на природные ресурсы нечетко определены. Владельцы краткосрочных концессий или

браконьеры могут быстро разорить природную ресурсную базу.

- Владельцы частной собственности с краткосрочными перспективами не рассматривают долгосрочных эффектов, как, например, накапливающаяся эрозия почв.
- Участвуют ресурсы общего пользования или общие блага.
- Возникает угроза невозполнимым ресурсам, как в случае с исчезновением биологических видов или дефицитом воды в засушливых районах.

Выбор стратегии и дисконтирование будущего

Выбор между сильной и слабой устойчивостью может быть трудным. В управлении лесными ресурсами, например, сильная устойчивость может быть слишком сдерживающей, т.к. она потребует, чтобы в стране сохранялась постоянная площадь лесных насаждений при любых обстоятельствах. Слабая устойчивость, с другой стороны, не налагает никаких ограничений на объем вырубки леса, но требует лишь надежного экономического учета его стоимости. Хотя можно найти какую-то золотую середину, это не может произойти через рыночный процесс. Это должен быть сознательный общественный выбор.

Одним из решающих факторов в определении золотой середины является вопрос дисконтирования будущего. Во время обсуждения распределения ресурсов во времени (глава 4) была подчеркнута важность ставки дисконтирования в рыночных решениях в отношении использования ресурсов. В целом, чем выше ставка дисконтирования, тем выше стимулы эксплуатировать ресурсы в настоящем. В соответствии с правилом Хотеллинга, частные собственники должны ожидать рост чистой цены ресурса, равный процентной ставке, если они захотят консервировать его для будущего использования. Это, однако, редко случается с истощаемыми ресурсами.

Например, при 5 процентной ставке дисконтирования, владельцы ресурса будут ожидать, что его чистая цена будет удваиваться каждые 14 лет, в противном случае они предпочтут его немедленную продажу и вложение вырученных денег под 5 процентов годовых. Для таких возобновляемых ресурсов, как леса, годовой доход должен быть, по крайней мере, равным рыночной процентной ставке, чтобы осуществлять устойчивое управление. При более низких доходах, экономические стимулы будут подталкивать к вырубке леса для сиюминутных денежных выгод. По сути, это

означает такое же обращение с возобновляемыми ресурсами, как с невозобновляемыми.

Логика дисконтирования ставит жесткий барьер для систем природных ресурсов. До тех пор, пока они не приносят определенный уровень годового дохода, над устойчивым управлением будет преобладать немедленная их эксплуатация. Если основные экологические системы и природные ресурсы не преодолевают этот барьер, возникающая в результате гонка скорейшей эксплуатации оставит для будущего совсем немного.

Здесь становится важным принцип сильной устойчивости: сможет ли мир со значительно возросшими запасами созданного человеком капитала, но с серьезно истощенной ресурсной базой удовлетворять запросам будущего? Или следует ввести более жесткий принцип сохранения ресурсов для охраны интересов нынешних и будущих поколений?

Это не философский спор об отдаленном будущем. Критические ресурсы, такие как нефть и газ должны быть в значительной степени использованы в ближайшие 30-40 лет; тропические леса могут быть практически уничтожены в тот же период; эрозия почв может разрушить плодородие сотен миллионов гектаров пахотных земель в пределах одного поколения. Применяя чисто коммерческий принцип дисконтирования, все это разрушение может оказываться «рациональным» или даже «оптимальным».

Существуют серьезные аргументы против использования рыночных ставок дисконтирования при решении вопросов о долгосрочном использовании ресурсов. Более приемлемым может оказаться использование критерия устойчивости, чтобы содействовать справедливости для всех поколений. С этой точки зрения, нельзя решать вопросы долгосрочных капиталовложений и консервации в настоящем на основе простого критерия максимизации прибыли. Необходим учет общественного мнения в вопросе консервации ресурсов для будущего.

Сложность, необратимость и принцип предупредительности

Другим аргументом в пользу критерия устойчивости является экологическая сложность и необратимость. Современные экологические системы прошли длительную эволюцию для достижения баланса взаимодействия между тысячами видов растений и животных (точное суммарное количество видов неизвестно, но их миллионы), а также тонкого равновесия в физических и химических

взаимосвязях атмосферы, океана, пресных вод и экологических систем суши.

Интенсивная эксплуатация природных ресурсов непрерывно меняет этот экологический баланс с не вполне предсказуемыми эффектами. В некоторых случаях, нарушение экологического баланса может вести к катастрофам, например, опустыниванию, разрушению пищевых цепей в океане, разрушению озонового слоя, загрязнению водоносных слоев, вспышкам появления сверхпаразитов, устойчивых к пестицидам и тому подобное.

Поэтому экэкономика выступает в поддержку принципа предупредительности: нам следует стремиться к минимальному вмешательству в деятельность природных систем, особенно, когда мы не можем предсказать долгосрочных эффектов. Этот принцип, очевидно, пренебрегает экономическими расчетами стоимости ресурса и его потребления.

Один важный вопрос состоит в добавлении экологического измерения в оценку экономической продуктивности или ВВП, или, может быть, замене ВВП более широким индексом благосостояния человека и здоровья экосистем. Эта тема будет рассмотрена в 8 главе. Другим подходом является моделирование взаимосвязей между экономическими и экологическими системами, концентрируясь на потоках энергии, ресурсов и отходов. Эти новые подходы будут обсуждены в главе 9.

Заключение

В экэкономике уделяется особое внимание понятию природного капитала. В то время как значительная часть стандартной экономики занимается накоплением и производительностью созданного человеком капитала, экэкономика сосредотачивает внимание на поддержании систем природного капитала, которые обеспечивают жизнь и экономическую деятельность. Природный капитал включает все природные ресурсы планеты, мировой океан, атмосферу и экосистемы. Должен вестись учет состояния природного капитала и осуществляться управление им в соответствии с принципами устойчивости, так, чтобы его функции не деградировали со временем.

С этой точки зрения, экономические системы не могут расти безгранично, они должны достигать некоторого устойчивого масштаба экономической деятельности, при котором планетарные экосистемы не подвергаются непомерному стрессу. Имеются серьезные доказательства того, что текущая экономическая деятельность превосходит эти границы или серьезно напрягает их.

Одним из показателей может быть доля фотосинтетической энергии, потребляемой человеком, которая составляет около 40 процентов фотосинтеза суши. Значительный экономический рост оставит мало места для других живых систем на Земле.

Понятие устойчивости, хотя и важное для управления природным капиталом, довольно трудно определить. «Слабое» определение опирается на возможность замещения функций природной экосистемы искусственными заменителями. В той степени, в которой это возможно, природный капитал может тратиться без уменьшения суммарного богатства. «Сильное» определение предполагает, что способности человека по замещению функций природной системы ограничены, поэтому устойчивое общество должно поддерживать большую часть своих природных систем, не допуская их разрушения или деградации.

Долгосрочная устойчивость включает проблемы дисконтирования будущего и вопрос о нашей ответственности перед будущими поколениями. Экономические стимулы и системы прав собственности оказывают влияние на решения об использовании ресурсов, так же, как и государственная политика управления ресурсами. Принцип предупредительности уместен в тех случаях, когда могут возникнуть необратимые эффекты в результате ущерба, наносимого сложным экосистемам. Консервация ресурсов для будущих поколений требует учета общественного мнения в дополнение к экономическим расчетам.

Принципы экологической и стандартной экономики важны при решении вопросов управления природными ресурсами. Иногда эти принципы вступают в конфликт, однако важно стремиться применять оба подхода к конкретным вопросам использования ресурсов и охраны окружающей среды, так же, как и к измерению экономической продуктивности, благосостояния человека и здоровья экосистем.

Вопросы для обсуждения

1. В каком отношении природный капитал похож на созданный человеком капитал и в чем их различие? Мы часто говорим о рентабельности капиталовложений, т.е. дохода, приносимого инвестициями в основной капитал. Можно ли говорить о рентабельности природного капитала? Приведите несколько примеров инвестиций в природный капитал. Кто будет страдать от отсутствия подобных инвестиций?
2. Как можно применить понятие оптимального масштаба в экономике? Достигли ли экономики развитых стран

оптимального масштаба или превысили его? Что вы думаете по поводу экономики России?

3. Проведите различие между понятиями сильной и слабой устойчивости и приведите несколько примеров. Какие меры экономической политики содействуют достижению устойчивости?

Список литературы

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М., 1997.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. – М., 1995.
3. Данилов-Данильян В.И. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. – М., 1997.
4. Лемешев М.Я. Экономика природопользования. – М., 1992.
5. Нестеров П.М., Нестеров А.П. Экономика природопользования и рынок. – М., 1997.
6. Пахомова Н.В. Экономика природопользования. – СПб., 1994.
7. Хачатуров Т.С. Экономика природопользования. – М., 1990.
8. Экология и экономика природопользования (п/р. Э.В. Гирусова). – м., 1998.
9. Costanza, Robert. Ecological Economics. New York: Columbia University Press, 1991.
10. Costanza, Robert, John Cumberland, Herman Daly, Robert Goodland, and Richard Norgaard, eds. An Introduction to Ecological Economics. Boca Raton, Florida: St. Lucie Press, 1997.
11. Daly, Herman E. "The Steady-State Economy: Toward a Political Economy of Biophysical Equilibrium and Moral Growth," Chapter 19 in Valuing the Earth: Economics, Ecology, Ethics, edited by Herman E. Daly and Kenneth N. Townsend. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1993.
12. Daly, Herman E. "Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital," in Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability, edited by AnnMari Jansson et al. Washington, D.C.: Island Press, 1994.
13. Daly, Herman E., and John B. Cobb. For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future, 2nd ed. Boston: Beacon Press, 1994.
14. Goodland, Robert, Herman Daly, and Salah El Serafy, eds. Population, Technology, and Lifestyle: The Transition to Sustainability. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 1992.
15. Hicks, Sir John R. Value and Capital. Oxford, England: Oxford University Press, 1939,

16. Krishnan, Rajaram, Jonathan M. Harris, and Neva R. Goodwin, eds. *A Survey of Ecological Economics*. Washington, D.C.: Island Press, 1995.
17. Meadows, Donella, et al. *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green, 1992.
18. Raffensperger, Carolyn, and Joel Tickner. *Protecting Public Health and the Environment*.
19. *Implementing the Precautionary Principle*. Washington, D.C.: Island Press, 1999.
20. World Resources Institute, United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, and World Bank. *World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. Washington, D.C.: World Resources Institute, 2000.
21. United Nations Environment Programme. *Global Environmental Outlook 2000: UNEP's Millennium Report on the Environment*. London, U.K.: Earthscan Publications, 1999.

Глава 8 Учет национального дохода и состояния окружающей среды

Центральные вопросы главы:

- Дают ли показатели ВВП и ВВП искаженную картину развития?
- Могут ли эти показатели быть доработаны, чтобы лучше отражать факторы окружающей среды и природных ресурсов?
- Нужны ли новые показатели национального благосостояния, учитывающие защиту окружающей среды?

Введение факторов окружающей среды в систему национальных счетов

Серьезное отношение к проблемам окружающей среды влияет на то, как мы рассматриваем показатели национального дохода и благосостояния. Можно ли с необходимостью утверждать, что страна, имеющая более высокий национальный доход, является более состоятельной, чем другая страна с более низким душевым доходом? Прежде, чем высказывать суждение, следует сравнить такие факторы, как состояние окружающей среды и природных ресурсов в двух странах.

Обычно для измерения уровня экономической активности в стране и прогресса в развитии используются стандартные показатели валового национального продукта (ВНП) и валового внутреннего продукта (ВВП). Разница в ВНП и ВВП состоит в том, учитываются ли доходы иностранных лиц или компаний. Например, ВНП РФ включает заработки российских лиц и компаний за рубежом, но исключает заработки иностранных лиц и компаний, работающих в России. ВВП включает весь доход, заработанный внутри России всеми резидентами, но исключает доходы из иностранных источников. Практически вся статистика, используемая в макроэкономическом анализе, базируется на этих показателях, большинство экономистов, также как и широкая общественность, признает их в качестве мерила экономического прогресса.

Однако, эти показатели могут дать искаженное впечатление об экономическом развитии. Давно отмечаются некоторые недостатки показателя ВНП, как, например, невозможность учета бесплатной работы, производства некоторых услуг бытового потребления и

стоимости свободного времени. Следует добавить еще один серьезный недостаток в определении ВВП: не учитывается деградация окружающей среды и истощение ресурсов.

Эта проблема может быть особенно важной для развивающихся стран, которые в значительной степени зависят от природных ресурсов. Если какая-то страна вырубает свои леса, разрушает плодородие почв, загрязняет источники водоснабжения, это, безусловно, делает ее беднее. Однако, система национальных счетов лишь фиксирует стоимость добытой древесины, сельскохозяйственной продукции и объем промышленного производства как положительный вклад в ВВП. Это может показать лицам, принимающим экономическое решение, картину экономического развития страны в далеком от реальности розовом свете, по крайней мере, до тех пор, пока серьезный ущерб окружающей среде не станет очевидным, что иногда требует десятилетий.

Если мы измеряем экономическую деятельность, так сказать, кривой рулеткой, трудно ожидать, что остальной экономический анализ окажется надежным. Сам по себе экономический рост необязательно представляет истинное экономическое развитие и может даже ухудшать благосостояние людей, если он сопровождается растущей несправедливостью и ухудшением окружающей среды. Некоторые попытки определения лучших показателей развития приводили к вариантам систем анализа национального дохода, учитывавших факторы ресурсов и окружающей среды.

Один из подходов по модифицированию системы национальных счетов состоит в оценке экономической стоимости амортизации природного капитала и вычитании этого значения из ВВП. В стандартной системе национальных счетов чистый национальный продукт (ЧНП) или чистый внутренний продукт (ЧВП) рассчитывается путем вычитания амортизации созданного человеком капиталом, как, например зданий и оборудования. Амортизация попросту является мерой потери стоимости за счет износа. Для целей учета она может рассчитываться по линейной зависимости, когда, например, считается, что новое оборудование будет утрачивать 10 процентов своей исходной стоимости каждый год в течение десятилетнего периода. Эта логика может быть сохранена путем введения показателя уточненный чистый национальный продукт (ЧНП*) или уточненный чистый внутренний продукт (ЧВП*), учитывающего амортизацию природных ресурсов, вычитаемую из ВВП. Расчеты в некоторых случаях показывают существенную разницу в картинах экономического развития.

Еще более заметным, чем изменение характера ВВП, становится влияние на чистые капиталовложения. Стандартно чистые капиталовложения определяются путем вычитания из валовых капиталовложений (сумма инвестиционных затрат, связанных с созданием новых производственных мощностей) амортизации промышленного капитала. Если мы включим амортизацию природного капитала, большое количество развивающихся стран будет иметь существенно меньшие, или даже отрицательные значения чистых капиталовложений. Это имеет серьезные последствия для стратегии развития, поскольку капиталовложения являются решающим экономическим определителем долгосрочного роста. Таким образом, если мы не учитываем амортизацию ресурсов и окружающей среды, мы систематически переоцениваем истинную стоимость капиталовложений.

В качестве шага в направлении интеграции анализа экономической и социальной политики в области окружающей среды, департамент охраны окружающей среды Всемирного банка разработал показатель реальных сбережений, который включает амортизацию природного капитала и иностранные займы. Этот показатель учитывает, какая часть национального дохода сберегается для будущего с учетом, как истощения природных ресурсов, так и прироста основного капитала. Анализ реальных сбережений, особенно уместный для развивающихся стран, указывает на то, что кажется примером успешного развития, иногда скрывает серьезное разрушение природного капитала, а в некоторых случаях, даже отрицательные нормы реальных сбережений.

Расчеты показывают, что во многих развивающихся странах деградация окружающей среды и природных ресурсов перевешивает накопление созданного человеком капитала. Это может создать характер «обратного развития», в котором страны со временем фактически становятся беднее, если мы начинаем учитывать как произведенный человеком, так и природный капитал. Введение амортизации природного капитала в систему учета может иметь значительные последствия для торговой и макроэкономической политики, особенно для стран, в значительной степени зависящих от экспорта природных ресурсов.

Оценивание устойчивого экономического благосостояния

Учет амортизации ресурсов является одним из возможных вариантов включения факторов окружающей среды в систему национальных счетов. Еще один пример, когда стандартная система

национальных счетов может завышать экономические достижения страны, включает защитные расходы. Это расходы, связанные с ликвидацией загрязнений и попыток восстановления или компенсации ущерба, нанесенного окружающей среде. В стандартной системе учета все подобные расходы просто прибавляются к ВВП.

Например, во многих странах затраты на очистку токсичных отходов просто добавляются к ВВП. Расходы на лечение лиц, получивших заболевания вследствие загрязнения воздуха или воды, аналогично суммируются в ВВП. Если жители прибрежных районов или расположенные там предприятия несут ущерб от разлива нефти, все затраты на ликвидацию последствий также вносятся в ВВП. Следуя этой логике, чем больше ущерб от загрязнений и выше затраты на ликвидацию последствий, тем богаче получается страна.

Для устранения подобной нелогичности иногда используется индекс устойчивого экономического благосостояния, в котором все защитные расходы вычитаются. Вместе с коррекцией на разрушение природных ресурсов и неравенством распределения доходов такой индекс показывает куда более медленное улучшение благосостояния даже для стран с устойчивым и длительным ростом ВВП.

Третьим подходом по коррекции системы национальных счетов с учетом ущерба окружающей среде является определение окружающей среды как производительного сектора, который предоставляет услуги экономике. Эти услуги остаются неучтенными, потому, что они бесплатные. Примерами может служить снабжение чистым воздухом и водой, удаление углекислого газа из атмосферы деревьями, польза для здоровья и возможности отдыха на природе.

Если этим функциям окружающей среды наносится урон, скажем, путем осушения заболоченных территорий, оценка стоимости замены утраченной функции должна быть вычтена из совокупного продукта страны. Поскольку заболоченные территории выполняют важные функции, включающие очистку воды, переработку питательных веществ, контроль за наводнениями, предоставление естественной среды для растительного и животного мира, эта стоимость будет весьма высокой. По нынешним методам учета, заболоченная территория не вносит никакого вклада в совокупный продукт, а вот торговый комплекс, построенный на осушенной территории, будет вносить существенный вклад, как через строительство, так и через годовой объем продаж.

Все эти подходы по модификации учета ВВП/ВВП имеют достоинства, но не удается ввести единый показатель. Некоторые специалисты предлагают вместо попыток получения одного более «зеленого» показателя ВВП/ВВП использовать сопутствующие счета,

которые измеряют природный капитал и его функции в физических терминах без стоимостной оценки.

Сопутствующие счета могут дать детальную картину базы природных ресурсов и состояния окружающей среды путем измерения таких переменных, как площадь лесного покрова, запасы минеральных ресурсов и пресной воды и их изменения во времени. Подобные данные полезны для разных видов анализа. Анализ затрат-выпуска может показать вероятное влияние различной экономической политики на запасы ресурсов (см. главу 9). Методы экономической оценки также могут конвертировать физические переменные в денежные эквиваленты для оценки уточненного ВВП/ВВП. В 1993 г. ООН опубликовала руководство по интегральной системе экономического и природоохранного учета с использованием сопутствующих счетов.

Ни одна система изменения национальных счетов не получила всеобщего признания. Это означает, что большая часть экономического анализа по-прежнему основывается на стандартных показателях ВВП и ВВП. Если сторонники коррекции показателей правы, необходимо соответствующим образом изменить экономическую теорию, чтобы она отражала новые показатели совокупного национального продукта и дохода. Хотя и нет консенсуса по поводу метода построения такого показателя, необходимо исследовать результаты применения подходов с учетом факторов окружающей среды. В следующих разделах мы обсудим их применение более детально.

Применение системы учета факторов природной среды и ресурсов

Как могут измененные показатели национального дохода направлять курс политики развития? Назовем траекторией устойчивого развития такую траекторию, при которой запасы общих капитальных активов остаются постоянными во времени. Капитальные активы включают промышленный капитал, человеческий капитал (навыки, умение и образование) и природный капитал. Как указывалось в главе 7, эти различные виды капитала могут иметь некоторую степень взаимозаменяемости. Особо выделим критический природный капитал, в котором такие ресурсы, как, например, запасы пресной воды, ничем не могут быть заменены.

Итак, суммарные запасы капитала могут быть представлены в виде

$$K = K_m + K_h + K_n + K_n^*$$

где

K_m - промышленный капитал

K_h - человеческий капитал

K_n - некритический природный капитал

K_n^* - критический природный капитал

Система национальных счетов должна учитывать любые изменения в этих категориях капитала. Инвестиции в основной капитал являются компонентами стандартного ВВП или ВНП. Амортизация промышленного капитала (D_m) вычитается из ВНП для получения ЧНП (чистого национального продукта). Предполагается, что человеческий капитал не изнашивается (хотя это верно только при адекватных затратах на образование). Главной проблемой в учете ресурсов и природной среды является оценка и вычитание амортизации природного капитала (D_n) для получения уточненного чистого национального продукта, ЧНП*. Следовательно,

$$\text{ЧНП} = \text{ВНП} - D_m$$

$$\text{ЧНП}^* = \text{ВНП} - D_m - D_n$$

Таким образом, первой проблемой является получение оценки D_n . Широкое распространение получили два метода: стоимость запасов на конец года (для нефти и древесины) и оценки потери производительности (для почв). Метод стоимости запасов на конец года сравнивает стоимость запасов древесины или нефти на конец и начало года с использованием текущих цен. Этот метод не учитывает никакой другой функции полезности лесов, кроме производства лесоматериалов.

Оценивание потери продуктивности требует использования ставки дисконтирования для получения приведенной стоимости потока будущих потерь:

$$PV(\text{потери}) = L_0 + L_1/(1+r) + L_2/(1+r)^2 + \dots + L_n/(1+r)^n,$$

где L_i - потери в i -ом году, r - ставка дисконтирования, n - число лет. Если годовые потери одинаковы каждый год и равны L , формула может быть упрощена до

$$PV(\text{потери}) = L/r$$

Оценки изменения запасов ресурсов на конец года и потери производительности дают оценку суммарного значения амортизации ресурсов для данного года. Эта сумма может быть вычтена из стандартного ЧНП для получения уточненного ЧНП и из чистых капиталовложений для получения уточненных чистых капиталовложений. Можно также вычесть из ВВП защитные затраты и стоимость ущерба от краткосрочных загрязнений. Эти оценки, однако, не следует вычитать из чистых капиталовложений, поскольку они оказывают влияние на уровень благосостояния страны только в пределах года. Долгосрочный ущерб от загрязнений, который снижает стоимость природного капитала, может вычитаться из чистых капиталовложений.

Показатели реального дохода

Альтернативным приведенным выше является метод затрат потребителя. Этот метод оценивает реальный доход путем вычитания доли суммарного дохода, которая теоретически должна быть инвестирована при текущей процентной ставке, чтобы гарантировать непрерывный поток доходов на том же уровне.

Принцип, лежащий в основе, аналогичен вкладам физического лица на пенсионный счет. К тому времени, когда работник достигнет пенсионного возраста, он или она надеются иметь приличные средства на пенсионном счету для обеспечения адекватного дохода. Точно также, стране с невозобновляемой ресурсной базой следует инвестировать достаточное количество выручаемых от продажи ресурса средств для обеспечения непрерывного потока доходов после истощения ресурса.

Взаимосвязь между реальным доходом (X) и чистой выручкой (R) от продажи ресурса дается следующей формулой:

$$X/R = 1 - 1/(1+r)^n,$$

где r - ставка дисконтирования, а n - ожидаемый жизненный цикл ресурса. Например, если $r = 0,04$, а $n = 20$, $X/R = 0,55$.

Влияние надлежащего учета природных ресурсов оказывается еще более существенным, если мы посмотрим только на компоненту сбережений/инвестиций в ВВП. Вместе со стандартной амортизацией

промышленного капитала, эффект может состоять в снижении уточненных чистых инвестиций (I_n^*) до нуля или ниже нуля. Показатель реальных сбережений (S^*) для развивающихся стран должен включать вычитание обоих типов амортизации, а также чистых иностранных займов (NFB) из валовых инвестиций (I_g). Таким образом,

$$S^* = I_g - D_m - D_n - NFB$$

Такие уточненные значения сбережений могут давать разительную картину низких или отрицательных норм сбережений во многих развивающихся странах.

К чему может привести использование таких уточненных показателей национального дохода при формировании политики? Одним из уроков может быть понимание необходимости политики по сохранению природного капитала. Вместо стремления к максимизации экономического роста, как это обычно происходит, лицам, принимающим решения, необходим интегральный план с целями в области экономики и окружающей среды.

Пример 1.

Некорректный учет ведет к неправильной политике

Если экономисты принимают стандартные оценки ВВП, их политические рекомендации для стран, экономики которых зависят от природных ресурсов, будут, скорее всего, неверными. Оценки выпуска продукции могут быть завышены более чем на 20 процентов, а реальные оценки формирования капитала могут составлять ноль или отрицательную величину. Оценки фактора производительности оказываются под большим вопросом, поскольку ни затраты, ни выпуск не измеряются правильно. Капиталоемкость будет определяться неверно, если не учитывается быстрая ликвидация природного капитала. Сложные макроэкономические модели, основанные на подобных данных, будут вызывать очень сомнительные результаты по руководству долгосрочным развитием.

Международная торговля будет уравнивать внутренние и международные цены, однако международные цены часто искажены сельскохозяйственными субсидиями, политическим и военным вмешательством и неудачными попытками интернализации экстерналийных издержек. В результате, природные ресурсы, скорее всего, будут продаваться ниже их полной стоимости с учетом факторов окружающей среды.

Влияние разрушения природного капитала будет особенно серьезным в оценках народных сбережений и инвестиций. Оценки реальных сбережений Всемирным банком указывают, что во многих странах на самом деле чистые сбережения и прирост основного капитала являются отрицательными, что ясно указывает на отсутствие устойчивости.

Экспорт природного капитала также искажает курсы обмена валют и ставит в неблагоприятное положение отрасли, не экспортирующие ресурсы, включая производственные. Методы, используемые для оценки завышения валютного курса, становятся ненадежными, когда доходы от неустойчивого экспорта природных активов финансируют пассивный торговый баланс. В этом случае кажущийся стабильным уровень внутренних цен является иллюзией, маскирующей значительный ущерб не занятым экспортом ресурсов отраслям, которые вынуждены конкурировать с искусственно дешевым импортом. Торговый дефицит может быть спрятан или казаться излишком баланса платежных счетов, поскольку доходы от экспорта природного капитала неправильно записаны на текущий счет.

Сделать экономику более «зеленой» важнее для самой экономики, чем для политики в области окружающей среды, особенно для тех стран, чьи природные ресурсы быстро истощаются, а их истощение, сбивая с толку, учитывается в ВВП как добавление стоимости. Как только система учета «позеленеет», придется пересмотреть макроэкономическую политику.

Оценивание благосостояния: социальное и экологическое измерение

Область учета окружающей среды и природных ресурсов продолжает развиваться. Политические заключения различаются в зависимости от выбранных аналитических подходов. Многие развивающиеся страны испытывают существенные трудности с получением адекватных данных. Некоторые из проблем, рассмотренных в главах 6 и 7, имеют важное значение для учета факторов окружающей среды:

- **Слабая устойчивость против сильной устойчивости.** Отметим, что анализ амортизации природного капитала предполагает взаимозаменяемость различных типов капитала в денежном выражении. Например, потери лесоматериалов на 1 миллион долларов (природный капитал) могут быть полностью скомпенсированы приобретением оборудования на

1 миллион (промышленный капитал). С точки зрения финансового учета, суммарная стоимость капитала осталась неизменной. **Слабая устойчивость** принимает такой взгляд на различные типы капиталов как взаимозаменяемые. **Сильная устойчивость** определяет такие типы природного капитала, для которых подобная взаимозаменяемость считается неприемлемой. Это включает понятие критического природного капитала (K_n^*), который должен сохраняться и чье разрушение не может быть скомпенсировано приобретением других видов капитала. Другая интерпретация сильной устойчивости подразумевает, что если какой-то конкретный ресурс (например, ископаемое топливо) истощен, он должен быть заменен капиталом с аналогичной функцией (например, установками, использующими альтернативные источники энергии).

- **Оценивание ущерба, наносимого окружающей среде.** Расчеты потери производительности, упомянутые выше, дают оценку ущерба от эрозии почв. Альтернативным методом может быть рассмотрение стоимости замещения восстанавливаемого плодородия, например, путем внесения удобрений. Следует, однако, отдавать себе отчет в том, что внесение удобрений не может полностью восстановить все функции почвы (например, структуру, способность влагозадержания, запасы микроэлементов).
- **Оценивание экологических функций.** Ценность активов окружающей среды часто является значительно более высокой, чем ее экономическое выражение. Леса, например, дают намного больше, чем просто лесоматериалы. Они обеспечивают стабилизацию водоразделов, контроль и фильтрацию поверхностного стока, секвестрацию углерода и поддержание биологического разнообразия, и имеют также эстетическое и рекреационное значение. Как мы видели в главе 6, существуют методы для оценки этих нерыночных стоимостей, однако, они редко применяются для учета природных ресурсов и окружающей среды. Кроме того, неясно, может ли какой-либо метод экономического оценивания охватить полную экологическую ценность этих различных функций окружающей среды.
- **Вклад в глобальный ущерб, наносимый окружающей среде.** Экономическая деятельность в одной стране может нанести ущерб атмосфере или мировому океану, что приводит к трансграничному загрязнению или глобальному

загрязнению. Совокупный продукт страны-загрязнителя может остаться незагрязненным, но должен быть создан какой-то учет урона, нанесенного другим странам или миру в целом. Часто это связано с накапливающимися загрязняющими веществами.

- **Равенство и базовые потребности.** В некоторых случаях прирост ВВП распределяется неравно, при этом большая часть прибыли достается уже богатым. Стандартные показатели не принимают во внимание неравенство или его влияния на здоровье, образование, доступность чистой воды, доступ к базовым потребностям, включая пищу и крышу над головой. Хотя эти проблемы важны сами по себе, они еще взаимосвязаны с деградацией окружающей среды. Бедность часто подталкивает людей использовать ресурсы, не заботясь об их устойчивости, ухудшение состояния ресурсов в свою очередь еще больше усугубляет бедность.

Программа развития ООН использует индекс общественного развития (HDI), который объединяет показатели равноправия и базовых потребностей со стандартным ВВП. Индекс HDI использует уточненный показатель ВВП на душу населения как один из компонентов индекса, а также включает продолжительность жизни и доступность образования. Часто страны с одинаковым уровнем обычного ВВП значительно отличаются в уровне общественного благосостояния.

Чтобы принять во внимание образование, Всемирный Банк ввел расширенный показатель национальных капиталовложений, который учитывает все расходы на образование как интегральную часть национальных инвестиций. Комбинация этого показателя с амортизацией природного капитала дает уточненный показатель, указывающий на важность общественных инвестиций в образование для улучшения картины реальных сбережений во многих развивающихся странах (рис. 8.5) Для стран с низким уровнем дохода включение расходов на образование практически удваивает объем реальных сбережений.



Рис. 8.5 Важность общественных инвестиций в образование для улучшения картины реальных сбережений во многих развивающихся странах

Какой можно сделать вывод об этом множестве подходов по уточнению или дополнению показателей ВВП/ВВП? Нет никакой единой альтернативы ВВП/ВВП. В то же время, социальные факторы, также как и факторы окружающей среды, не рассматриваемые в стандартной системе учета, имеют важное значение, как для политики, так и для нашего понимания значения экономического развития.

Усилия по учету факторов окружающей среды, предпринимаемые международными организациями такими как, например, Всемирный Банк или ООН, приводят к более широкому представлению данных о состоянии окружающей среды и общества. Эти данные обеспечат базис для дальнейшего переосмысления стандартных показателей экономического развития.

Заключение

Стандартные показатели национального дохода, такие как валовой национальный продукт (ВНП) и валовой внутренний продукт (ВВП) не могут охватить социальные и экологические факторы. Стандартные показатели могут вводить в заблуждение по поводу истинного национального благосостояния, игнорируя важные проблемы окружающей среды. Для корректировки ВНП/ВВП или введения альтернативных показателей может использоваться множество методов.

Оценки амортизации природного капитала измеряют разрушение таких природных ресурсов как нефть, лесоматериалы, минералы и сельскохозяйственные земли. Данные об этих потерях вычитаются из стандартных показателей национального дохода и капиталовложений. Результаты для многих развивающихся стран указывают на существенные эффекты истощения природных ресурсов и деградации окружающей среды.

Для развитых стран существенными факторами являются расходы на борьбу и ликвидацию последствий загрязнений. Можно также оценить стоимость таких функций окружающей среды, как очистка воды, переработка питательных веществ, контроль за загрязнениями, предоставление среды обитания для живой природы. Систематические расчеты подобных факторов могут служить мерилем устойчивого экономического развития, которое часто значительно отличается от ВНП/ВВП.

Применение модифицированной системы национальных счетов имеет далеко идущие последствия. Страны, которые зарабатывают значительную часть своих доходов от экспорта ресурсов, могут переоценивать свой экономический прогресс. Природные ресурсы могут быть проданы ниже своей реальной стоимости, что ведет к чистым потерям для страны, несмотря на очевидный активный торговый баланс.

Социальные и экологические условия влияют на расчеты национального дохода. Вопросы общественного развития, включая расходы на образование и показатели равноправия, часто взаимосвязаны с вопросами деградации окружающей среды. Несмотря на очевидную важность этих факторов, нет консенсуса по поводу того, как их включать в системы национального учета. Альтернативным подходом является ведение сопутствующих счетов, измеряющих отдельно от ВВП/ВНП социальные и природоохранные индикаторы. Международные организации сделали шаг в направлении более широкого сбора подобных данных, что дает основу для более точной оценки национального благосостояния.

Вопросы для обсуждения

1. Какие проблемы возникают, когда при обсуждении экономической политики внимание концентрируется на стандартных оценках ВВП/ВВП?
2. Какие основные методы могут быть использованы для корректировки ВВП/ВВП с учетом истощения природных ресурсов и ущерба, наносимого окружающей среде? Какие трудности и противоречия возникают при расчете этих поправок к ВВП?
3. Считаете ли вы, что расширенные национальные счета лучше, чем стандартные оценки ВВП, или все-таки лучше использовать ВВП и сопутствующие счета?
4. Каковы последствия применения расширенных оценок, принимающих во внимание амортизацию окружающей среды и природных ресурсов? Как это может повлиять на макроэкономическую политику, торговлю, ресурсное ценообразование?

Список литературы

1. Пахомова Н.В., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. -СПб.: Питер, 2003.
2. Harris, Jonathan M., Timothy A. Wise, Kevin P. Gallagher, and Neva R. Goodwin, eds. A Survey of Sustainable Development: Social and Economic Dimensions. Washington, D.C.: Island Press, 2001.
3. Huetting, Roefie. "Correcting National Income for Environmental Losses: A Practical Solution for a Theoretical Dilemma." In Ecological Economics, edited by Robert Costanza. New York: Columbia University Press, 1991.
4. Krishnan, Rajaram et al., eds. A Survey of Ecological Economics. Washington, D.C.: Island Press, 1995.
5. Lutz, Ernst, ed. Toward Improved Accounting for the Environment. Washington, D.C.: World Bank, 1993.
6. National Research Council. Assigning Economic Value to Natural Resources. Washington, D.C.; National Academy Press, 1994.
7. Pearce, David W., and Jeremy J. Warford. World Without End: Economics, Environment, and Sustainable Development. New York and Oxford, England: Oxford University Press, 1993.
8. Peskin, Henry M. "Sustainable Resource Accounting," Chapter 4 in Assigning Economic Value to Natural Resources. National Research Council. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994.
9. Repetto, Robert, et al. Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts. Washington, D.C.: World Resources Institute, 1989.

10. United Nations Department for Economic and Social Information and Policy Analysis. *Integrated Environmental and Economic Accounting*. New York: United Nations, 1993.

Глава 9. Моделирование экономических и экологических систем

Центральные вопросы главы:

- *Какие принципы управляют потоками энергии и ресурсов через экономическую систему?*
- *Как проводить анализ затрат и выпуска материалов, энергии и отходов?*
- *Какие модели наилучшим образом описывают взаимодействие экономических и экологических систем?*

Анализ потоков энергии и ресурсов

Экономический анализ проблем окружающей среды сосредоточен на рынках, ценах, интернализации экстернальных издержек и оценке стоимости окружающей среды. В главах 3 и 6 мы применяли понятия экономической теории для решения проблем окружающей среды и ресурсов. Допустим, теперь нам захотелось сменить ракурс и применить логику физических и биологических систем для анализа экономики. Какая единица измерения могла бы обладать такой же широтой и понятностью, как рыночная цена в качестве мерила стоимости? В экологической экономике пока не найдено такой единой альтернативной единицы измерения. Выдающийся ученый Ричард Норгаард отмечал, что в анализе проблем окружающей среды, как и других многогранных проблем, существенным является их анализ под различными углами зрения. Р.Норгаард настаивал на том, что многосторонний взгляд предотвращает от ошибочных действий, основанных на одностороннем взгляде. Он определяет такой подход как методологический плюрализм. Используя различные ракурсы, мы можем получить более полную картину изучаемых проблем.

В области окружающей среды наиболее важной альтернативной перспективой является использование законов термодинамики в применении к экономическим процессам. Первый закон термодинамики, или закон сохранения энергии, утверждает, что энергия и материя не возникают и не исчезают, а лишь переходят из одной формы в другую. Это означает что любой физический процесс, включая все экономические процессы, может рассматриваться как превращение энергии и материи из одной формы в другую. Второй закон термодинамики говорит нам более подробно о природе этих превращений. Он утверждает, что во всех

физических процессах энергия деградирует из доступного в недоступное состояние. Формально этот процесс измеряется энтропией. В соответствии со вторым законом, энтропия не убывает в замкнутых системах. Понятие энтропии может также применяться при анализе других ресурсов, не только энергии. Легко используемый ресурс, например, высококачественный сплав металла, имеет низкую энтропию. Худший по качеству сплав имеет более высокую энтропию, он требует применения внешней энергии для дополнительной очистки с тем, чтобы потом его использовать.

Для того чтобы лучше понять эту концепцию, рассмотрим конкретный пример, сжигание угля. В своем исходном состоянии уголь имеет низкую энтропию, т.е. содержит доступную энергию. Эта энергия может быть получена путем сжигания угля. После сгорания уголь превращается в пепел и тепловые потери. Энергия больше не может использоваться, и система перешла в состояние с более высокой энтропией.

Николас Георгеску-Реген, пионер эконómicoского мышления, утверждал, что этот закон является фундаментальным управляющим принципом экономики. Все экономические процессы требуют энергии, и все они преобразуют энергию из пригодной к использованию в непригодную для использования форму. Физический результат любого экономического процесса содержит овеществленную энергию.

Например, автомобиль овеществляет энергию, необходимую для производства стали и превращения стали в автодетали. Так же как и энергию рабочих, необходимую для его сборки или энергии, необходимой для работы роботов-сборщиков. Для того, чтобы ездить, ему, конечно, потребуется энергия топлива. В конце концов, вся эта энергия приходит в форму, непригодную к использованию. Энергия топлива рассеивается в тепловых потерях и загрязнении. Сам по себе автомобиль, в конечном счете, тоже превращается в отходы. В этом процессе он, безусловно, предоставил транспортные услуги своим пользователям, но конечным результатом является деградация пригодной к использованию энергии и ресурсов в непригодную форму.

Если мы рассматриваем экономический процесс под таким углом зрения, становятся ясными два момента. Первый заключается в том, что экономический процесс требует постоянного притока пригодной к использованию энергии и ресурсов (низкая энтропия). Второй момент, это то, что он производит непрерывный поток энергетических потерь и отходов (высокая энтропия). Таким образом, фундаментальным управляющим механизмом производства

становятся входные и выходные потоки ресурсов и энергии в экономической системе.

Такой взгляд коренным образом отличается от стандартной экономической теории, в которой фундаментальными факторами производства являются труд и капитал. Входные потоки энергии и ресурсов, как правило, не рассматриваются, цены на энергию и ресурсы не имеют большой важности по сравнению с другими затратами, а потоки отходов обычно определяются как экстерналии издержки, а не как центральный фактор производства.

Стандартный подход работает очень хорошо, когда имеется изобилие энергии и ресурсов и они дешевы, и когда окружающая среда легко ассимилирует отходы и ущерб от загрязнения. Однако, по мере роста спроса на энергию и ресурсы, вместе с ростом отходов и загрязнениями, энтропийный взгляд становится важным фактором понимания взаимосвязи между экономическими и экологическими системами.

Потоки энергии и системы экономического производства

Существующие экологические системы хорошо организованы для эффективного улавливания энергии. Тысячи лет эволюции выработали сложные и взаимозависимые живые системы, которые извлекают энергию из окружающей среды, используя приток солнечной радиации. Фундаментальным процессом во всех экосистемах является фотосинтез, с помощью которого зеленые растения используют энергию солнца для производства органических соединений, необходимых для жизни. Поскольку животные не могут использовать потоки солнечной энергии напрямую, их жизнь целиком зависит от фотосинтеза растений.

Если посмотреть с точки зрения закона энтропии, экономический процесс, по существу, является продолжением экологического процесса использования низкой энтропии для поддержания жизнедеятельности и одновременного повышения суммарной энтропии. Промышленные системы в громадной степени повышают скорость использования энтропии. Минеральные полезные ископаемые и сжигаемое топливо с низкой энтропией добываются для поддержки промышленного процесса. Интенсивное сельское хозяйство также «добывает» запасы ресурсов почвы. В тоже время, промышленные системы значительно повышают выброс высокоэнтропийных отходов в окружающую среду. Стандартная экономическая теория не признает пределов роста. А энтропийная

теория утверждает, что для работы экономических систем существуют следующие ограничения:

- Ограниченные запасы низкоэнтропийных ресурсов, в частности, обогащенных руд и легко доступных ископаемых топлив.
- Ограниченная способность почв и биологических систем улавливать низкую энтропию для производства продовольствия и других биологических ресурсов.
- Ограниченная способность экосистем ассимилировать высокоэнтропийные отходы.

В некоторых случаях удастся избежать конкретных ограничений, например, мы можем повысить продуктивность почвы внесением искусственных удобрений. Однако, мы не можем уклониться от закона энтропии, поскольку производство удобрений само по себе требует энергии. По существу, мы можем расширить границы сельскохозяйственной системы, «одалживая» низкую энтропию где-нибудь еще. Единственный по настоящему «бесплатный» источник низкой энтропии, - это солнечная энергия. Однако, даже в случае использования солнечной энергии, всегда имеются материальные и трудовые затраты, связанные с улавливанием энергии.

Мы можем применять энтропийную перспективу к различным отраслям производства: энергетика, сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых, лесное хозяйство, рыбная ловля и т.п. Это часто дает иную картину того, как осуществляется такая экономическая деятельность. Например, добыча полезных ископаемых может показывать рост производительности со временем, если она измеряется в стандартных терминах выпуска продукции по отношению к затратам труда и капитала. Однако, если мы сосредоточимся на энергетических затратах на единицу выпускаемой продукции, мы можем увидеть снижение производительности труда. Другими словами, по мере снижения качества добываемых руд, для достижения того же уровня выпускаемой продукции необходимо все большее количество энергии.

В этом случае мы подменяем энергию трудом и капиталом, что экономически оправдано, пока энергия дешева. Однако, это означает что наша экономическая система все более зависима от ископаемого топлива. Кроме того, со сжиганием этого топлива возрастает проблема загрязнения окружающей среды.

Во многих отраслях энергетические затраты на единицу произведенной продукции возрастают со временем. Это имеет важные последствия для будущего, особенно по мере того, как

растущее население развивающихся стран вступает на тропу индустриализации.

Экоэкономический анализ, таким образом, подчеркивает физическую основу производства в противоположность экономическим затратам на производстве. Это обеспечивает прямую связь с физическими реальностями планетарных экосистем. Если мы сосредоточимся только на экономических затратах, даже попытавшись интернализировать разрушение ресурсов и ущерб, наносимый окружающей среде, мы можем не заметить полную картину воздействия экономической деятельности на ресурсы и окружающую среду.

Анализ затрат и выпуска продукции

Другим экономическим методом, который сосредотачивает внимание на физической основе производства, является анализ затрат и выпуска продукции.

Основная модель затрат-выпуска продукции описывает количественные потоки между экономическими секторами, показывая, например, что производство автомобиля требует тонны стали, 2 кв. м стекла, 40 кг пластика и т.д.. Может быть построена матрица A , показывающая вклад каждого сектора экономики для остальных секторов (см. рис. 9.2).

Каждая ячейка матрицы содержит коэффициент a_{ij} , указывающий вклад сектора i в производство единицы продукции в секторе j . Эта матрица может показать, какой уровень производства в каждом секторе необходим для удовлетворения заданного суммарного спроса. Не трудно добавить матрицу B , которая бы показывала необходимые ресурсы для каждого сектора экономики, и матрицу C , показывающую производство отходов в каждом секторе (см. рис. 9.3). Мы затем могли бы использовать эти матрицы для расчета требуемых ресурсов и количества производимых отходов при каждом заданном уровне спроса. Например, если автомобилестроение это сектор 1, то проектируемый рост автомобилей на одну единицу потребует промышленных затрат $a_{11} - a_{n1}$, необходимых ресурсов $b_{11} - b_{n1}$, что произведет отходы $c_{11} - c_{1q}$.

Значения параметров в ячейках матрицы зависят от используемых технологий производства. Такой статический анализ затрат можно преобразовать в динамический анализ с тем, чтобы учесть изменения в технологии и объеме капитализации компании.

$$\begin{array}{c}
 \text{Выпуск} \\
 \text{Затраты} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{m1} & \dots & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Рис. 9.2 Основная матрица затрат-результатов (внутриотраслевая)

$$\begin{array}{c}
 \text{Выпуск} \\
 \text{Затраты} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{m1} & \dots & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{c}
 \text{Отходы производства} \\
 \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1q} \\ c_{21} & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ c_{n1} & \dots & \dots & c_{nq} \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{Сырье} \\
 \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ b_{m1} & \dots & \dots & b_{mn} \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Рис. 9.3 Расширенная матрица затрат-результатов с учетом ресурсов и отходов

Моделирование глобальных и национальных систем

Вместо рассмотрения одной отрасли промышленности, можно исследовать целые экономические системы. Например, модели затрат-выпуска мировой экономики помогли предсказать глобальные уровни углекислого газа, окиси серы и азота и других загрязняющих веществ на XXI век с учетом предположений о скоростях экономического роста в промышленно развитых и развивающихся странах. Модели затрат-выпуска особенно полезны для анализа таких проблем окружающей среды, которые нарастают по мере экономического развития. Они позволяют объединить анализ

внутренних потоков в экономике с оценками запасов и потоков ресурсов и загрязнений. Однако, методы затрат-выпуска не свободны от недостатков.

Полная модель затрат-выпуска требует большого объема данных и расчетов, что может ограничить их полезность для некоторых конкретных проблем. Вызывает некоторые вопросы и способность таких моделей отражать изменение в технологии и методах производства. Однако, с точки зрения эконоомиста, фокус на физических реальностях производства легче интегрировать с проблемами истощения ресурсов и воздействия загрязнений реального мира, чем это делают абстрактные модели, основанные на анализе цен.

В настоящее время формируется теория промышленной экологии, которая пытается применить анализ потоков ресурсов, энергии и отходов к проблеме менеджмента промышленной деятельности. Промышленная экология требует использования новых аналитических инструментов в дополнение к тому, что обычно используют экономисты.

Экономическое и экологическое моделирование

Иногда необходимы более сложные динамические модели экоэкономических систем, чтобы отражать динамику и взаимодействие между различными компонентами системы. При построении подобных моделей необходимо рассматривать демографические факторы, истощение и возобновление ресурсов, запасы и потоки отходов и загрязняющих веществ, а также естественные физические и биологические циклы.

Очень сложно построить единую модель, которая бы адекватно представляла бы все эти факторы. В то же время, нельзя выбрасывать какой-нибудь из этих элементов. Как же разрешить эту проблему? Некоторые разработчики экоэкономических моделей избрали подход к проблеме в терминах систем и процессов. Первым шагом является установление границ системы. Например, мы можем исследовать экономику и экологию устья реки. Внутри границ этой системы обитает огромное количество видов растений, животных, болота, находятся населенные пункты и промышленные предприятия. Много процессов поддерживают жизнь и экономическую активность внутри границ системы.

Природные процессы включают фотосинтез растений, потребление растений животными, питание одних животных другими, распад и восстановление органических веществ.

Экономические процессы включают водопользование, выброс загрязняющих веществ, производство товаров, эксплуатацию водных ресурсов, осушение болот для строительства. Мы можем моделировать каждый из этих процессов, учитывая, что он получает от окружающей среды, какие продукты он производит, и что он возвращает в окружающую среду. Такая модель покажет значительные входные и выходные потоки между процессами, например, промышленный выброс загрязнений в воду может снижать улов в рыбной промышленности и негативно влиять на другие виды растений и животных. Осушение болот может повышать экономическое производство, но уменьшать экологическую активность.

Мы также должны рассмотреть трансграничные потоки. Система в целом получает солнечную энергию, воду, а также товары, импортируемые людьми. Она выбрасывает воду в океан, избыточное тепло и углекислый газ в атмосферу и выходные потоки товаров в другие населенные пункты. Например, часть пойманной рыбы может быть отправлена в другие города. Первым шагом в моделировании является тщательный учет всех внутренних процессов и трансграничных потоков.

Конечно, мы никогда не сможем полностью описать все эти потоки, некоторые пропустим, а некоторые просто невозможно измерить. Но даже в этом случае, подобный взгляд на систему является более полным, чем чисто экономическая модель, в которой мы пытаемся оценить экстерналии издержки и прибыль. Наши измерения деятельности системы будут осуществляться преимущественно в физических терминах, но некоторые из них мы сможем конвертировать в денежное выражение.

Моделирование индивидуальных процессов

Мы можем сфокусировать внимание на отдельном процессе, тщательно отмечая его входы и выходы по отношению к другим процессам. Некоторые из них мы можем игнорировать, как незначительные или незначимые для рассматриваемой проблемы. Те же, которые мы хотим анализировать, следует тщательно измерить в физических или стоимостных терминах. Например, мы можем измерять физическое количество выбросов некоторой фабрики или оценить стоимость наносимого ущерба от этих выбросов для рыболовной промышленности.

Если процесс, который мы изучаем, преимущественно экономический, мы можем выразить большую часть потоков в стоимостных терминах, тогда наша модель процесса будет похожа на

классическую экономическую (экстернальные издержки, источники общей собственности, общественные блага). Если процесс преимущественно экологический, мы будем измерять воздействие экономической активности в физических терминах. Если же процесс такой как, например, рыбная промышленность, и включает как экономические, так и экологические компоненты, мы должны объединить анализ экономических стимулов для рыболовов и демографию рыбных запасов.

На рис. 9.4 показан отдельный процесс внутри системы. Входные потоки этого процесса поступают как от других процессов внутри системы, так и извне системы. Некоторые из выходных потоков становятся входными потоками для других процессов внутри системы, другие экспортируются из системы. В результате, запасы продуктов в системе меняются со временем. Эта общая схема применима как к экономическим, так и к экологическим процессам, и может показать характер изменений со временем.

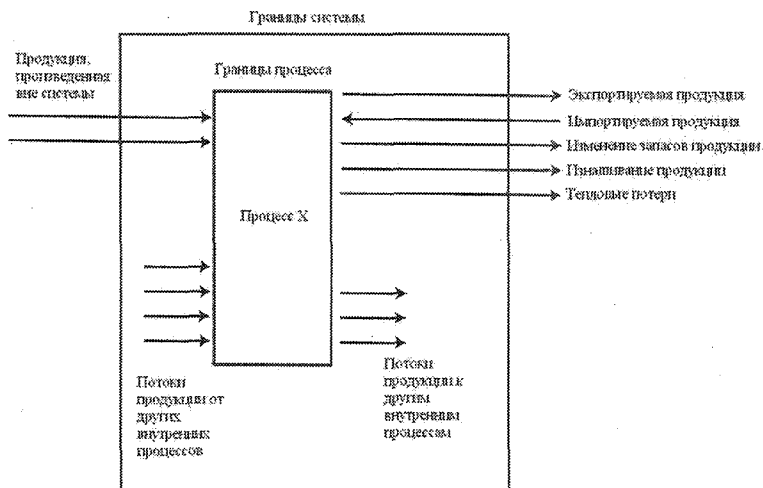


Рис. 9.4 Входные и выходные потоки в экосистеме

Моделирование сложных систем

Интегрирование различных процессов может дать исчерпывающую картину экономической и экологической деятельности внутри границ системы. Подобный интегральный анализ представлен на рис. 9.5.

Этот пример показывает схему экономических и экологических потоков в городе Брабант (Нидерланды). Местные системы природных ресурсов обеспечивают входные потоки для ферм и промышленности Брабант. Другие входные потоки включают сырье и топливо и импортируются, а продукты промышленного производства экспортируются. Сельскохозяйственное производство в Брабанте поставляет продукты производства, как для местного потребления, так и на экспорт. Промышленность, сельское хозяйство и домашние хозяйства используют воду, которая страдает от загрязнений в виде нитратов и стоков пестицидов. Леса обеспечивают места для отдыха, а также дают входные потоки для деревообрабатывающей промышленности. Стоки пестицидов также влияют на леса и болота.

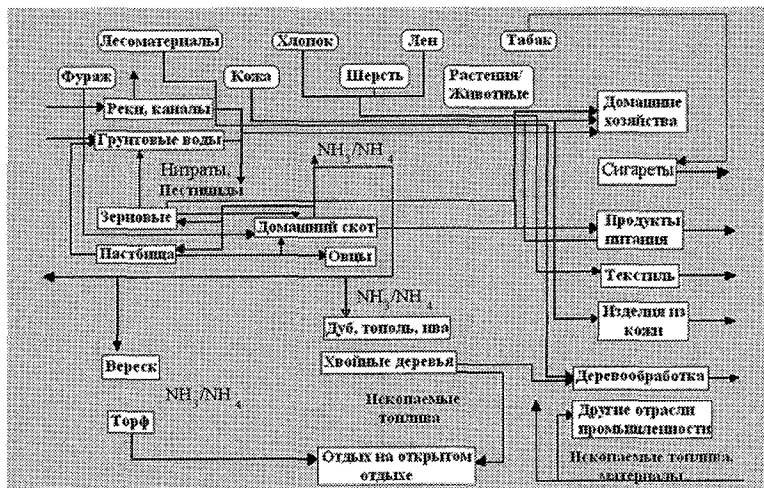


Рис. 9.5 Эколого-экономическая модель района

Модели подобного типа способствуют пониманию характера экономического производства, землепользования и изменения окружающей среды. Хотя некоторые из системных потоков следуют экономическим правилам, большинство по своей природе являются биохимическими. Эта модель пытается ухватить взаимодействие между двумя системами, а также их изменение со временем.

Компьютерный анализ может моделировать изменение в системе по мере того, как экономический рост приводит к большему спросу на ресурсы и окружающую среду. Модель может указывать масштаб и серьезность давления на окружающую среду. В свою очередь, мы можем предсказывать экономические эффекты изменений в окружающей среде и отмечать, будут ли возрастать трансграничные потоки.

Заключение

Экологический взгляд на взаимоотношения между экономической системой и окружающей средой дополняет стандартный рыночный анализ. Различные подходы не исключают друг друга, они просто дают более детальную картину взаимодействия между экономикой и экосистемой.

Анализ энергетических и ресурсных потоков показывает важность энергообеспечения и высококачественных ресурсов для экономических процессов. Одной из важных проблем использования энергии и ресурсов является возможная ограниченность их запасов, а также неизбежные проблемы, возникающие с ростом отходов и загрязнением. Необходимо также учитывать сложные функции жизнеобеспечения существующих экосистем. С этой точки зрения, возможности замены природных функций искусственными системами производства имеют определенные экологические пределы.

Анализ затрат-выпуска показывает ресурсные потоки через сложные экономические системы. Он может быть расширен путем включения блоков запасов ресурсов и воздействия на окружающую среду. В нем также могут быть учтены изменения в технологии и акционерном капитале. Расширенные модели затрат-выпуска помогают оценить возможные последствия для окружающей среды различных вариантов экономического развития.

Для экономической/экологической системы может применяться и другой метод моделирования. В такой модели описываются многочисленные потоки материалов и энергии между

отраслями экономики и элементами экосистемы. Эти потоки могут измеряться как в физических, так и стоимостных терминах, и могут иметь географическую привязку для демонстрации региональных особенностей. Компьютерный анализ всесторонне представляет взаимодействия между экономическим развитием и изменением экосистемы, как для конкретной отрасли промышленности, так и для экономики в целом.

Комбинирование этих методов со стандартным экономическим анализом позволяет глубже понять проблемы народонаселения, сельского хозяйства, природных ресурсов, энергии и загрязнения. Комбинированный подход позволяет избежать узости стандартных теоретических моделей и дает более подробную картину проблем окружающей среды.

Вопросы для обсуждения

1. Как термодинамическое понятие энтропии может использоваться в экономике? Является ли энергия просто одним из факторов производства наряду с другими, или энергия заслуживает специального внимания? Рассмотрите, как этот принцип может применяться в сельском хозяйстве, промышленности и на транспорте.
2. Постройте простую схематическую модель экономической/экологической системы. Выберите относительно простой субъект, как, например, деревню. Определите границы системы и отметьте столько технологических маршрутов, сколько сможете внутри системы и через ее границы. Как может использоваться ваша модель? Какие данные понадобятся вам для завершения модели?

Список литературы

1. Пахомова Н.В., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. - СПб.: Питер, 2003.
2. Duchin, Faye, and Glenn-Marie Lange. The future of the Environment: Ecological Economics and Technological Change. New York: Oxford University Press, 1994.
3. Georgescu-Roegen, Nicholas. "The Entropy Law and the Economic Problem," in Valuing the Earth: Economics, Ecology, Ethics, edited by Herman E. Daly and Kenneth N. Townsend. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1993.
4. Hannon, Bruce, and Matthias Ruth. Dynamic Modeling, New York: Springer-Verlag, 1994.
5. Socolow, Robert, et al., eds. Industrial Ecology and Global Change. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1994.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ
ЭНЕРГИЯ И РЕСУРСЫ

Глава 10 Ресурсы: нехватка и изобилие

Центральные вопросы главы:

- *Подходят ли к концу запасы невозобновляемых ресурсов?*
- *Какой ущерб для окружающей среды наносит добыча полезных ископаемых?*
- *Как экономические стимулы влияют на рециклирование невозобновляемых ресурсов?*

Запасы невозобновляемых ресурсов

На планете имеется конечное количество невозобновляемых ресурсов, включая металлы и неметаллические минералы, уголь, нефть и природный газ. Запасы некоторых ресурсов, таких как железная руда, обширны, запасы других, таких как ртуть или гелий, ограничены. Глобальная экономика использует эти ресурсы, причем, с все возрастающей интенсивностью. Пора ли бить тревогу по этому поводу? Авторы всемирно известного отчета «Пределы роста» в 1972 году считали именно так, а затем, 20 лет спустя, повторили это опасение в книге «За пределами»:

Человечество использует многие из важнейших ресурсов, и скорость производства различного рода загрязняющих веществ уже превысила границы физической устойчивости. Без существенного сокращения потоков материалов и энергии могут наступить десятилетия неуправляемого сокращения производства продовольствия, энергии и промышленных товаров на душу населения.

Ограниченных запасов невозобновляемых ресурсов, конечно, навсегда не хватит, однако проблемы их использования очень сложны и включают изменения в запасах и спросе, а также проблемы отходов и загрязнений, производимых при их потреблении. В этой главе мы рассмотрим динамику невозобновляемых ресурсов.

Как было отмечено ранее, эти проблемы взаимосвязаны с принципом энтропии – рост использования энергии и ресурсов (низкая энтропия) обычно ведет к росту загрязнений и отходов (высокая энтропия). Однако, для целей экономического анализа мы сосредоточим основное внимание производительности ресурса. Первой частью производительности является извлечение ресурса из планетарных запасов. Какие экономические принципы управляют этим процессом?

Обычно экономический анализ включает такие характеристики как издержки использования и правило Хотеллинга для назначения цены на ресурс. Однако, более полный анализ должен учитывать условия реальной жизни. Мы обычно рассматриваем много различных качеств ресурса (например, различную степень чистоты медной руды) и мы редко знаем точное месторасположение и объем запасов того или иного ресурса.

Физические и экономические запасы

Экономические запасы невозобновляемых ресурсов отличаются от их физических запасов. Физические запасы в земной коре конечны, но обычно точно неизвестны. Экономически доступные резервы дают характеристику, чаще всего используемую, например, при расчете продолжительности жизни ресурса. Однако, эта оценка меняется со временем по трем главным причинам:

- Ресурс добывается и используется со временем, сокращая тем самым запасы.
- Открываются новые месторождения, повышая тем самым запасы.
- Меняющиеся цены и технологические условия могут повышать или понижать экономическую ценность известных запасов полезных ископаемых.

Эти факторы делают прогнозирование продолжительности жизни ресурсов неточной наукой.

Такой минеральный ресурс, как, например, медь, может классифицироваться по комбинации геологических и экономических характеристик (рис. 10.1).

С геологической точки зрения, ресурсы классифицируются по имеющимся запасам, показанным по горизонтали на рис. 10.1. Идентифицированными ресурсами считаются те, чье количество и качество уже известно. Доля таких идентифицированных резервов была оценена с 20% погрешностью. Другая часть запасов является потенциальной и получена на основе геологических изысканий. Кроме того, отмечено гипотетическое или предположительное количество ресурса, месторождение которого еще не открыто, но весьма вероятно в определенных геологических ситуациях.

	Открытые			Неоткрытые	
	Показанные		Оцененные	Гипотетические (в известных районах)	Предполагаемые (в неизвестных районах)
	Измеренные	Описанные			
Экономические	Запасы				
Субэкономические					

Рост геологической определенности

Рис. 10.1 Классификация невозобновляемых ресурсов

Экономические факторы создают другое измерение для классификации ресурсов, показанное по вертикали на рис. 10.1, при этом экономически наиболее выгодные ресурсы расположены наверху. Только некоторые из идентифицированных ресурсов обладают достаточно высоким качеством, чтобы производиться с прибылью. Они называются экономическими запасами. Субэкономическими ресурсами называются такие, стоимость добычи которых слишком высока для целесообразности их производства. Однако, если цены вырастут или улучшатся технологии добычи, разработка этих запасов может стать экономически выгодной. Тот факт, что экономические запасы могут быть расширены как в геологическом, так и в экономическом измерении, делает прогнозы запасов по статическому индексу ненадежными. Статический индекс запаса просто делит экономический запас на текущую скорость их использования для оценки продолжительности жизни ресурса:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Ожидаемая продолжительность} \\ \text{жизни ресурса} \end{array} \right) = \frac{\text{Экономические запасы}}{\text{Годовое потребление}}$$

Конечно, сегодняшний уровень потребления необязательно является индикатором будущего использования ресурсов. По мере роста населения и валового продукта можно ожидать увеличения потребления невозобновляемых ресурсов. Поэтому часто используется экспоненциальный индекс запасов, который предполагает, что потребление будет расти со временем экспоненциально, что приведет к более скорому истощению ресурса.

Расчеты, сделанные в 1972 году с использованием как статического, так и экспоненциального индекса запасов, указывали на то, что запасы основных полезных ископаемых будут истощены в пределах нескольких десятилетий. Эти прогнозы, очевидно, не оправдались. Почему? Потому что запасы выросли с открытием новых месторождений и введением новых технологий добычи. Тем не менее, мы не можем просто игнорировать предсказания об истощении ресурсов. Даже при увеличении запасов, общее количество планетарных ресурсов ограничено.

Основной вопрос состоит в том, как потребление ресурсов, новые технологии добычи и открытие месторождений будут влиять на цены, спрос и предложение. Для того, чтобы лучше понимать эти факторы, нам необходима более сложная экономическая теория использования невозобновляемых ресурсов.

Экономическая теория использования невозобновляемых ресурсов

Что определяет скорость, с которой мы добываем и используем невозобновляемые ресурсы? Отдельная фирма, управляющая работой шахты или скважины, должна подчиняться принципу максимизации ресурсных рент. Экономическая рента – это доход, полученный от владения редким ресурсом. В горнодобывающей промышленности обычный принцип максимизации прибыли становится принципом максимизации ресурсной ренты. Рассмотрим фирму, которая владеет шахтой по добыче алюминиевой руды (бокситов). Фирма конкурирует с другими, и продает свою продукцию по рыночной цене, которая ей неподвластна. Что находится в ее власти, так это количество руды, добываемой за какой-то период.

В целом, чем больше руды будет добыто, тем выше будут предельные издержки на добычу. Очевидно, что если предельные издержки добычи превысят рыночную цену руды, добыча бокситов станет невыгодной. Цена должна быть, по крайней мере, равной предельным издержкам, чтобы добыча имела какой-то смысл. В отличие от большинства рыночных отраслей промышленности, где цены равны предельным издержкам в равновесии, горнодобывающая

отрасль работает на уровне выпуска, при котором цена превышает предельные издержки (рис. 10.2). Предприятия отрасли должны стремиться максимизировать величину ренты не просто за отдельный период, а за продолжительное время.

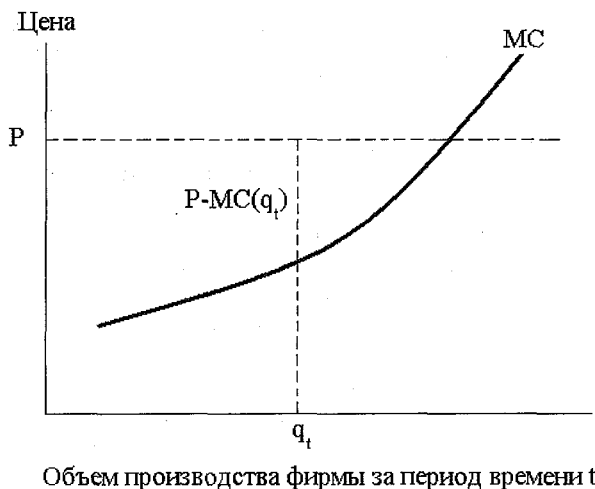


Рис. 10.2 Ресурсная рента для конкурентной фирмы

Текущее значение потока рент с экстраполяцией в будущее описывается следующим выражением

$$TZ(R) = R_0 + R_1 / (1+r) + R_2 / (1+r)^2 + \dots + R_n / (1+r)^n$$

где R_i - рента, накопленная фирмой в i -ый период времени.

Для максимизации текущего значения потока рент фирма должна регулировать добычу в каждом периоде до тех пор, пока скорость роста ренты не станет равной ставке дисконтирования, и текущее значение ренты окажется одинаковым в каждый период времени. Фирма будет стараться уравнивать дисконтированную прибыль для каждого периода. Если в заданный период ожидается больший размер предельной прибыли, выгодно будет увеличивать планируемую на этот период добычу, пока дисконтированная предельная прибыль за все периоды не сравняется. Это означает, что

$$R_0 = R_1 / (1+r) = R_2 / (1+r)^2 = \dots = R_n / (1+r)^n$$

Когда все фирмы, работающие в горнодобывающей отрасли, основываются на этом принципе, рента или цена-нетто (цена минус затраты на добычу) должна возрастать со временем в соответствии с правилом Хотеллинга. С точки зрения здравого смысла, это можно объяснить тем, что если продукция очень прибыльна сегодня, фирмы будут увеличивать ее производство. Рост производства приведет к снижению сегодняшних цен, в то время как уменьшающиеся запасы будут приводить к повышению ожидаемых будущих цен. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока не будет удовлетворено правило Хотеллинга – цена-нетто растет во времени со скоростью, равной ставке дисконтирования, и дисконтированные значения ренты уравниваются со временем.

Если предельные издержки добычи снижаются со временем, например, благодаря улучшению технологий, цена-нетто может возрастать при снижении рыночной цены на полезные ископаемые. Однако, если издержки добычи неизменны, можно ожидать постепенного повышения рыночных цен на ресурсы. Поскольку этого еще не произошло с большинством полезных ископаемых, эффекты правила Хотеллинга могут стать очевидными только тогда, когда запасы какого-либо ресурса окажутся близкими к истощению.

Принцип максимизации ренты имеет одно важное следствие: первыми будут истощаться запасы высококачественных ресурсов. Допустим, например, что фирма владеет двумя месторождениями бокситов, одно с высокосортной рудой, а другое с низкосортной рудой. Предельные издержки производства высокосортного ресурса будут относительно низкими, так что при добыче сегодня может быть получена более высокая рента. Издержки производства алюминия из низкосортной руды существенно выше. Даже если добыча низкосортной руды оказалась бы экономически выгодной, куда лучшей стратегией было бы подождать, пока рыночные цены возрастут или появятся новые технологии добычи с меньшими издержками.

Это объясняет, почему ресурсы, которые являются сегодня субэкономическими, могут стать экономическими в будущем, возможно, расширяя объем экономически доступных запасов, в то время как физические запасы будут уменьшаться в результате добычи.

Теория добычи невозобновляемых ресурсов также утверждает, что ограниченные запасы ресурсов будут исчерпаны. Пока цена растет, выгодно откладывать добычу части ископаемых на будущее. Однако, любой ресурс имеет некоторую максимальную цену, называемую «удушающей ценой», при которой спрос падает до нуля.

К тому моменту, когда достигается удушающая цена, производители добудут и продадут все экономически значимые резервы. На рис. 10.3 показаны траектория цен и добычи для полезного ископаемого, доведенного до полного истощения.

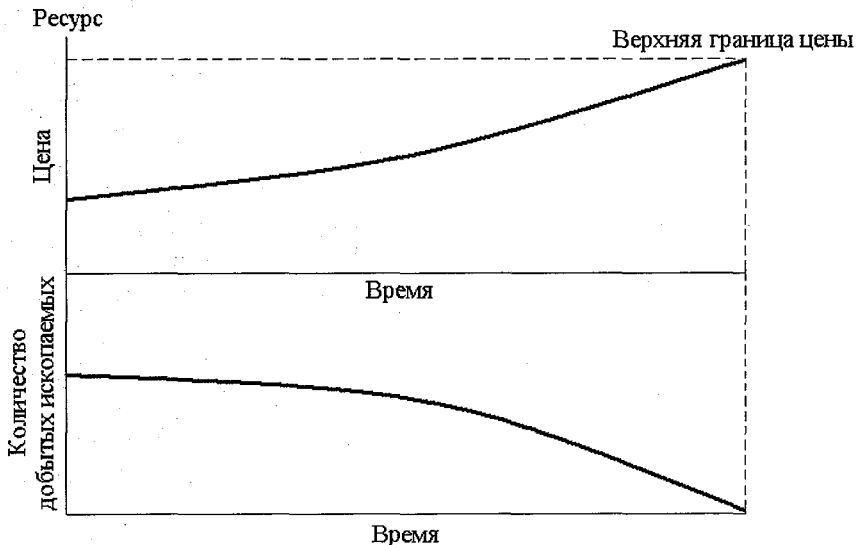


Рис. 10.3 Истощение минеральных ресурсов

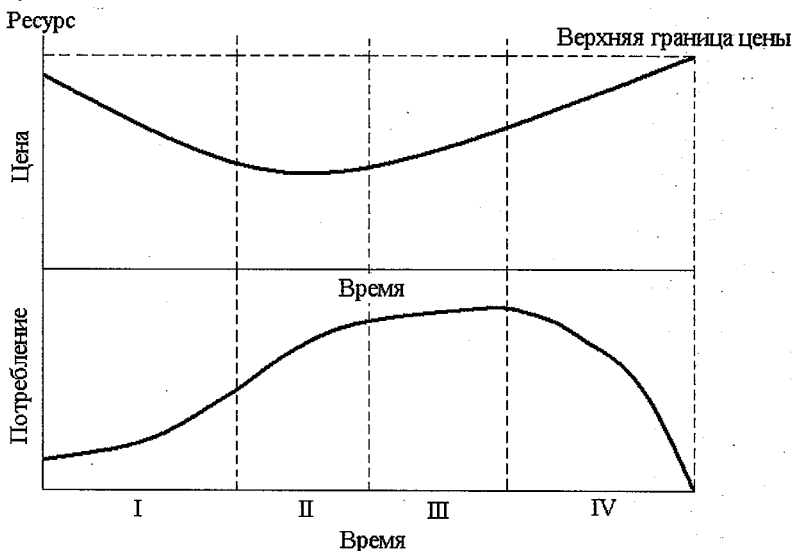
Долгосрочные тренды в использовании невозобновляемых ресурсов

Как согласуется эта теория истощения ресурсов с опытом реальной жизни? В классическом исследовании Барнетта и Морзе показано, что цены, на большинство минеральных ресурсов падали, начиная с промышленной революции до середины двадцатого столетия. В то же время глобальное потребление невозобновляемых ресурсов устойчиво росло. Три основных фактора были ответственны за это:

- постоянное открытие новых месторождений;
- улучшение технологии добычи;
- замещение ресурсов, как, например, использование пластмасс вместо металла.

При всей ненадежности оценок объема запасов и индексов их истощения, открытие новых месторождений и новые технологии не могут бесконечно удлин timer продолжительность жизни невозобновляемых ресурсов. Кроме того, экономические стимулы для истощения, в первую очередь запасов высокосортных ресурсов, приведут к тому, что остающиеся запасы будут более низкого качества, добывать которые будет все труднее и дороже. Поэтому можно ожидать, что долгосрочный график использования ресурсов будет аналогичен приведенному на рис. 10.4.

На ранних стадиях эксплуатации ресурсов цены падают в связи с открытием новых месторождений и улучшением технологий добычи. На стадии II цены стабильны, когда рост потребления (тянущий цены вверх) уравнивается открытием новых месторождений и новыми технологиями (тянущие цены вниз). На стадии III удовлетворение спроса начинает затрудняться из-за ограниченности ресурсов, и цены начинают расти. Наконец, рост цен ограничивает потребление, которое, в конце концов, падает до нуля, когда цены становятся удушающими.



- I: Падение цен, экспоненциальный рост потребления ресурса
- II: Стабильные цены, плавно возрастающее потребление
- III: Рост цен, замедление темпов роста потребления
- IV: Рост цен до верхней границы, потребление падает до нуля

Рис. 10.4 Гипотетический профиль использования невозобновляемых ресурсов

График подобного типа применим к запасам ископаемого топлива в некоторых регионах, и описывает глобальное использование ископаемого топлива. Для минеральных ресурсов в целом картина более сложная. Есть определенная неясность, применим ли график подобный 10.4 к большинству типов минерального сырья. Там где он применим, возникает вопрос, на какой стадии мы находимся сейчас и, соответственно, ожидать ли нам снижения, повышения или стабильных цен. Мы обсудим этот вопрос ниже.

Глобальная нехватка или возрастающее изобилие?

Как было отмечено, прогнозы истощения невозобновляемых ресурсов оказываются ненадежными. На самом деле, несмотря на рост потребления, открытие новых месторождений и улучшение технологий добычи привели к росту запасов большинства видов минерального сырья. На рис. 10.5 показан временной тренд для меди, свинца и цинка.

В таблице 10.1 приведены текущие оценки запасов и статических индексов запасов для основных минеральных ресурсов. В целом статический индекс запасов показывает ожидаемую продолжительность жизни ресурса в диапазоне от нескольких десятилетий до нескольких столетий. Прогностическая мощность статического индекса запасов невелика, поскольку в нем не принимается во внимание открытие новых месторождений или совершенствование технологий добычи.

Базовый индекс запасов дает более широкую оценку потенциальных запасов и поэтому предсказывает большую продолжительность жизни ресурса. Тем не менее, даже используя более общий индекс, мы можем отметить, что некоторые важные минеральные ресурсы, как, например, олово, цинк, медь, свинец и ртуть имеют относительно короткую ожидаемую продолжительность жизни. Стоит ли ожидать рост цен на эти минеральные ресурсы?

Некоторые исследования указывают, что возможен сдвиг в общем характере ценовых тенденций для истощающихся минеральных ресурсов. Исследование никеля и других минеральных ресурсов, проведенное Маргарет Слэйд, показали возможную тенденцию роста цен, начиная с 80-х годов прошлого столетия. Это может отражать начальное влияние ограниченности запасов ресурсов и истощение запасов руд высоких сортов. Однако, остается неясным, сохранится ли эта тенденция в будущем. Некоторые важные минеральные ресурсы начали падать в цене, начиная с 80-х годов

прошлого столетия, и будущие перспективы остаются неопределенными.

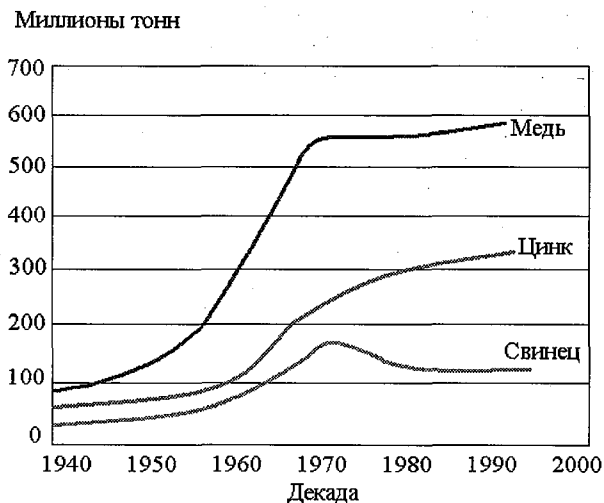


Рис. 10.5 Изменения мировой резервной базы для отдельных минеральных ресурсов

Таблица 10.1 Оценки запасов отдельных минералов

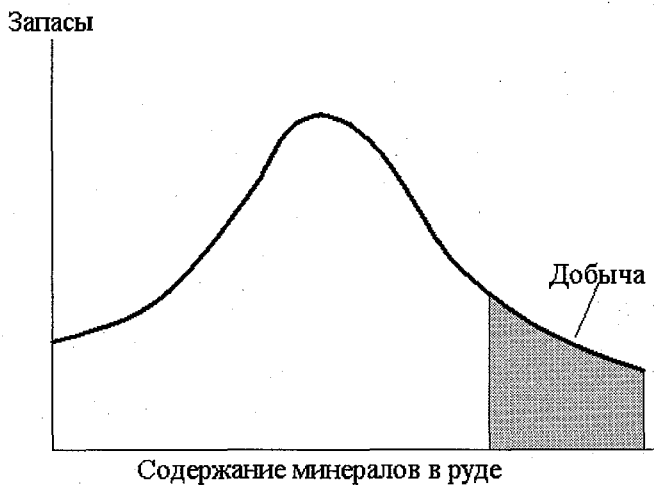
Минерал	Годовое потребление (тыс.тонн)	Суммарные запасы (тыс.тонн)	Резервная база (тыс.тонн)	Индекс запасов (годы)	Индекс резервной базы (годы)
Алюминий	103,625	23,000,000	28,000,000	222	270
Кадмий	20	600	1,200	30	60
Медь	10,714	340,000	650,000	32	61
Железная руда	959,609	71,000,000	160,000,000	74	167
Свинец	5,342	64,000	130,000	12	24
Ртуть	6,6	120	240	18	36
Никель	882	49,000	150,000	56	170
Олово	218	9,600	12,000	44	55
Цинк	6,993	190,000	430,000	27	62

Важной физической характеристикой, редко отражаемой в экономических моделях, является распределение различных свойств минеральных руд в земной коре. Большая часть имеющихся в настоящее время запасов характеризуется относительно низким содержанием минералов по сравнению с уже коммерчески

разработанными месторождениями. В исследованиях запасов полезных ископаемых часто предполагается относительно гладкий характер распределения, подобно показанному на рис. 10.6а. Если это верно, рынок должен реагировать на истощение запасов ресурса плавным повышением цен из-за увеличивающихся затрат на добычу.

Однако, в действительности запасы руд с высоким и низким содержанием минерала могут быть неравными, и иметь распределение показанное на рис. 10.6б, со значительным разрывом в качестве ныне разрабатываемых руд и низкосортных резервов. Если это так, то после истощения высокосортных запасов добыча низкосортных руд будет существенно более сложной, дорогой и наносящей больший ущерб окружающей среде. Чем ниже содержание минерала в руде, тем больший объем отходов производится в ходе производства минерала рыночного качества.

(а) Гладкое распределение



(б) Неравномерное распределение

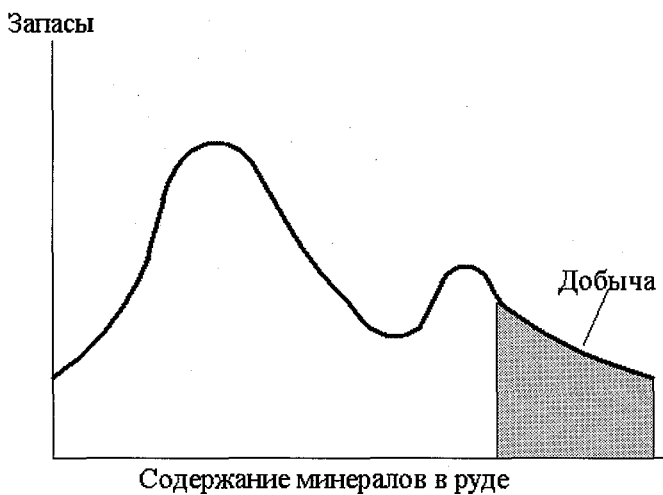
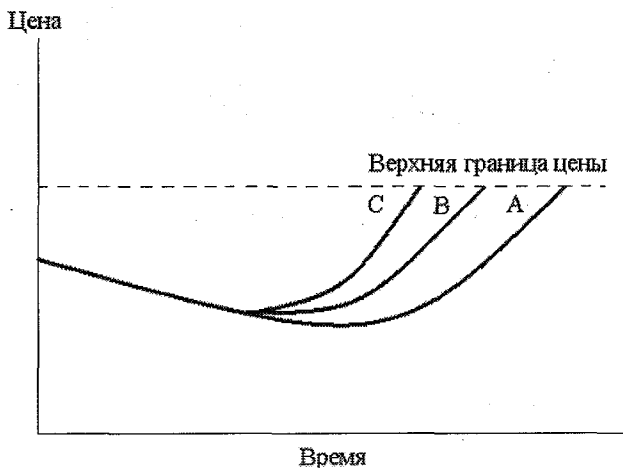


Рис. 10.6 Распределение минеральных руд в земной коре

Интернализация издержек окружающей среды при добыче полезных ископаемых

Хотя очень маловероятно, что мы когда-либо полностью истощим запасы полезных ископаемых, высокосортные руды могут истощиться достаточно быстро, что приведет к повышению издержек, как частных лиц, так и окружающей среды при их добыче. На рис.10.7 показаны последствия для профилей цен на ресурс. Если издержки окружающей среды интернализированы, график цен, отражающий полные общественные издержки на добычу ресурса, покажет более раннюю поворотную точку по сравнению с графиком чистых затрат на добычу.



А: Базовая траектория цен

В: Траектория цен с учетом прямых издержек окружающей среды

С: Траектория цен с учетом прямых и косвенных издержек окружающей среды

Рис. 10.7 Цены на ресурсы с учетом издержек окружающей среды

Следует рассматривать как прямые, так и косвенные издержки окружающей среды, связанные с добычей полезных ископаемых. Обычно, разработка полезных ископаемых приводит к огромному количеству отходов, некоторые из которых очень токсичны, а также наносится ущерб земле- и водопользованию (см. таблицы 10.2, 10.3).

По мере того, как руда обедняется, объем отходов на тонну продукта возрастает.

Кроме того, обедненная руда обычно требует для добычи единицы продукции большего количества электроэнергии. Хотя основной график цен будет отражать большие затраты на энергию, дополнительное производство электроэнергии также создаст существенные экстерналиальные издержки окружающей среды. Они могут быть интернализированы в цену электроэнергии, но обычно этого не происходит.

Если мы учтем этот косвенный ущерб окружающей среде, график цены ресурса поднимется вверх более резко, достигая предельной удушающей цены значительно раньше. На рис. 10.8 показаны вероятные последствия интернализации издержек окружающей среды для профиля потребления ресурса.

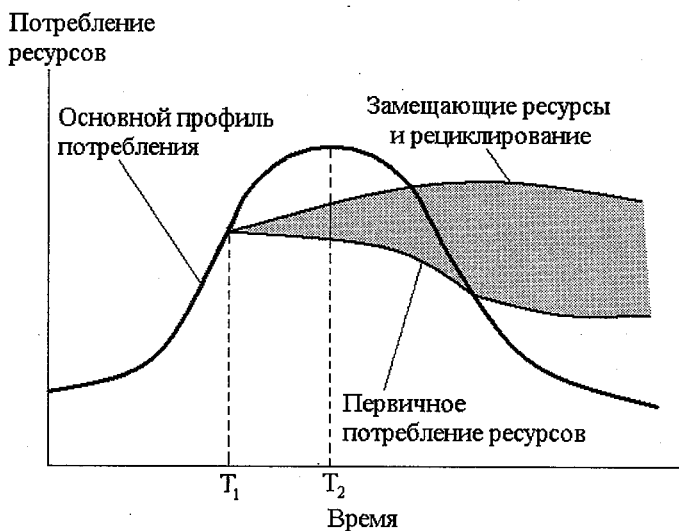


Рис. 10.8 Профиль потребления ресурса с замещающими ресурсами или рециклированием. Интернализация издержек окружающей среды приводит потребление первичных ресурсов к пику в точке T_1 вместо точки T_2 .

В то время как основной профиль потребления растет до тех пор, пока высокие цены не начинают сдерживать спрос, а затем довольно быстро падает, включение издержек окружающей среды в цену ресурса приводит к более раннему сглаживанию потребления используемых первый раз (первичных) ресурсов. У потребителей появляется стимул переходить на ресурсы-заменители или осуществлять рециклирование, там, где это возможно. Заменитель ресурса может быть использован вместо основного, но по более высокой цене: он поступает на рынок, только когда цена достигает определенного уровня. Рециклирование возможно для многих невозобновляемых ресурсов, особенно металлов и становится все более рентабельным по мере роста цен на первичные ресурсы.

Отметим, что при таком измененном профиле потребления, запасов первичных ресурсов хватает на более длительное время. Потребление меняется не так быстро, и технологическая инфраструктура успевает адаптироваться к использованию замещающих и рециклированных ресурсов. Как вследствие этого, так и в результате того, что интернализация экстерналий издержек в целом является правильной политикой, наиболее целесообразной могла бы быть ценовая стратегия, поощряющая ранний уход от зависимости от первичных ресурсов.

Таблица 10.2 Издержки окружающей среды при разработке полезных ископаемых

<i>Деятельность</i>	<i>Потенциальное воздействие</i>
Выемка грунта и извлечение руды	Разрушение растительных и животных ареалов, поселений и других особенностей земной поверхности (открытая разработка). Оседание почвы (шахтная разработка) Эрозия почвы, заиливание озер и рек Кислотные стоки и загрязнение озер, рек и грунтовых вод металлами.
Обогащение руды	Производство отходов (шлак) Загрязнение органическими химическими веществами Кислотные стоки и загрязнение металлами
Плавка и очистка	Загрязнение воздуха (диоксид серы, мышьяк, свинец, кадмий и другие токсичные вещества) Производство отходов (шлак) Воздействие от производства электроэнергии (большая часть энергии при добыче полезных ископаемых приходится на плавку и очистку)

Таблица 10.3 *Воздействие на окружающую среду от отдельных проектов по добыче полезных ископаемых*

<i>Минерал/Местоположение</i>	<i>Воздействие на окружающую среду</i>
Добыча и выплавка меди, область Ило-Локомбо, Перу	Ежегодный выброс 600000 тон соединений серы, около 40 миллионов кубометров шлама, содержащего медь, цинк, свинец, алюминий, следы цианидов, сбрасываемых в море, 800000 тон шлака ежегодно
Добыча фосфатов, Науру, Южная часть Тихого океана	Когда добыча будет закончена через 5-15 лет, четыре пятых острова площадью в 2100 гектаров будет непригодной для жизни.
Добыча железной руды, Штат Пара, Бразилия	Потребности в древесине для плавки железа приводят к обезлесению 50000 гектаров тропических лесов каждый год
Плавка никеля, Российская Федерация	Две плавильные печи, находящиеся недалеко от границ Финляндии и Норвегии выбрасывают в атмосферу 300000 тонн двуокиси серы и меньшее количество тяжелых металлов. В результате гибнет более 200000 гектаров леса, оказывается негативное воздействие на здоровье местных жителей.
Добыча меди, Мамут, провинция Саба, Малайзия	Реки загрязнены высокими концентрациями хрома, меди, железа, свинца, магния и никеля.
Добыча золота, бассейн Амазонки, Бразилия	Реки засорены осадочными породами, ежегодно в экосистему сбрасывается 100 тонн ртути

Некоторые оценки глобальных запасов ресурсов являются довольно оптимистичными, основываясь на предположительно большом жизненном цикле некоторых ресурсов и возможности замещения тех ресурсов, запасы которых уже истощены. Однако, такие оценки не учитывают нарастающих проблем окружающей среды, возникающих в результате добычи обедненных полезных ископаемых. Вдобавок к сегодняшним издержкам окружающей среды, истощение ресурсов с высоким содержанием минералов создают издержки потребителя (обсуждаемые в главе 4) для будущих поколений. Будущие потребители ресурсов будут платить более высокую цену, и страдать от большей нагрузки на окружающую среду, будучи вынужденными, добывать обедненные полезные ископаемые.

Сегодняшнее рециклирование ресурсов снижает как нынешние, так и будущие издержки потребления первичных ресурсов. Процесс

рециклирования имеет и свои издержки, возникающие от капитальных вложений в здания и оборудование для рециклирования, расходов на рабочую силу, транспорт и электроэнергию. Поэтому имеет смысл проанализировать экономику рециклирования и оценить ее влияние на потребление ресурсов.

Экономика рециклирования

В теории, эффективное рециклирование может существенно продлить жизненный цикл многих невозобновляемых ресурсов. Однако, рециклирование имеет как экономические, так и физические пределы.

Следствием второго закона термодинамики (или принципа возрастания энтропии) является то, что идеальное рециклирование невозможно. Всегда будет иметь место некоторые потери или деградация материала в процессе производства, использования и рециклирования. Кроме того, рециклирование требует затрат энергии. В экономических терминах, мы должны сравнить затраты на рециклирование с затратами на использование первичных материалов, чтобы определить когда рециклирование будет как физически возможно, так и экономически целесообразно.

На рис. 10.9 показана экономика рециклирования с точки зрения производителя. Очевидное преимущество для производителя состоит в том, что рециклированные материалы сокращают затраты на приобретение сырья. Рассматривая рис.10.9 слева направо, мы видим, что суммарные затраты на сырье снижаются по мере роста доли использования рециклированных материалов. С другой стороны, затраты на рециклированные материалы растут нелинейно, указывая на то, что если мы приближаемся к теоретическому порогу 100-процентного рециклирования, увеличение доли рециклированных материалов становится сложным и дорогостоящим делом.

В этом гипотетическом примере, оптимальная смесь первичных и рециклированных материалов, показанная как точка минимума на кривой суммарных затрат производителя соответствует 40-процентной доле рециклированных материалов. При этом мы пренебрегаем издержками окружающей среды и затратами на вывоз отходов. Эти издержки обычно экстерналинные, их не несет производитель. Издержки окружающей среды включают загрязнение воздуха и вод от разработки и добычи первичных материалов. Затраты на вывоз отходов обычно покрываются потребителями или

городскими хозяйствами, которые не могут прямо влиять на долю первичных материалов, используемую производителем.

Суммарные затраты

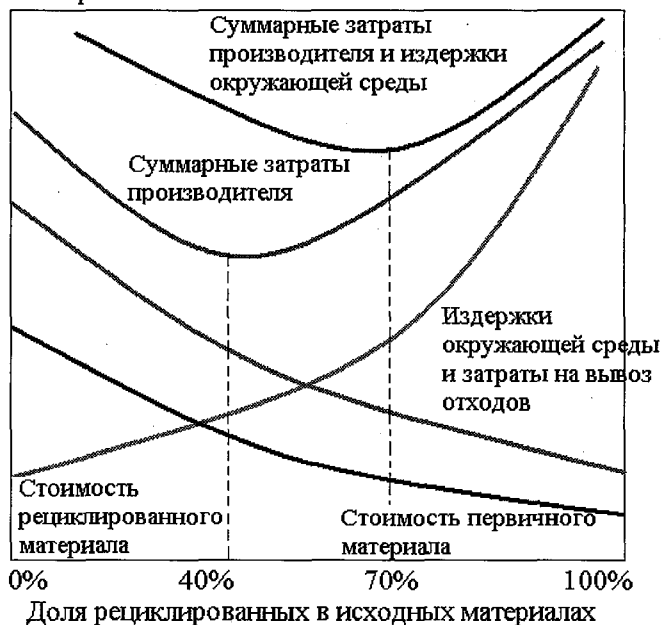


Рис. 10.9 Суммарные затраты на рециклирование

Если мы учтем издержки окружающей среды и затраты на удаление отходов, связанные с использованием первичных материалов, оптимальная пропорция использования рециклированных материалов вырастет до 70 процентов в нашем примере (точка минимума на кривой суммарных издержек производителя и окружающей среды). Если введен налог на использование первичных ресурсов для интернализации воздействия на окружающую среду и расходов на вывоз отходов, производители обнаружат, что они могут минимизировать суммарные издержки, включая налоговые платежи, путем доведения доли рециклированных материалов до 70 процентов.

Мы также можем проанализировать уровни равновесия рециклирования для производителя и общества в терминах предельных затрат, как показано на рис. 10.10. Производители, пытающиеся максимизировать прибыль, будут сопоставлять предельные издержки рециклирования с предельными издержками на

первичные материалы. Если мы интернализируем экстерналии путем введения налога, правильно отражающего общественные затраты, их решение будет смещаться в пользу использования большего количества рециклированных материалов.

Предельные затраты

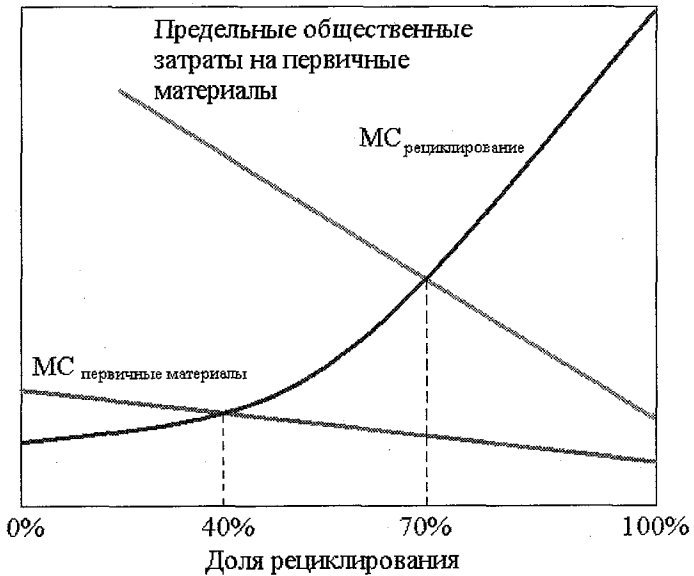


Рис. 10.10 Предельные затраты на рециклирование

Стратегии продвижения рециклирования

Даже без каких-то значительных усилий по интернализации издержек окружающей среды рециклирование металлов в целом возрастало. В США, например, более 40 процентов потребляемого металла приходится на рециклированный из металлолома (рис.10.11). Среди наиболее потребляемых металлов, доля рециклированного алюминия составляет 40 процентов, меди – 45%, стали и чугуна – 55%. Рециклирование свинца (на уровне 70%) значительно сокращает высокотоксичные выбросы в окружающую среду (рис.10.12).

Эти доли рециклирования значительны как с точки зрения продления жизненного цикла ресурсов, так и с точки зрения сокращения экономических затрат и издержек окружающей среды. Если глобальная доля рециклированного металла достигнет 50%, цикл жизни соответствующих ресурсов удвоится. Кроме того, значительно снизятся проблемы, связанные с загрязнением от разработки месторождений и производства металлов, а также удалением отходов.

Процент по весу



Рис. 10.11 Потребление металлов в США из первичных и рециклированных источников

Металлолом (в процентах)

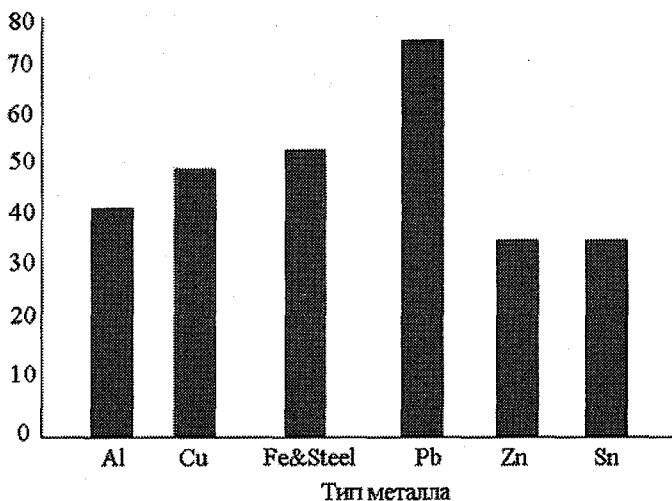


Рис. 10.12 *Металлолом в процентах к общему потреблению в США*

Какие стратегии могли бы способствовать продвижению идеи рециклирования невозобновляемых ресурсов? Имеются следующие возможности:

- *Изменение политики, поощряющей быструю добычу ресурса.* Довольно часто государство устанавливает очень низкую цену за эксплуатацию имеющихся минеральных ресурсов. Кроме утраченной выручки, низкие цены на ценные ресурсы способствуют их чрезмерному использованию и обширным экстермальным издержкам и затратам потребителя.
- *Введение налогов на использование первичных ресурсов.* Как показано на рис.10.10, интернализация экстеральных издержек путем введения налога способствует росту использования рециклированных материалов. Однако, поскольку стоимость первичных материалов представляет обычно лишь малую долю окончательной стоимости продукта, сам по себе налог может оказывать незначительное влияние на характер потребления.
- *Комбинирование рыночных стимулов к рециклированию с мерами по продвижению технологий и инфраструктуры,*

необходимых для систем рециклирования. Явление, известное под названием технологическая инерция, ведет к тому, что промышленность, которая оснастилась определенным типом машин и оборудования, рассчитанных на использование первичных ресурсов, продолжает инвестировать в тот же самый тип оборудования. Переход от одной производственной системы к другой в рамках целой промышленности требует больших затрат и большого начального капитала. Налоговые стимулы, поддержка научных исследований и разработки технологий рециклирования, госзаказ в виде программ, гарантирующих определенный государственный спрос на рециклированные материалы, все это может столкнуть процесс с мертвой точки.

- *Муниципальные программы и организации, содействующие рециклированию.* Сбор отсортированных бытовых отходов делает рециклирование отходов намного проще. Населенные пункты могут компенсировать такие затраты на сбор отходов путем дальнейшей продажи пригодных для рециклирования материалов или снижения затрат на вывоз мусора. Даже если такие программы требуют субсидирования, они могут быть оправданы с точки зрения охраны окружающей среды. Муниципальные организации по рециклированию могут создать основу для получения металлов и других материалов из отходов, а не первичных месторождений ресурсов. Рост запасов рециклированных материалов будет понижать их цену, делая их более привлекательными для производителя в качестве сырья.
- *Стимулы для потребителей, такие, как система залогов/возвратов или правило оплаты за каждую единицу вывезенного нерециклируемого мусора.* Это дает потребителям финансовый стимул к рециклированию и налагает плату за то, что не подлежит рециклированию. В целом, эти стимулы для потребителей оказываются значительно более эффективными, если они комбинируются с другими организационными механизмами для рециклирования, в том числе, упомянутыми выше.

Содействие рециклированию может приносить пользу окружающей среде как для невозобновляемых, так и для возобновляемых ресурсов. Рециклирование металлов сокращает потребность в разработке полезных ископаемых, рециклирование пластика сокращает спрос на первичные нефтяные продукты,

рециклирование бумаги сокращает спрос на древесину и снижает нагрузку на леса.

Энергетические ресурсы, однако, не могут быть рециклированы, а энергия необходима как для добычи первичного ресурса, так и для рециклирования. В соответствии со вторым законом термодинамики, пригодная к использованию энергия неизбежно превратится в тепловые потери после своего использования.

По этой причине энергия заслуживает специального анализа в рассмотрении использования ресурсов. В следующих главах мы рассмотрим полный цикл использования ресурса, включая производство отходов и загрязнение от потребления ресурса.

Заключение

Запасы невозобновляемых ресурсов ограничены, однако их количество может быть расширено или путем открытия новых месторождений, или путем добычи обедненных запасов. Опасения по поводу истощения запасов основных природных ресурсов пока не подтвердились. Несмотря на растущий спрос, открытие новых месторождений и технический прогресс расширили доступные запасы ключевых полезных ископаемых.

Экономическая теория использования невозобновляемых ресурсов предполагает, что чистая цена (цена минус затраты на добычу) ресурса заданного качества будет расти со временем. Компании, стремящиеся максимизировать свои доходы, в первую очередь будут разрабатывать месторождения с богатой рудой. Когда на рынке появятся обедненные ресурсы, энергозатраты и издержки окружающей среды начнут возрастать. Поскольку технический прогресс и расширяющиеся запасы ресурсов могут компенсировать эти ценовые эффекты, ценовые тенденции в будущем остаются неопределенными.

Глобальные запасы полезных ископаемых колеблются от избытка до относительного дефицита. Более широкая мера резервной базы показывает ожидаемую продолжительность жизненного цикла от нескольких сотен лет для некоторых минералов до нескольких десятков для других.

Процесс разработки полезных ископаемых генерирует множество токсичных отходов и оказывает обширное негативное влияние на окружающую среду. Интернализация полных издержек окружающей среды добычи полезных ископаемых будет

способствовать переходу к большему использованию возобновляемых ресурсов или рециклированию.

В развитых странах до 50 процентов металлов производится из металлолома. Хотя полное рециклирование невозможно, доля большинства рециклированных металлов может быть существенно расширена. Кроме существенного удлинения жизненного цикла невозобновляемых ресурсов, рециклирование значительно сокращает ущерб, наносимый окружающей среде при разработке и добыче первичных полезных ископаемых.

Меры по продвижению рециклирования включают: повышение платы за доступ к полезным ископаемым на общественных землях, интернализацию издержек окружающей среды путем введения налогов на использование первичных ресурсов, развитие технологий и инфраструктуры, а также госзаказы на рециклированную продукцию.

Металлы, пластики и бумага поддаются рециклированию, энергетические ресурсы же не могут быть рециклированы. Энергия необходима как для добычи первичных ресурсов, так и для рециклирования, что дает энергоресурсам особую важность в анализе использования невозобновляемых ресурсов.

Вопросы для обсуждения

1. Является ли нехватка невозобновляемых ресурсов острой проблемой? Какие физические и экономические показатели способствуют пониманию этого вопроса и как некоторые из них могут вводить в заблуждение? Как вы думаете, какой будет основная проблема потребления невозобновляемых ресурсов в ближайшем будущем?
2. В чем особенность характера распределения залежей полезных ископаемых в земной коре (рис. 10.6)? Какое влияние на экономику добывающей отрасли оказало бы неравномерное распределение полезных ископаемых (рис. 10.6b) вместо равномерного распределения (рис. 10.6a)? Какое отражение это должно найти в государственной политике?
3. Некоторые критики программ рециклирования утверждают, что они неэкономичны, поскольку они более дорогостоящие, чем простое захоронение отходов. Какие экономические факторы использовали бы вы, чтобы оценить правомерность такого утверждения? Какая связь между стимулами для рециклирования у конечных потребителей и стимулами в использовании рециклированных материалов для

производителей? Как издержки окружающей среды могут быть интернализированы на разных этапах цикла производства?

Список литературы

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М., 1997.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономические методы управления природопользованием. – М, 1993.
3. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. – М., 1995.
4. Лемешев М.Я. Экономика природопользования. – М., 1992.
5. Пахомова н.в. Экономика природопользования. – спб., 1994.
6. Реймерс Н.Ф. Окружающая среда \ Словарь-справочник \. – М., 1990.
7. Реймерс Н.Ф. Надежда на выживание человечества. Концептуальная экология. – М., 1992.
8. Kerman, Frank. Why Do We Recycle? Markets, Values, and Public Policy. Washington, D.C.: Island Press, 1996.
9. Barnett, Harold J., and Chandler Morse. Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1963.
10. Cleveland, Cutler J. "Natural Resource Scarcity and Economic Growth Revisited: Economic and Biophysical Perspectives," Chapter 19 in Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability, edited by Robert Costanza. New York: Columbia University Press, 1991.
11. Hartwick, John M., and Nancy D. Olewiler. The Economics of Natural Resource Use, 2nd ed. Reading, Mass.: Addison Wesley Longman, 1998.
12. Meadows, Donnella, et al. The Limits to Growth. New York: Universe Books, 1972.
13. Meadows, Donnella, et al. Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future. Post Mills, Vt.: Chelsea Green, 1992.

Глава 11 Энергия: большие перемены

Центральные вопросы главы:

- *В чем состоит особая роль энергии в экономических системах?*
- *Каково нынешнее энергопотребление и каковы потребности в будущем?*
 - *Есть ли опасность нехватки энергии?*
- *Можно ли перейти от энергии сжигаемого топлива к альтернативным источникам?*

Энергия и экономические системы

Энергия является основой всех экономических систем и, безусловно, жизни в целом. Даже в глубине, на самом дне океана, куда не доходит луч света, гигантские черви и другие странные формы жизни собираются вокруг струй теплой воды, исходящих из отверстий в донной поверхности. Подземная энергия движет их процессами метаболизма. На земной поверхности и в менее глубоководных частях мирового океана, жизнь всех растений зависит от солнца, а вся жизнь животных прямо или косвенно зависит от растений. Некоторые растения, которые могут жить без солнечного света, используют питательные вещества из почвы, отложенные в ходе распада других растений. Наша собственная, столь же критичная, потребность в энергии до некоторой степени закамуфлирована современной экономикой. Измеряемые в терминах валового национального продукта, энергетические ресурсы составляют всего лишь 5 процентов экономической продукции. Однако, остальные 95 процентов абсолютно зависят от потребления энергии.

В менее развитых сельскохозяйственных странах эта зависимость является еще более очевидной. Базовые потребности людей в пищевых калориях являются потребностью в энергии. Традиционное сельское хозяйство является, по сути, методом добычи солнечной энергии для потребления человеком. Солнечная энергия, «спрятанная» в дровах, удовлетворяет другие базовые потребности по обогреву жилища и приготовлению пищи.

По мере развития и усложнения экономики в огромной степени возрастает потребность в энергии. Исторически, по мере того, как запасы дров и другой биомассы оказались недостаточными для поддержания растущей экономики, люди обращались к энергии воды

(тоже форма запасенной солнечной энергии), затем к углю, затем к нефти и природному газу в качестве основных источников энергии. В последние пятьдесят лет стала использоваться атомная энергия.

Каждый этап экономического развития сопровождался характерным переходом от одного источника энергии к другому. Сегодня сжигаемое топливо, - уголь, нефть, природный газ, являются доминирующим источником энергии в развитых странах. В наступившем двадцать первом веке произойдут дальнейшие великие перемены в источниках энергии. Природа и скорость этих перемен являются фундаментальной проблемой во взаимоотношении экономики и окружающей среды.

С точки зрения экономического анализа, наиболее важным фактором, влияющим на потребление энергии, является ее рыночная цена. Искажение этой цены, например, за счет правительственных субсидий, приводит к неэффективному потреблению энергии. Главной целью энергетической политики с этой точки зрения, является избегание или исправление подобных искажений. Мы также должны учитывать необходимость интернализации экстерналийных издержек, таких, как воздействие загрязняющих веществ и затраты потребителя при истощении ресурса, а также пользу для окружающей среды, приносимую ее сохранением и использованием возобновляемыми источниками энергии.

Можно взглянуть на энергию более широко, с учетом экологических факторов. С точки зрения экоэкономики, энергия является фундаментом экономического развития. Существенным является принципиальное различие между запасами невозобновляемых ресурсов ископаемого топлива и возобновляемого потока солнечной энергии. С этой точки зрения, период интенсивного использования ископаемого топлива, который начался в девятнадцатом веке, является одноразовым и неповторимым доходным предприятием - быстрая эксплуатация ограниченных запасов высококачественных ресурсов.

Поскольку значительная часть основного капитала и энергетической инфраструктуры современных экономических систем опирается на использование ископаемого топлива, любой уход от него потребует значительной реструктуризации и новых инвестиций. Значительные экономические последствия обращают особое внимание на потребление энергии как центральный вопрос экономики и окружающей среды.

Экономический и экологический анализ энергии

Что делает энергию столь важной? Обратимся к физике, к законам термодинамики. Первое начало термодинамики утверждает, что энергия и материя не могут быть созданы или уничтожены. Это означает, что все физические процессы, в том числе и жизненные процессы и все экономические системы, лишь передают или превращают энергию или материю в различные формы. Эти процессы также подчиняются второму началу термодинамики.

Второе начало использует понятие энтропии, которая определяется как мера недоступной энергии, т.е. формы энергии, которые не могут совершать работу. Второе начало утверждает, что энтропия возрастает во всех физических процессах. Лучше всего почувствовать важность энтропии на примере.

Рассмотрим процесс сжигания куска угля. Уголь в своем исходном состоянии содержит доступную или свободную энергию. Считается, что в этой форме он имеет низкую энтропию. Когда он сгорел, энергия рассеялась. В соответствии с первым началом, энергия никуда не исчезла, она превратилась в недоступную или связанную форму. Простыми словами, уголь превратился в пепел и использованную теплоту. В этой форме он имеет высокую энтропию и больше не является потенциальным источником энергии.

Все экономические процессы, также как и жизненные процессы, превращают исходные материалы с низкой энтропией в отходы с высокой энтропией в соответствии со вторым началом термодинамики. Таким образом, все экономические процессы ограничены наличием низкоэнтропийных ресурсов. Они бывают двух форм: запасы невозобновляемых земных ресурсов, такие, как ископаемое топливо, и потоки возобновляемой энергии от солнца. Современная экономическая деятельность в значительной степени зависит от использования ограниченных запасов. В конечном счете, мы должны будем адаптировать наши экономические системы к использованию потока солнечной энергии или солнечной радиации.

Возможен и другой взгляд на понятие энтропии. Энтропия может рассматриваться как мера беспорядка в системе. Уголь в предыдущем примере представляет высокоупорядоченную форму вещества и энергии, в то время как пепел и использованная теплота являются более беспорядочной формой. Здесь можно увидеть соответствие между упорядоченностью и доступной энергией. По мере того, как энтропия и беспорядок нарастают в любой среде, эта среда становится менее полезной с точки зрения поддержания жизни. Отходы и загрязняющие вещества представляют высокоэнтропийное

состояние вещества и энергии. В соответствии со вторым началом термодинамики, все жизненные процессы и все экономические системы должны с необходимостью генерировать растущие количества высокоэнтропийных отходов, потребляя низкоэнтропийные ресурсы.

При таком подходе можно видеть два типа проблем, связанных с использованием энергии. Первый состоит в разрушении ограниченных запасов энергоресурсов. Второй - в неизбежном производстве отходов и загрязняющих веществ при потреблении энергии. Вспомним круговую диаграмму потоков из главы 1, которая показывает циклы ресурсов и функций окружающей среды. В то время как труд, капитал, возобновляемые и некоторые рециклируемые ресурсы могут быть регенерированы в расширенном круговом потоке, энергия не может. В этом смысле, производительность энергии, ограниченная как наличием ресурса, так и загрязнением, возникающим при его использовании, представляет собой фундаментальный фактор, определяющий уровень экономической активности.

Экономический взгляд на энергоресурсы

Можно анализировать роль энергоресурсов, используя стандартную экономическую теорию. В главе 10 мы отмечали, что экономические запасы невозобновляемых ресурсов отличаются от их физических запасов. Запасы любого заданного невозобновляемого ресурса фиксированы в физическом смысле, однако, экономически доступная часть этих запасов меняется вместе с изменением цен и технологий.

Энергетические запасы имеют особую важность в этом процессе, поскольку энергия нужна для добычи других ресурсов. Например, если мы полностью используем высокосортную медную руду, добыча меди из руды более низких сортов, как правило, потребует больше энергии на единицу добываемой меди. Вспоминая обсуждение экономики добычи невозобновляемых ресурсов в главе 10, мы можем заключить, что пока предельные затраты на дополнительную энергию не поднимут цены на медь выше того, что может выдержать рынок, медь будет производиться из низкосортных руд.

Цена энергоносителя может быть связана с ценой меди (невозобновляемый ресурс) следующим уравнением:

$$P_E / MP_{EC} = P_C$$

где P_E - цена энергоносителя, P_C - цена меди, MP_{EC} - предельная производительность энергоносителя при добыче меди. Левая часть уравнения представляет стоимость дополнительной энергии, необходимой для производства дополнительной единицы меди.

Это соотношение подразумевает, что больше меди может быть получено из низкосортной руды (низкое значение MP_{EC}) или при падении цен на энергоносители, или при повышении цен на медь. Изобилие дешевой энергии сделает возможным получение практически неограниченных количеств остальных ресурсов (по крайней мере, до тех пор, пока не будут истощены огромные запасы низкосортных руд). Кроме того, если цена на медь будет расти, у производителей появится стимул повышать долю рециклированной меди, что увеличит эффективный жизненный цикл ресурса, и энергия скорее будет использоваться на рециклирование, чем на первичную добычу.

Тем не менее, эта логика не охватывает сами энергоносители. С одной стороны, по своей природе, энергоносители не могут быть рециклированы. Кроме того, MP_{EE} , производительность энергоносителя в добыче энергоносителя, иногда называемая энергетической рентабельностью капиталовложений (ЭРК), имеет неотъемлемую границу сверху. Если мы в предыдущем уравнении заменим производство меди выработкой энергии, то получим:

$$P_E / MP_{EE} = P_E, \text{ или просто } MP_{EE} = 1$$

Это теоретический предел добычи энергоносителей: когда для добычи дополнительного барреля нефти требуется баррель нефти в качестве потребляемой энергии, эффективное производство нефти невозможно ни физически, ни экономически: произведено будет столько же нефти, сколько потреблено. Производство большинства энергоносителей сегодня далеко от этого предела, однако ЭРК, или MP_{EE} близки к единице для некоторых форм энергии.

Изобилие доступной энергии существенно при добыче невозобновляемых ресурсов и для экономического производства в целом. Ограничения запасов других ресурсов может быть преодолено, при условии, что у нас есть достаточно энергии. Производительность сельскохозяйственных и промышленных систем зависит от бесперебойного снабжения высококачественной энергией. Хотя мы можем искать альтернативные источники энергии, мы не можем обойти законы термодинамики, которые утверждают, что

масштаб экономической деятельности ограничен доступными запасами энергии.

Экономическая и термодинамическая эффективность

Взаимоотношения между энергией и экономической активностью могут привести к серьезным трениям между понятиями экономической эффективности (рентабельности) и термодинамической эффективности (к.п.д.). Как мы знаем, экономическая эффективность является главной целью экономической теории и практики. Парадоксально, но рост экономической эффективности может вести к более низкой термодинамической эффективности, т.е. большему потреблению энергии на единицу продукции. Наличие дешевой энергии создает экономические стимулы к использованию методов производства с высоким энергопотреблением. Вместо сохранения энергии, что было бы термодинамически эффективно, низкие цены подстрекают отдельных лиц и компании заменять труд и капитал энергией.

Например, с точки зрения энергозатрат, на небольшие расстояния куда более эффективно пройтись пешком или прокатиться на велосипеде. Но если бензин дешев, многие люди вместо этого поедут на личном или общественном транспорте, сжигая литры бензина для перемещения тонн стали, чтобы сэкономить небольшое количество личного времени. С чисто экономической точки зрения, в этом нет ничего плохого: потребитель принял рациональное решение, заключающееся в том, что он или она предпочитают заплатить небольшие деньги за бензин или билет, чем сделать усилия и идти пешком или крутить педали. Однако, такое решение, умноженное на миллионы людей, может оказать серьезное влияние на потребление энергии в стране.

Такая же логика определяет экономическое поведение в бизнесе. Фирмы не будут нанимать относительно дорогостоящих работников, если их труд может быть заменен более дешевым оборудованием. Со временем многие фирмы перейдут на методы с высоким энергопотреблением, если они окажутся более выгодными. По мере истощения запасов высокосортных руд, добывающая промышленность будет потреблять все больше энергии для сохранения высокой производительности. Некоторые исследования указывают, что рост энергопотребления на единицу продукции является общей тенденцией во многих ресурсоемких отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Зависимость современных экономических систем от дешевых энергоносителей была продемонстрирована в 1970-е годы, когда внезапный рост цен на нефть вызвал экономический кризис, инфляцию и спад во многих странах мира. Рост цен, в том случае, произошел не в результате нехватки природных ресурсов, а в результате успешных действий картеля стран-производителей нефти.

Действуя согласованно по ограничению поставок, странам ОПЕК удалось поднять мировые цены на нефть в четыре раза. В тот момент это привлекло большое внимание к важности энергозапасов, необходимости энергосбережения и перехода к альтернативным источникам энергии. Однако, по мере ослабления влияния стран ОПЕК, мировые цены на нефть снизились, и усилия по продвижению энергосберегающих капиталовложений были ослаблены.

Может ли энергетический кризис 1970-х годов повториться? Низкие цены на нефть и обильные запасы в 1990-е годы содействовали самоуспокоению, однако цены начали расти с 2000 г. и продолжают свой рост по сегодняшний день. Опять же, это происходит не из-за недостатка нефти, а в результате роста потребления и согласованных действий картеля стран-производителей нефти.

Если мы хотим заглянуть далеко вперед, мы должны рассмотреть меняющуюся картину как спроса на энергоносители, так и их предложения. С точки зрения предложения, запасы ископаемого топлива имеют глобальные пределы. С точки зрения спроса, глобальный спрос на энергоносители устойчиво растет. Хотя суммарный спрос в экономически развитых странах достаточно стабилен, почти все развивающиеся страны демонстрируют высокие темпы роста спроса на энергию. Если мы более внимательно взглянем на сегодняшние тенденции и запасы ресурсов, мы сможем оценить последствия глобального энергопотребления для экономики и окружающей среды в будущем.

Тенденции и прогнозы энергопотребления

Глобальное потребление энергии быстро растет (рис. 11.1). Потребление всех видов ископаемого топлива стабильно увеличивалось, особенно потребление нефти. В настоящее время более 80 процентов энергии в мире создается в результате сжигания ископаемого топлива. Если мы рассмотрим только коммерческие источники энергии, то на ископаемые топлива приходится 85 процентов.

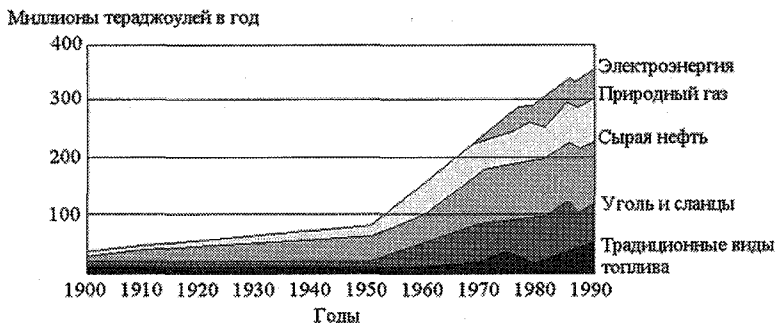


Рис. 11.1 Мировое потребление энергии

Гидроэлектроэнергия и атомная энергия являются основными неископаемыми источниками энергии, используемой в промышленности. Альтернативные источники, такие как ветер, биомасса и солнечная энергия, удовлетворяют в настоящее время малую долю энергетических потребностей в промышленно развитых странах (рис. 11.2). Во многих развивающихся странах в значительной степени источником энергии является биомасса, однако, там быстро растет спрос на промышленную энергию.

Сырая нефть является крупнейшим источником энергии, опережая уголь и природный газ. Гидро- и атомная энергия составляет около 7 процентов каждая, биотопливо (главным образом в развивающихся странах) около 13 процентов. Как показано на рис. 11.2, основными потребителями энергии является транспорт (24 процента), промышленность (38 процентов), жилье и торговля (38 процентов).

Мы можем ожидать, что кривая роста мирового спроса на энергоресурсы сохранит свою крутизну, наблюдаемую с 1950-х годов по настоящее время. Мировое энергопотребление в 2000 г. в два раза превысило уровень 1970 г. и, по прогнозам Всемирного банка, еще одно удвоение мирового энергопотребления можно ожидать в 2030 г, причем почти весь прирост придется на развивающиеся страны. Это все равно составит в развивающихся странах только одну треть душевого потребления энергии, наблюдающегося сегодня в развитых странах (рис. 11.3).

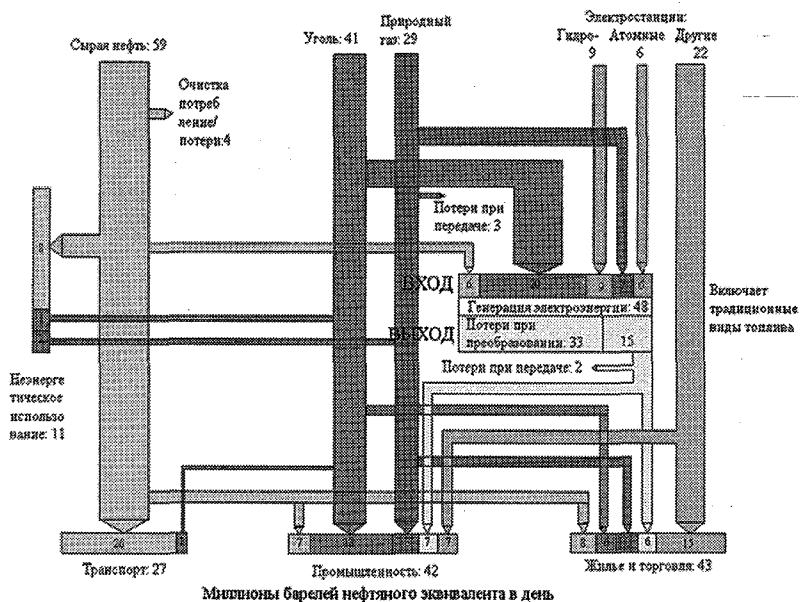


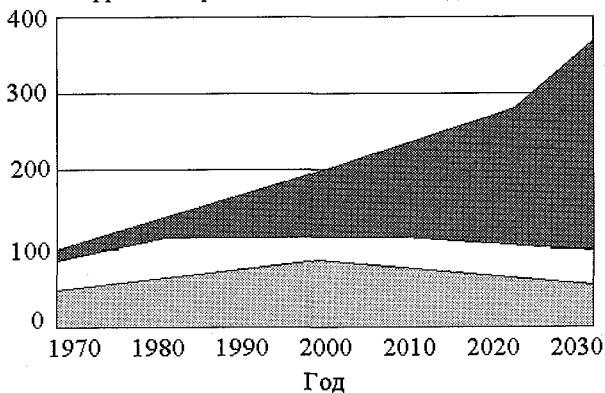
Рис. 11.2 Мировые потоки энергии

Что же будет удовлетворять столь значительное увеличение мирового спроса на энергию? Стандартные прогнозы рассматривают в этом качестве ископаемое топливо. Прогнозы энергопотребления на 2050 г. при сценарии «значительного роста», выполненные Всемирным энергетическим советом и Международным институтом анализа прикладных систем, показывают огромный рост использования ископаемого топлива и атомной энергии (см. рис. 11.4а).

Это технически возможно, исходя из имеющихся запасов ископаемого топлива. Всемирный институт ресурсов оценил, что по состоянию на 1990 г. оставалось доказанных запасов нефти примерно на 40 лет, запасов газа примерно на 50 лет, и запасов угля примерно на 200 лет. Является ли такое энергетическое будущее экономически возможным или желательным с точки зрения окружающей среды? Альтернативный прогноз, предполагающий консервацию и более широкое использование возобновляемых ресурсов, показывает

(а) Суммарное потребление

Миллионы баррелей нефтяного эквивалента в день



(б) Потребление на душу населения

Баррели нефтяного эквивалента в год

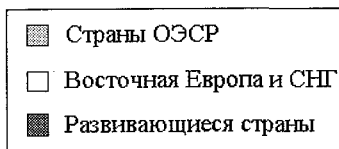
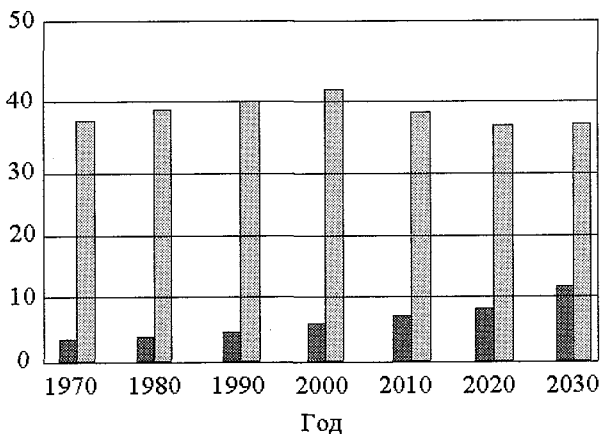
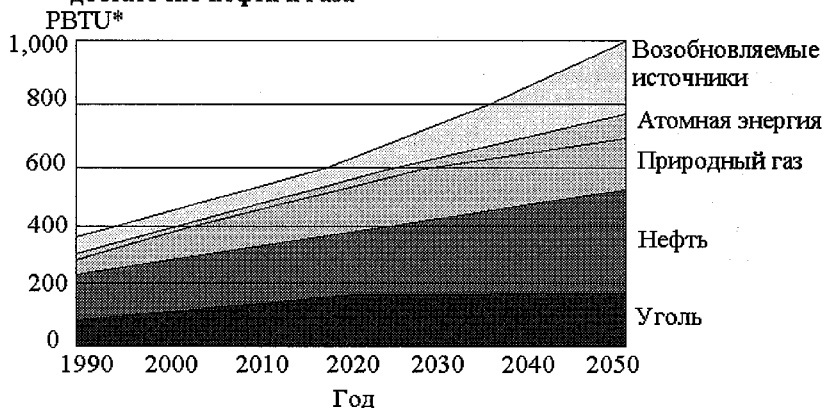
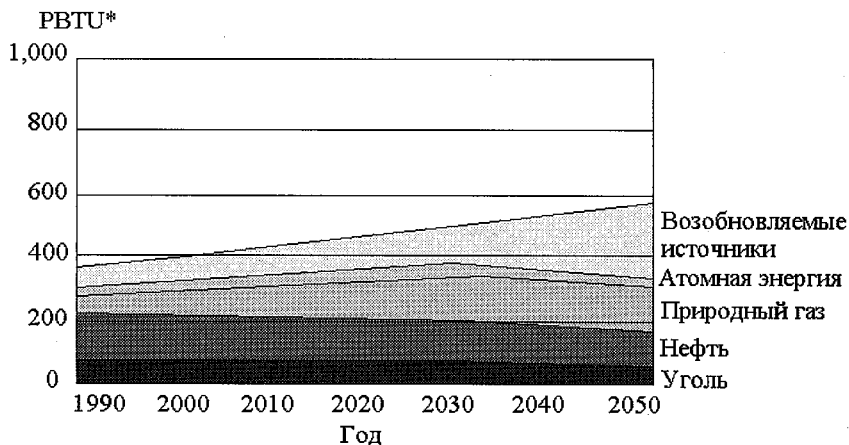


Рис.11.3 Потребление энергии в прошлом и будущем, 1970-2030

(а) Мировое суммарное потребление первичной энергии-сценарий значительного роста; достаточно нефти и газа



(б) Мировое суммарное потребление первичной энергии-учет экологических факторов; новые возобновляемые источники с постепенным прекращением работы атомных станций



* PBТУ -квадриллион Британских тепловых единиц

Рис. 11.4 Прогноз мирового потребления энергии до 2050 г.

небольшое увеличение или сохранение на прежнем уровне потребления ископаемого топлива к 2050 г. (рис. 11.4b). Центральной проблемой является будущее добычи нефти, поскольку нефть сейчас является доминирующим ископаемым топливом.

Модели энергопотребления

В соответствии с теорией, выдвинутой геологом-разведчиком нефти М.Хаббертом в 1956 г., типичная модель потребления энергоресурса во времени напоминает колоколообразную функцию. На раннем периоде эксплуатации ресурса цены падают, открываются новые месторождения, и растет добыча, потребление растет экспоненциально. В конце концов, ограниченность запасов ресурсов и растущая цена добычи вызывает поворот, и потребление начинает падать.

Как показано на рис. 11.5, кривая Хабберта хорошо описывает производство нефти в США. Если производство будет продолжать следовать кривой Хабберта, запасы будут существенно истощены к 2040 г.

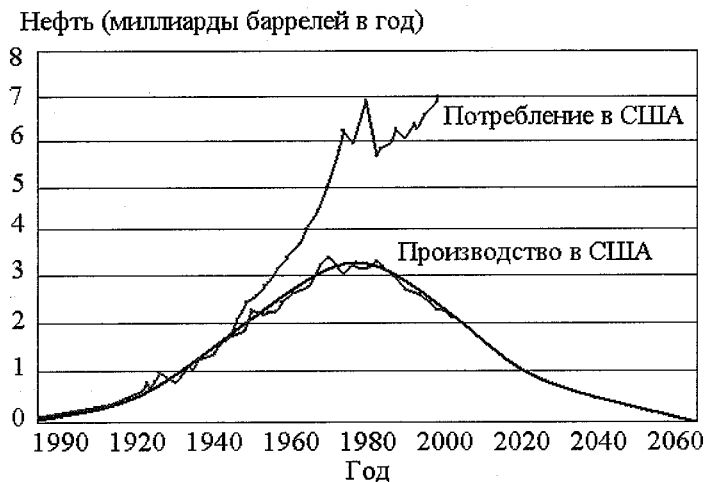


Рис.11.5 Кривая Хабберта и фактическое производство нефти в США

Картина мирового производства нефти несколько иная. До 1980 года мировое производство нефти следовало устойчивому росту в соответствии с левой ветвью кривой Хабберта (рис. 11.6). После резкого роста цен в 1970-е годы глобальное производство и потребление стабилизировалось примерно на 20 лет. В соответствии с оригинальной моделью Хабберта, мировое производство нефти должно было достичь максимума в 2000 г., однако это замедление в потреблении расширило жизненный цикл мировых запасов нефти.

Мировые запасы угля велики и при нынешних темпах потребления их хватит, по крайней мере, на 200 лет. Поэтому ограниченность запасов не является проблемой для потребления угля. Намного важнее последствия широкого использования угля для окружающей среды. Добыча угля, особенно методом открытых разработок, часто наносит существенный ущерб окружающей среде, а сжигание угля является основным вкладчиком как в региональные проблемы кислотных дождей и смога, так и в глобальное накопление углекислого газа.



Рис. 11.6 Кривая Хабберта для мирового производства нефти

Будущее мирового производства нефти

Поскольку в настоящее время нефть обеспечивает примерно 40 процентов глобальных потребностей в промышленной энергии (рис.11.2), спрос на нефть и предложение нефти представляют решающий элемент будущей картины энергопотребления. Последние данные возобновляют беспокойство о пределах запасов нефти. Международное энергетическое агентство предсказывает возобновление следования кривой Хабберта при росте спроса на нефть. Если такой рост спроса будет иметь место, кривая производства достигнет своего пика, при котором ограничения запасов начнут постепенно снижать потребление всего лишь через несколько десятков лет. На рис. 11.7 показано семейство кривых доступных глобальных запасов нефти, которые достигают максимума между 2007 и 2020 гг.

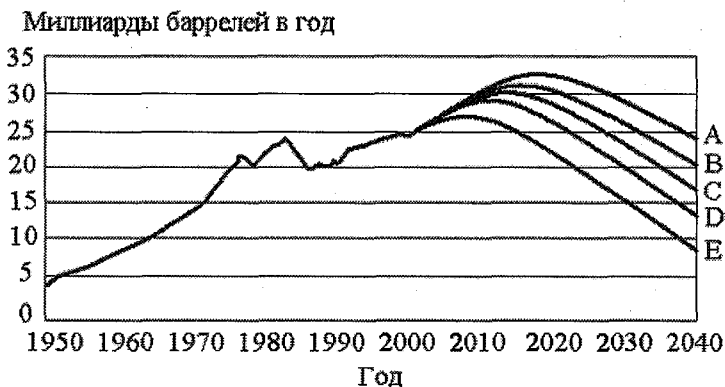
Некоторые геологи утверждают, что в отличие от энергетического кризиса 1970-х, следующий кризис не будет таким кратковременным. Анализ данных по открытию новых месторождений и добыче нефти в мире показывает, что через несколько десятилетий запасы нефти не смогут удовлетворить растущий спрос и пик мировой добычи может наступить в 2010 г.

Что будет означать пик производства нефти в недалеком будущем? Как мы знаем из 10 главы, изменения в балансе спроса/предложения будут сопровождаться ростом цен. Это в свою очередь будет подталкивать и производителей и потребителей к замене нефти другими видами топлива.

Возрастет потребление природного газа (природный газ, кроме использования для отопления и в промышленном производстве электроэнергии, может сжигаться для использования в качестве топлива для транспорта). Между тем, жизненный цикл запасов природного газа не намного больше, чем нефти.

Другая проблема добычи нефти больше касается регионального распределения запасов. Значительная часть мировых запасов нефти сконцентрирована на Ближнем Востоке, запасы природного газа сконцентрированы на Ближнем Востоке, у нас и в странах СНГ.

По мере истощения запасов нефти в других районах, концентрация большей доли остающихся запасов нефти на Ближнем Востоке в ограниченном числе стран повышает вероятность создания успешного картеля. Это указывает на то, что экономическая инфраструктура, в значительной степени опирающаяся на нефть, может быть уязвимой.



Оценки доступных глобальных запасов нефти
после 2000 года (в миллиардах баррелей)
A=2,600 B=2,400 C=2,200 D=2,000 E=1,800

Рис.11.7 Фактическое и предполагаемое мировое производство нефти

Экономика альтернативных источников энергии

Два фактора могли бы серьезно изменить рассмотренные выше прогнозы. В плоскости спроса, существенная экономия энергии и повышение эффективности конечного потребления могли бы существенно снизить ожидаемый рост спроса на энергоресурсы. В плоскости предложения, возобновляемые ресурсы, которые в настоящее время обеспечивают только малую долю мировых энергетических потребностей (рис. 11.2), могли бы стать куда более значимыми. Однако, эти изменения потребуют комбинации сигналов рыночных цен и энергетической политики государства, стимулирующей эффективность энергопотребления и использование возобновляемых источников энергии.

Технологии высокоэффективного энергопотребления могут существенно снизить потребление энергии, без какого либо ущерба для качества жизни. В наиболее развитых странах, потребление энергии на доллар ВВП устойчиво снижается благодаря техническому прогрессу и переходу к экономике, ориентированной на сектор услуг. Развивающиеся страны имеют возможность воспользоваться имеющимися технологиями для создания более

эффективных и наносящих меньший ущерб окружающей среде энергетических систем. Спрос на энергию будет определенно расти в развивающихся странах, но это вовсе необязательно означает опору на неэффективные и сильно загрязняющие источники.

Путем использования наиболее эффективных известных технологий, потребление энергии в развивающихся странах, могло бы быть сокращено на 50 процентов, без ущерба для качества жизни. Если бы это произошло, глобальный спрос на энергоносители практически не менялся бы примерно до 2020 г. Процентная доля энергопотребления, приходящегося на развитые (в настоящее время) страны, снизилась бы с 70 до 35 процентов, в то время как развивающиеся страны увеличили бы свою долю от 30 до 65 процентов. Это обеспечило бы потребности неизбежно растущего населения и привело к умеренному росту душевого потребления энергии (и значительно большему росту качества жизни) в развивающихся странах.

Этот сценарий имеет много очевидных преимуществ с точки зрения окружающей среды. Все виды загрязнения, связанные с потреблением энергии, снизились бы, включая накопление углекислого газа в атмосфере. Продолжительность жизненных циклов ограниченных запасов нефти и других видов ископаемого топлива значительно бы возросла.

Центральная роль цен на энергоресурсы

При таких серьезных преимуществах, что же мешает будущему высокоэффективной энергетике? Центральным экономическим вопросом являются сегодняшние низкие цены на энергоносители. Даже если удвоение эффективности использования энергии технически возможно, оно необязательно экономически выгодно. Это может показаться странным, однако, вспомним ранее упоминавшуюся разницу между экономической и термодинамической эффективностью. До тех пор, пока цена на энергоресурсы остается низкой, оптимальными могут оставаться энергоемкие методы.

Разработка и внедрение технологий эффективного использования энергии связаны с большими затратами. Зачем коммерческой компании беспокоится и нести такие затраты, если нынешние счета за потребление энергии относительно низкие? Мы стараемся тратить свое время, деньги и усилия в тех областях, которые обещают наибольшую отдачу. Если стоимость

энергоресурсов низка, скорее всего, наше внимание и инвестиции будут привлекать другие стороны жизни.

Цены на энергоресурсы являются столь же важным вопросом при разработке альтернативных источников энергии. Стоимость солнечной и возобновляемой электроэнергии быстро снижается, начиная с 1980 г. (рис.11.8). Ветровая электроэнергетика достигла нижнего предела конкурентоспособности, однако, лишь в нескольких случаях этот предел был преодолен для широкомасштабного коммерческого использования. Солнечная энергия является конкурентоспособной для нагрева горячей воды, но пока не для электроснабжения. Кроме цены, другие организационные факторы не позволяют альтернативным источникам энергии завоевать значительную долю рынка.

Обширные инфраструктурные инвестиции в сжигаемое топливо, т.е. существующие электростанции, оборудование, транспортную систему, создают значительную инерцию для продолжения использования ископаемого топлива. Кроме того, распространено прямое и косвенное государственное субсидирование отраслей промышленности, связанных с ископаемым топливом. Во многих странах мира правительства искусственно занижают цены на

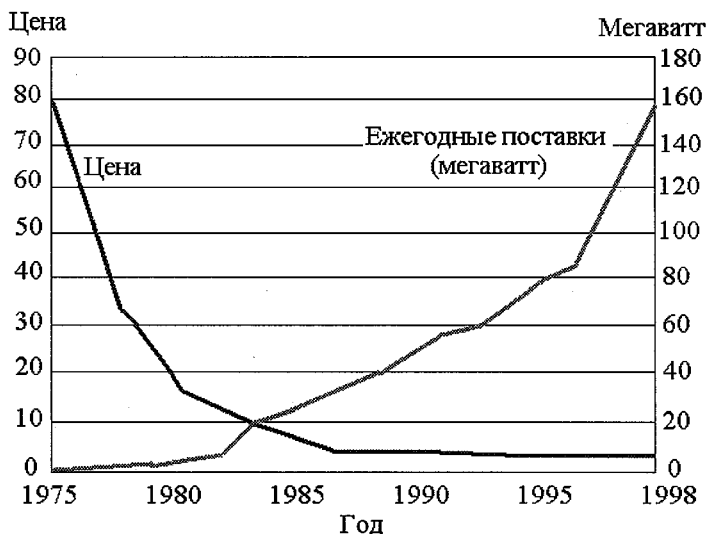


Рис.11.8 Мировые поставки фотогальванической электроэнергии

энергоресурсы, содействуя промышленному росту. Во многих случаях осуществляются централизованные капиталовложения в стандартные теплоэлектростанции, что также затрудняет вход на рынок альтернативным конкурентам.

С экономической точки зрения, субсидирование ископаемого топлива является плохой политикой. Как мы видели в главе 3, экономические аргументы для субсидирования должны опираться на экстерналинные выгоды, связанные с потреблением продукта. Тем не менее, ископаемые топлива обеспечивают очень мало экстерналинных выгод, зато приносят массу экстерналинных издержек.

Низкие цены на ископаемое топливо могут рассматриваться как рыночная несостоятельность, пренебрегающая экстерналинными издержками, связанными с ущербом здоровью и окружающей среде. Есть разумные основания для интернализации издержек потребителя, возникающих в результате истощения первичных запасов ископаемого топлива, и для введения углеродного налога, с тем, чтобы учесть долгосрочные экстерналинные издержки накопления в атмосфере углекислого газа. Интернализация всех этих издержек сдвинула бы баланс на рынке в пользу возобновляемых источников энергии.

Энергетическая политика

Какая государственная политика лучше всего подходит для развития энергетики? Ответы разные для развитых и развивающихся стран. Промышленно развитые страны уже имеют обширную энергетическую инфраструктуру и сильную инерцию для продолжения использования ископаемого топлива. Крупные инфраструктурные капиталовложения имеют жизненный цикл порядка 50 лет и более.

Крупные электростанции, работающие на угле или нефти, электрические сети, охватывающие самые удаленные уголки, обширная система дорог, также как города, спроектированные для дорожного автомобильного движения и энергетически неэкономные здания, зависящие от отопительных систем, - все это способствует продолжению использования относительно дешевого ископаемого топлива. Несмотря на это, все-таки существуют значительные возможности для модификации или создания новой инфраструктуры, ориентированной на энергосбережение и альтернативные источники энергии.

Исторически, производство электроэнергии являлось регулируемой монополией. Иногда это создает неправильную

систему стимулов, когда вырабатывающее электроэнергию предприятие поощряется (при росте цен) за повышение энергетической мощности и в то же время не стимулируется в отношении инициатив по сбережению или сохранению энергии, которые бы снизили энергопотребление.

Система регулирования может создавать структуру расценок, которая бы поощряла сохранение энергии. Между тем, в последнее время, все больше внимания в мире уделяется дерегулированию электроэнергии.

Сторонники дерегулирования упоминают несколько благоприятных для окружающей среды эффектов. Рыночная конкуренция вынудит большие централизованные электростанции конкурировать с более мелкими производителями. Рыночные стимулы также содействуют внедрению высокоэффективных энергосберегающих технологий таких как, например, комбинированное производство тепловой и электрической энергии с помощью турбин, работающих на природном газе.

Газотурбинные электростанции имеют значительно более высокий КПД, чем угольные или нефтяные электростанции, т.к. они превращают в электрическую энергию значительно более высокую долю химической энергии природного газа. Комбинированное производство тепловой и электрической энергии означает, что образующееся в процессе тепло улавливается и используется. Таким образом, такие электростанции объединяют термодинамическую и экономическую эффективность. Выбросы окиси азота снижаются на 90 процентов, углекислого газа на 60 процентов. При дерегулировании такие новые высокоэффективные электростанции будут вытеснять старые, менее эффективные станции.

Перспективы использования возобновляемой энергии в условиях дерегулирования менее ясны. Как показано на рис. 11.8, цены на солнечную и возобновляемую энергию снизились до минимального уровня конкурентоспособности, но в большинстве случаев не преодолели этот уровень. Чтобы завоевать существенную часть рынка, эти источники нуждаются в дополнительном толчке в форме субсидий или налоговых послаблений.

С точки зрения спроса, возможен конфликт между дерегулированием и энергосбережением. Одной из целей дерегулирования является снижение цен для потребителей. Между тем, более низкие цены подстрекают более высокое энергопотребление и менее энергосберегающие технологии.

Пример 1.

Атомная энергия: приход или уход?

В 1950-е годы атомная энергия рассматривалась как чистый, безопасный и дешевый источник электроэнергии. Сторонники предвещали, что она будет настолько дешевой, что отпадет необходимость в электросчетчиках и к 2000 г. более четверти мировой электроэнергии будет производиться на атомных электростанциях.

В настоящее время ядерная энергия обеспечивает 7 процентов мировой энергии и 17 процентов электроэнергии. Большинство прогнозов предсказывают снижение производства атомной энергии в ближайшие десятилетия. В США не строилось новых атомных электростанций с 1978 г. Из развитых стран только Япония и Корея активно планируют строительство новых атомных электростанций.

Несмотря на предсказываемый спад, имеются предложения обновленного расширения атомной энергетики. Одним из рекламируемых преимуществ является экологическая чистота. В отличие от ископаемого топлива, при производстве атомной электроэнергии нет выбросов углекислого газа, основного парникового газа. Куда же движется атомная энергетика, к исчезновению или ренессансу?

После Чернобыльской аварии существует общественная озабоченность безопасностью атомных электростанций. По последним опросам, 46 процентов населения считает атомные электростанции слишком опасными, даже если они смогут решить все энергетические проблемы страны. Новые технологии строительства реакторов и пассивные меры безопасности снижают вероятность крупной аварии, однако остается нерешенной проблема хранения ядерных отходов.

Основная слабость ядерной энергетики лежит в сфере экономики. Существующие атомные электростанции имеют более низкие эксплуатационные расходы, чем угольные или газовые, а новые ядерные технологии обещают еще большее снижение издержек производства. Однако, строительство новой атомной электростанции требует значительных капитальных затрат. По последним оценкам Международного энергетического агентства, капитальные затраты для атомной электростанции составляют 2000 долларов на киловатт вырабатываемой электроэнергии, в то время как для электростанции, работающей на угле, эти затраты составляют 1200 долларов на киловатт, а для газотурбинной 500 долларов на киловатт. Поэтому, высокие капитальные затраты являются наиболее важным экономическим фактором, ослабляющим перспективы строительства новых атомных электростанций.

Рынки электроэнергии во всем мире находятся в процессе дерегулирования. Если государственные субсидии на атомную энергетику начнут снижаться, ее нового возрождения может не произойти. Новые атомные электростанции могут просто оказаться слишком дорогими, чтобы конкурировать на рынке.

Можно упомянуть и другие меры, которые могут повлиять на курс развития энергетики:

- *Смена субсидий* – снятие прямых и неявных субсидий на ископаемое топливо и предоставление субсидий или налоговых льгот развитию альтернативных источников энергии. Такой переход экономически оправдан с точки зрения экстерналий издержек ископаемого топлива и относительных преимуществ для окружающей среды и безопасности, приносимых возобновляемыми источниками энергии. Временные субсидии могут помочь новым технологиям занять существенную долю рынка и достичь коммерчески жизнеспособного эффекта масштаба. Многие технологии использования возобновляемых источников энергии могут существенно сократить производственные затраты с ростом объемов производства.
- *Инфраструктурные капиталовложения.* Улучшение работы общественного транспорта и городского проектирования, создание системы скоростных трамваев и велосипедных дорожек, повышение экологических требований к городскому транспорту, все это может внести существенный вклад в снижении энергопотребления и загрязнения воздуха в транспортной отрасли.
- *Научные исследования и разработки.* Передовые высокоэффективные технологии с малым или нулевым уровнем загрязнений, такие, как топливные элементы, ветровые турбогенераторы, солнечные батареи, начали проникать на коммерческие рынки.
- *Стандарты эффективности.* Высокие неявные ставки дисконтирования потребителя (см. пример 2) часто приводят к тому, что здания, бытовая техника и автомобили остаются неэффективными с точки зрения энергопотребления, даже при наличии эффективных и экономичных технологий. Помочь в исправлении этой ситуации могут обязательные нормативы, такие как, например, строительные нормы и правила или нормы топливной экономичности двигателей. Исторически промышленность оказывала сопротивление введению таких нормативов, например, автомобильная отрасль всегда боролась

с нормами топливной экономичности двигателей. Компромиссным подходом может явиться обязательная маркировка уровня эффективности, обычная для бытовой техники, например, стиральных машин и холодильников. Это дает более полную информацию потребителю. Тем не менее, пока цены на энергоносители остаются относительно низкими, переход к использованию более высокоэффективных технологий задерживается.

Пример 2.

Неявная ставка дисконтирования и эффективность использования энергии

Большой проблемой в повышении эффективности энергопотребления бытовой техники является высокая неявная ставка дисконтирования. Предположим, что потребитель может купить стандартный холодильник за 400 долларов или энергосберегающую модель за 600 долларов. Энергосберегающая модель ежемесячно будет экономить потребителю 10 долларов. С экономической точки зрения мы можем сказать, что годовой доход от дополнительного вложения 200 долларов в экономичную модель составляет $12 \times 10 = 120$ долларов в год или 60 процентов годовых.

Любой человек, которому бы предложили вложить деньги с гарантированным доходом в 60 процентов годовых, счел бы такое предложение потрясающей возможностью. Между тем, покупатель холодильника, скорее всего, откажется от возможности получить такой фантастический доход, поскольку больший вес будет придан необходимости заплатить 600 долларов сейчас вместо 400 долларов и поэтому будет выбрана более дешевая модель. Мы можем сказать, что, принимая решение, потребитель неявно использует ставку дисконтирования более высокую, чем 60 процентов. Такое поведение потребителя трудно оправдать с экономической точки зрения, но оно является очень распространенным.

Возможности энергетической политики для развивающихся стран

Приведенные выше меры имеют особое значение для развивающихся стран из-за быстрого развития в них энергетического сектора. Развивающиеся страны еще только создают энергетическую инфраструктуру и имеют возможность выбрать другой путь по сравнению с промышленно развитыми странами. Например, по мере роста городов, может планироваться преимущественное

использование общественного транспорта и велосипедов вместо упора на легковые автомобили.

Многие развивающиеся страны могут воспользоваться преимуществами солнечной энергии, как из-за обилия солнечного света, так и потому, что установка солнечных элементов может быть хорошей заменой прокладыванию линий электропередач в удаленные районы. Системы солнечной электроэнергии могут быть экономически предпочтительнее для деревень, не охваченных национальными сетями электроснабжения. Когда во внимание принимается экономия затрат на расширение электрических сетей, солнечные системы оказываются рентабельными.

Меры, которые представляются особенно актуальными в энергетическом секторе развивающихся стран:

- Устранение субсидий в энергетике, от которых в основном оказывается в выигрыше разработка ископаемого топлива. Эти субсидии обычно рассматриваются как содействие индустриализации, однако, они истощают государственную казну и повышают зависимость от импорта для стран, не производящих нефть.
- Устранение тарифной системы, которая повышает стоимость энергосберегающего оборудования и технологий.
- Проведение нормативных реформ, ослабляющих влияние групп, выступающих за централизованное производство электроэнергии на тепло- и атомных электростанциях.

В долгосрочном плане солнечные водородные системы могут позволить тропическим странам, по сути, экспортировать солнечный свет. Водород может производиться в результате электролиза воды с использованием солнечной или ветровой электроэнергии. Он может использоваться в топливных элементах для производства энергии без загрязняющих веществ и углекислого газа.

Вместо попадания в зависимость от импорта ископаемого топлива, страны с изобилием солнечного света могут не только удовлетворять свои энергетические потребности, но и экспортировать энергию. Технически это возможно, для коммерческой жизнеспособности необходим только сдвиг в относительной стоимости ископаемого топлива и возобновляемой энергии.

Ожидаемый огромный рост энергопотребления в развивающихся странах повышает необходимость перехода на источники возобновляемой энергии в нынешнем веке. Пока, к сожалению, политика государств и относительно низкие цены на нефть и газ держат нас на пути зависимости от ископаемого топлива.

Локальное и региональное загрязнение от использования ископаемого топлива, а также соображения безопасности, могут подвигнуть страны к более серьезному рассмотрению источников возобновляемой энергии. Решающим здесь может оказаться глобальное изменение климата.

Заключение

Потребление энергии является фундаментом экономических систем. Современная экономическая деятельность в огромной степени зависит от невозобновляемых источников энергии, включая нефть, уголь и природный газ. Возобновляемые источники, такие как гидроэлектроэнергия, ветровые и солнечные энергетические системы обеспечивают только 10 процентов энергопотребления в промышленно развитых странах.

Законы термодинамики дают основу понимания особой роли энергии. Энергия может использоваться для расширения производства других невозобновляемых ресурсов или для их рециклирования, однако, сама по себе энергия не может быть рециклирована. Высококачественные источники энергии важны для экономического роста. Желательным является эффективное энергопотребление, однако, дешевизна энергоносителей часто способствует термодинамически неэффективному энергопотреблению.

Мировая потребность в энергии быстро растет и, по прогнозам, удвоится к 2030 г. Запасов нефти хватит на несколько десятилетий, однако, ее производство достигнет пика уже через десять-двадцать лет. Мировые запасы нефти распределены неравномерно, значительная часть находится на Ближнем Востоке, что при росте спроса и ограниченном предложении может усилить картели производителей. Использование угля, запасы которого более обильны, часто связано со значительным ущербом для окружающей среды.

Важность альтернативных источников энергии может расти в будущем. Цены на ветровую и солнечную электроэнергию падают. Большой потенциал имеет рост эффективности и экономии энергии, однако, существующая инфраструктура и государственные субсидии продолжают способствовать использованию ископаемого топлива. Меры, которые могли бы способствовать переходу на возобновляемые источники, включают устранение субсидий на

ископаемое топливо, содействие научным исследованиям и разработкам и введение норм эффективности.

Развивающиеся страны могут уменьшить зависимость от ископаемого топлива путем использования возобновляемых источников энергии, создания энергоэффективного основного капитала, содействуя распределенным, а не централизованным системам производства электроэнергии. В конечном счете, переход к экономике, основанной на солнечной энергии, может принести большую пользу тропическим и субтропическим развивающимся странам, которые возможно смогут экспортировать водородное топливо, произведенное с использованием солнечной энергии.

Вопросы для обсуждения

1. Энергетика составляет лишь 5 процентов экономического производства, однако, мы уделяем особое внимание этой отрасли. Почему? Существенна ли разница между экономическими системами, опирающимися на использование невозобновляемых источников энергии и использующих преимущественно возобновляемые источники? Следует ли государству участвовать в формировании политики потребления энергии, или предоставить рынку возможность самому определять характер энергопотребления?
2. Обсудите понятие энтропии в применении к энергопотреблению. Как законы термодинамики могут применяться для анализа энергозапасов, энергопотребления и воздействия на окружающую среду? Как это соотносится с прогнозами быстрого роста энергопотребления в ближайшем будущем?
3. В 70-е годы двадцатого столетия нехватка энергоресурсов вызвала серьезные экономические последствия во всем мире. Было ли это единичным явлением, или такое может повторяться? Относится ли это в первую очередь к факторам спроса или предложения? Как характер спроса и предложения энергоресурсов изменился с 70-х годов, и как это повлияло на цены и характер потребления энергии? Возможны ли изменения в будущем?
4. Многие специалисты утверждают, что переход на возобновляемые источники энергии является благом, как с точки зрения экономики, так и окружающей среды. И, тем не менее, такой переход до сих пор не произошел, и пока не предвидится в ближайшем будущем. Как вы считаете, будет ли

благом преодоление зависимости от ископаемого топлива?
Какие экономические факторы и политические решения могут повлиять на этот переход и его скорость?

Список литературы

1. Cleveland, Cutler. "Natural Resource Scarcity and Economic Growth Revisited: Economic and Biophysical Perspectives." Chapter 19 in *Ecological Economics*, edited by Robert Costanza. New York: Columbia University Press, 1991.
2. Daly, Herman E. *Steady-State Economics*, 2nd ed. Washington, D.C.: Island Press, 1991.
3. Dunn, Seth. *Hydrogen Futures: Toward a Sustainable Energy System*. Worldwatch Paper No. 157. Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 2001.
4. Georgescu-Roegen, Nicholas. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971.
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 1995, Volume 3: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. New York: Cambridge University Press, 1996.
6. Kats, Gregory. "Achieving Sustainability in Energy Use in Developing Countries," Chapter 9 in *Making Development Sustainable*, edited by Johan Holmberg. Washington, D.C.: Island Press, 1992.
7. Krishnan, Rajaram, Jonathan M. Harris, and Neva Goodwin, eds. *A Survey of Ecological Economics*. Washington, D.C.: Island Press, 1995.
8. MacKenzie, James J. *Oil as a Finite Resource: When is Global Production likely to Peak?* Washington, D.C.: World Resources Institute, 1996.
9. Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows, and Jorgen Randers. *Beyond the Limits*. Post Mills, Vt.: Chelsea Green Publishing, 1992.
10. World Bank. *World Development Report 1992, Chapter 6: "Energy and Industry"*. New York: Oxford University Press, 1992.

Глава 12 Использование возобновляемых ресурсов: рыбный промысел

Центральные вопросы главы:

- *Какие экологические и экономические принципы управляют рыбным промыслом?*
- *Почему мировые запасы рыбы страдают от чрезмерной эксплуатации?*
- *Какие меры могут быть приняты для сохранения и восстановления рыбных запасов?*

Принципы управления возобновляемыми ресурсами

Расширение экономической активности, как мы отметили в главе 2, оказало большое влияние на возобновляемые ресурсы планеты. В начале двадцать первого века значительная часть мировых рыбных запасов истощена или находится на стадии сокращения, площадь, занимаемая тропическими лесами, сокращается на 25 миллионов гектаров ежегодно, забор грунтовых вод продолжает истощать водоносные горизонты во всех районах с ограниченными запасами пресной воды. Очевидно, что управление возобновляемыми ресурсами остается крупной продолжающейся проблемой. Какие экологические принципы лежат в основе устойчивого или неустойчивого управления возобновляемыми ресурсами?

Мы можем рассматривать ресурсы просто как исходные материалы процесса экономического производства, или, в более широком смысле, анализировать возобновляемые ресурсы с точки зрения их внутренней логики равновесия и воспроизводства. В некоторых подходах управления ресурсами эти два взгляда совместимы, в других они вступают в противоречие. Например, что должно являться основным принципом управления природными системами, экологическое разнообразие или максимальная продуктивность? Проблема интеграции экономических и экологических целей является важнейшей в управлении природными ресурсами.

В главе 1 мы идентифицировали взаимоотношение между экономикой и природной системой в терминах функции источника и стока. Функция источника состоит в предоставлении материалов для

потребления человеком, функция стока состоит в поглощении отходов деятельности человека. Мы уже рассматривали аспекты этих функций для невозобновляемых ресурсов. Устойчивое управление возобновляемыми ресурсами включает поддержание функций источника и стока ресурса в таком состоянии, чтобы их качество и наличие оставались неизменными во времени. Хотя это определенно выглядит как желаемая цель, некоторые формы управления имеют склонность к поощрению неустойчивого использования.

Мы уже рассматривали пример того, как управление рыбным промыслом как ресурсом открытого доступа может привести к чрезмерному улову и истощению запасов рыбы (глава 5). Тем не менее, управление частным владельцем или государственным органом тоже может привести к неустойчивому управлению. Причина кроется в разнице между экономическими и экологическими принципами.

Экономические принципы управления ресурсом включают максимизацию прибыли, эффективное производство и эффективное распределение ресурса во времени. Мы видели в главах 4 и 5 как эти принципы применяются к потреблению ресурса. Когда мы более подробно рассматриваем рыбные хозяйства, леса и водные системы, то мы видим, что эти экономические принципы иногда, но далеко не всегда, находятся в согласии с устойчивым управлением.

Экологические принципы, лежащие в основе систем возобновляемых ресурсов, несколько более сложные для выражения. Одним из основных правил, вытекающих из экологических принципов, является правило максимальной устойчивой добычи, гласящее, что ежегодно не может добываться или изыматься большее количество ресурса, чем может быть воспроизведено или восполнено в ходе естественного процесса кругооборота и поглощения солнечной энергии. Максимальный устойчивый улов, как мы видели в главе 5, может включаться в экономический анализ и, при некоторых обстоятельствах, может находиться в согласии с экономическими целями.

Также мы должны учитывать, что большинство природных систем характеризуются экологической сложностью. Районы рыбного промысла обычно содержат множество видов рыбы, а также других форм морской фауны и флоры. Дикие леса обычно содержат большое разнообразие видов деревьев и обеспечивают среду обитания для многих видов животных, а также симбиозных или паразитных насекомых, грибов и микробов. Водные системы обычно содержат различные виды сред обитания, некоторые из которых, как, например, заболоченные территории, играют решающую роль в сведении баланса кругооборота и поддержании качества воды.

Управление природными экосистемами по необходимости должно быть компромиссом между экономическими и экологическими целями. Почти в каждом случае, использование природных экосистем человеком будет до некоторой степени менять их состояние. Даже при этих условиях, обычно мы можем управлять экосистемами, не разрушая их способность к восстановлению функций и не превышая их уровень максимальной устойчивой добычи. Однако, для достижения этого требуется некоторые ограничения, которые могут находиться в согласии, а могут и не согласовываться с экономическими принципами максимального увеличения прибыли и организационных принципов владения ресурсом. В этой главе и следующей мы исследуем трения между экономическими и экологическими принципами, возникающие при управлении рыбными, лесными и водными хозяйствами.

Экологический и экономический анализ рыбного промысла

В предварительном анализе рыбного промысла в главе 5 мы рассматривали «район рыбного промысла» как производственную систему, чья продукция – рыба, являлась экономическим благом. Между тем, места обитания рыбы являются в своей основе биологическими системами, так что более полный обзор должен начинаться с биологического анализа и исследования его экономических последствий.

Популяционная биология определяет общую теорию изменения популяции организмов в естественных условиях. На рис. 12.1 показан типичный характер изменения популяции со временем, характерный для многих видов в естественном состоянии. График показывает два пути изменения популяции со временем. При превышении минимального критического уровня популяции, необходимого для выживания (X_{\min}), популяция будет расти со временем по логистической кривой от точки А до точки естественного равновесия, обуславливаемой пищевыми ресурсами

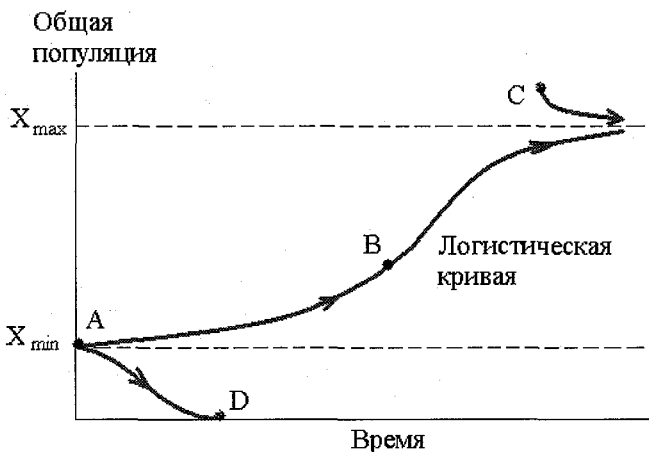


Рис. 12.1 Рост популяций видов во времени

При малом объеме популяции и изобилии пищевых ресурсов, популяция вначале растет почти экспоненциально. Ограничения на пищевые ресурсы среды обитания замедляют скорость роста. После точки В, называемой точкой перегиба, темпы годового роста снижаются и популяция, в конце концов, достигает верхнего предела X_{\max} . Стоит только популяции превысить этот предел, например, достигнув точки С благодаря временному росту доступных пищевых запасов, она быстро сократится до X_{\max} , как только пищевые ресурсы вернуться на прежний уровень.

Если популяция упадет ниже критического уровня X_{\min} , она начнет сокращаться до полного исчезновения (точка D). Это может произойти в результате болезни, хищничества, или избыточной добычи человеком, когда популяция сокращается до неустойчивого уровня.

Вообще, размер популяций видов в естественном состоянии определяется потенциальной емкостью экологической системы, т.е. имеющимися запасами пищевых и других жизнеобеспечивающих ресурсов. Эксплуатация возобновляемых ресурсов человеком должна находиться в согласии с потенциальной емкостью экосистемы для избежания экологического распада и возможного коллапса популяции.

Модель роста популяции, показанная на рис. 12.1, может быть рассмотрена в другом графическом формате путем отнесения запасов (размера популяции) к годовому росту (рис. 12.2). Размеры запасов

теперь показаны на горизонтальной оси, а годовой рост на вертикальной оси. Стрелки указывают направление изменения популяции. Когда скорость роста положительна (выше X_{\min}), популяция растет в направлении X_{\max} , а когда отрицательна (ниже X_{\min}), она сокращается до нуля.

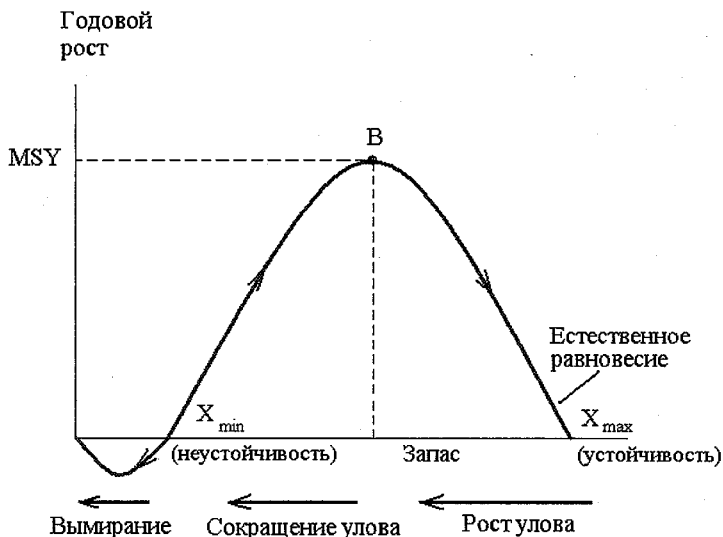


Рис.12.2 Популяция вида и годовой рост

Мы можем рассматривать X_{\min} как точку неустойчивого равновесия. При таком размере популяции малое увеличение приведет на путь восстановления, малое сокращение приведет к исчезновению. Многие исчезающие виды находятся в этом положении. Небольшое уменьшение, или природная катастрофа, или заболевание могут привести к полному вымиранию видов.

Наоборот, точка X_{\max} соответствует устойчивому равновесию. В естественном состоянии размер популяции будет стремиться к этому равновесию. Меньшая популяция будет расти, в то время как большая популяция сокращаться.

В этой форме график роста популяции ясно показывает уровень максимальной устойчивой добычи (MSY) на вершине кривой. Для рыбы потенциальный устойчивый улов равен суммарному годовому росту. Если это количество выловлено человеком, размер популяции

останется неизменным. Таким образом, останется возможность эксплуатировать запасы рыбы на любом уровне популяции между X_{\min} и X_{\max} , с максимально возможным уловом в точке В.

Экономический анализ на основе биологических принципов

До сих пор мы следовали строго биологическому анализу, не рассматривая экономические последствия. Мы рисовали график, близкий к графику общего количества потребленного продукта для рыбного хозяйства, приведенному в главе 5. Если мы будем смотреть на рис. 12.2 справа налево, начиная с точки естественного равновесия X_{\max} , мы сможем увидеть, как получается экономический график общего количества продукта.

Допустим, рис. 12.2 описывает популяцию рыбы в ее естественном состоянии. По мере роста рыбной ловли, запасы начнут сокращаться. Однако, это ведет к более высокому годовому приросту рыбных запасов. Это происходит потому, что меньшая популяция рыбы при неизменных пищевых ресурсах может быстрее размножаться. Такой характер сохраняется до точки В, уровня максимального устойчивого улова.

Если улов рыбы превышает MSY , картина меняется. Как размер популяции, так и годовой прирост сокращаются. Большой улов постепенно сокращает рыбные запасы, до тех пор, пока популяция рыбы не столкнется с опасностью исчезновения, приблизившись к уровню X_{\min} .

Экономический взгляд на эту биологическую модель показан на рис. 12.3 и 12.4. На рис.12.3 показана связь усилий при рыболовстве (измеряемых числом рыболовных судов и дней ловли) с суммарным доходом. Общее количество продукта, измеряемое в тоннах выловленной рыбы, может быть конвертировано в денежное выражение. Получающаяся в результате кривая суммарных доходов (TR) имеет такую же общую форму, как кривая улова на рис. 12.2, и, на самом деле, точно соответствует этой кривой. Рост усилий при рыболовстве соответствует перемещению справа налево на рис. 12.2 и слева направо на рис. 12.3. На горизонтальных осях отложены разные единицы, поскольку в одном случае измеряется размер популяции рыбы, а в другом усилия при рыболовстве, однако, в целом, по мере роста усилий при рыболовстве, размер популяции рыбы сокращается.

Суммарные доходы
и затраты

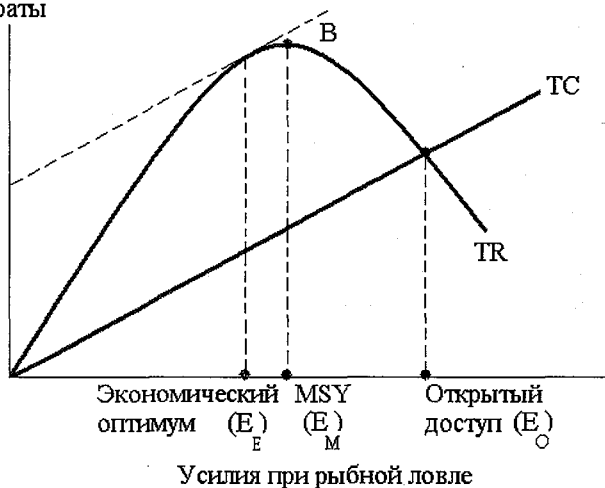


Рис. 12.3 Суммарные доходы и затраты в рыбном хозяйстве

Предельные затраты,
предельные доходы
и средние доходы

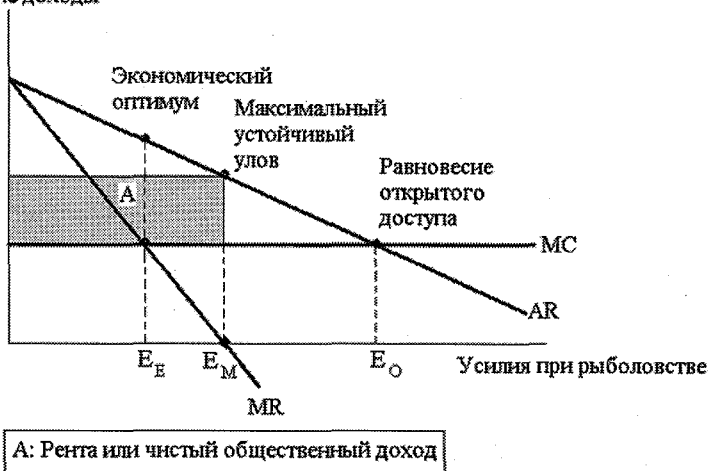


Рис. 12.4 Предельные доходы и затраты в рыбном хозяйстве

Рыбная ловля, естественно, требует затрат. Кривая суммарных затрат (ТС), показанная на рис. 12.3, линейна, подразумевая постоянные затраты на единицу рыболовного усилия. Возможен и другой характер кривых суммарных затрат, однако, в общем, суммарные затраты будут расти по мере роста усилий при рыболовстве. Комбинация затрат и доходов, показанная здесь, позволяет нам идентифицировать два возможных положения равновесия:

1. Экономический оптимум, E_E , в точке которого совпадает крутизна кривых суммарных доходов и суммарных затрат, или предельные доходы = предельным затратам.
2. Равновесие открытого доступа, E_O , где $TR=TC$, или средние доходы = предельным затратам.

Эти точки равновесия могут быть также легко идентифицированы с использованием кривых предельных и средних затрат и доходов, показанных на рис. 12.4. Максимальный устойчивый улов соответствует точке E_M , в которой TR достигает максимума и $MR=0$.

Равновесие открытого доступа E_O , как указывалось в главе 5, наступает, когда средний доход становится равен предельным затратам, что означает, что прибыль всей рыболовной отрасли становится равной нулю. До тех пор, пока рыбный промысел приносит прибыль, будут появляться новые участники, которые будут повышать давление на популяцию рыбы, снижая суммарные доходы до тех пор, пока не станет $TR=TC$. Это положение нежелательно как с экономической, так и с экологической точки зрения, однако, это вполне вероятный исход, если только не предпринимаются меры по ограничению доступа.

С экономической точки зрения, равновесие открытого доступа ведет к растрачиванию ренты, т.е. потере большей части потенциальной общественной пользы от места обитания рыбы. Отдельный владелец места обитания рыбы может сохранить потенциальную ренту путем ограничения ловли до уровня E_M . Потенциальная рента представлена затененной областью A на рис. 12.4. Разница между средним доходом и предельными затратами показывает ренту на единицу рыболовных усилий, а площадь A – суммарную ренту. При открытом доступе экономическая выгода утрачена.

Отметим связь между экономическим оптимумом E_E , максимальным устойчивым уловом E_M и равновесием открытого

доступа E_0 на рис. 12.4. Экономический оптимум находится слева от максимального устойчивого улова, а равновесие открытого доступа – справа. Как мы видели в 5 главе, экономический оптимум может быть достигнут путем введения платы за лицензию или системы квот.

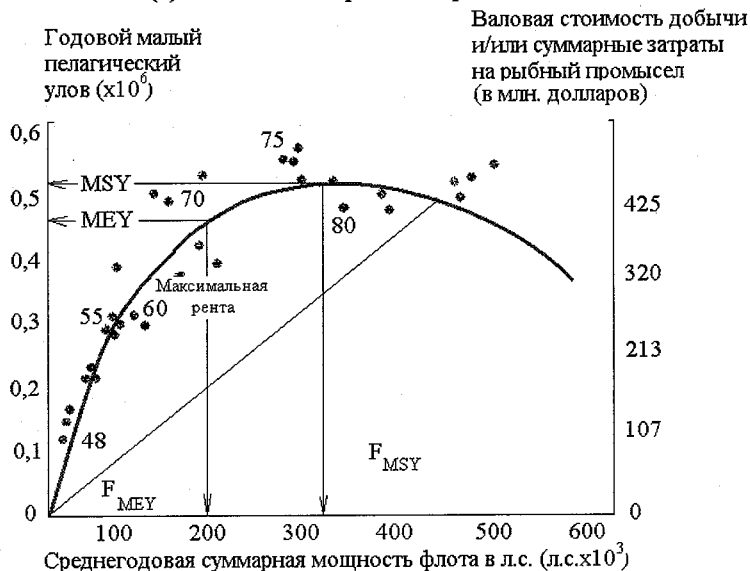
В тех случаях, когда места обитания рыбы локализованы, например, в маленьком озере, экономический оптимум может быть достигнут за счет частного владения. Ищущий выгоды владелец, или действующая совместно группа владельцев, будут иметь стимул ограничить рыболовное усилие на уровне E_E . Это приведет к максимизации прибыли и также позволит избежать чрезмерной эксплуатации рыбных ресурсов.

Возвращаясь к биологическому графику (рис. 12.2), мы видим, что экономический оптимум будет находиться справа от максимального устойчивого улова MSY (точка B) в области устойчивости. Хотя общие запасы рыбы сократятся в результате ловли, высокий годовой прирост даст системе возможность сохранения способности к восстановлению. Наоборот, равновесие открытого доступа лежит слева от MSY .

По мере продвижения влево от MSY , как улов, так и годовой рост сокращаются и, в конечном счете, запасы рыбы могут оказаться под угрозой исчезновения. По мере сокращения улова рыбы, вероятнее всего, цены на рыбу начнут расти, повышая кривые предельных и средних доходов на рис. 12.4, толкая равновесие открытого доступа еще дальше вправо и ускоряя спираль в направлении коллапса рыбных запасов.

К сожалению, равновесие открытого доступа является типичным во всем мире. На рис. 12.5 показаны данные для рыбного промысла на Филиппинах, где открытый доступ привел вначале к добыче, превышающей уровень максимального экономического улова MEU (соответствующий E_E в вышеприведенном анализе), а затем и уровня максимального устойчивого улова MSY . Интересно отметить, как эти реальные исторические данные близко соответствуют нашей теоретической модели экономики рыбного промысла. Сейчас стало очевидно, что к 1980-м рыбный промысел превысил уровень максимального устойчивого улова и уловы как демерсального (со дна моря) так и пелагического (океанского) рыбного промысла начали сокращаться.

(б) Пелагический рыбный промысел



(а) Демерсальный рыбный промысел

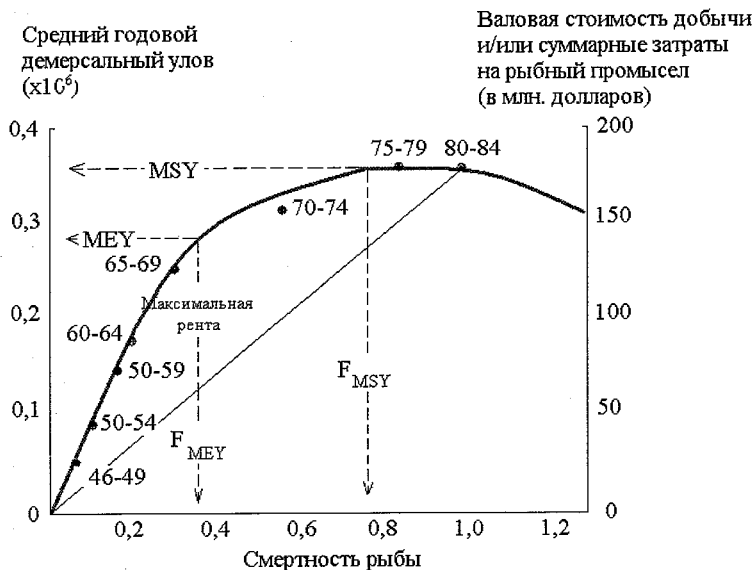


Рис. 12.5 Пример рыбного промысла (открытого доступа) на Филиппинах

Экономика рыбного промысла на практике

Рыбная ловля в открытом море является типичной иллюстрацией ситуации, в которой, вероятнее всего, произойдет трагедия общественной собственности, как обсуждалось в главе 5. Отдельные рыболовы не имеют достаточных стимулов для сохранения рыбных запасов, поскольку они знают, что если они не выловят имеющуюся рыбу, это сделает кто-то другой. Без установленных пределов, рыболовы будут стараться выловить как можно больше рыбы. Технический прогресс, облегчающий обнаружение и ловлю рыбы, только усугубляет ситуацию.

В промышленно развитых странах, чрезмерный промысел быстро оказывает влияние на рыбное хозяйство в целом. Управляющие организации часто ошеломлены растущим спросом. Интенсивность рыбного промысла значительно возросла с появлением современных рыболовных траулеров. С 1970 по 1990 гг. мировой рыболовный флот вырос почти в четыре раза по количеству судов, в то время как средний улов на одно судно упал почти в три раза (рис. 12.6).

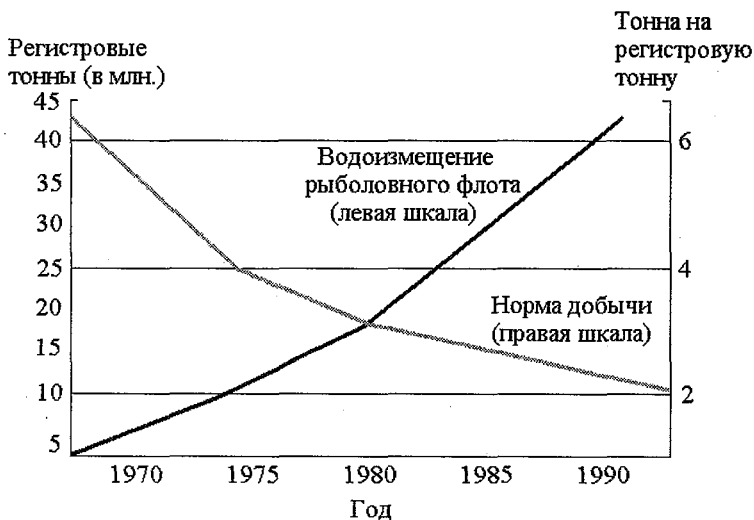


Рис. 12.6 Глобальное водоизмещение рыболовного флота и норма добычи

Совершенно ясно, что с экономической точки зрения рыбный промысел открытого доступа нерационален. Он также ставит серьезные экологические проблемы, поскольку современные методы рыбной ловли вызывают массовую гибель других видов морской фауны. Примерно четверть всего улова выбрасывается в море из-за непригодности к продаже. Эта выбрасываемая часть мирового улова рыбы называется приловом. Например, только в 1994 г. мировой прилов составил 28 миллионов тонн.

Хотя определение уровня максимального устойчивого улова для каждого места обитания рыбы может помочь сохранить отдельные виды, проблемы экологической устойчивости являются куда более сложными. Исчезновение одних видов может привести к необратимым изменениям в экологии океана, поскольку другие виды заполняют экологическую нишу, ранее занимаемую исчезнувшими в результате промысла видами. Например, морские собаки и скаты пришли на место истощенных чрезмерной ловлей запасов трески и пикши в Северной Атлантике. Рыболовные траулеры, которые тащат сеть по дну моря, являются разрушителями всех видов бентических (обитающих на дне) форм жизни. В большинстве районов Атлантики, очень продуктивным в прошлом экосистемам океанского дна нанесен серьезный ущерб многократным тралением.

Хотя некоторые районы рыбного промысла находятся в хорошем состоянии, а некоторые восстановились после введения ограничений на лов, основные рыболовные районы в открытом океане исчерпаны выше уровня максимального устойчивого улова (таблица 12.1). Проблемы открытого доступа и надлежащего управления рыбными запасами остаются актуальными для многих стран и носят глобальный характер. Существующие органы управления и контроля часто оказываются неэффективными в снижении экономического давления, приводящего к истощению океанских ресурсов.

Таблица 12.1 Сокращение рыбных запасов в мире

Район	Годовой потенциал (млн. тонн)	Достигнутый годовой потенциал	Изменения в сравнении с максимальным уловом
Восточная часть Центральной Атлантики	4	1984	-22%
Северо-западная часть Атлантики	4	1971	-38%
Юго-восточная часть Атлантики	3	1978	-53%
Западная часть Центральной Атлантики	2	1987	-28%
Восточная часть Тихого океана	3	1988	-13%
Северо-восточная часть Тихого океана	4	1990	-12%
Юго-западная часть Тихого океана	1	1991	-13%
Антарктические районы	0,2	1980	нет данных
Мировые запасы	82	1999	нет данных

Методы устойчивого управления рыбным хозяйством

С экономической точки зрения, причиной рыночной несостоятельности рыболовных зон открытого доступа состоит в том, что важный производительный ресурс, - озера и океаны, - рассматриваются как бесплатные ресурсы и поэтому чрезмерно эксплуатируются. Простым решением является введение платы за пользование ресурсом.

Определенно, ни один частный владелец, например, маленького озера, не позволит неограниченному количеству людей бесплатно ловить рыбу, истощать рыбные запасы до тех пор, пока они не станут негодными. Владелец будет брать плату за рыбную ловлю, приносящую ему доход (часть которого пойдет на восполнение запасов рыбы) и ограничивающую число рыболовов. Хотя мотивацией владельца будет получение экономической ренты,

люди, которые ловят рыбу, тоже окажутся в выигрыше, несмотря на необходимость платить, поскольку они будут иметь постоянный доступ к хорошим рыбным запасам вместо того, чтобы страдать от их истощения.

Решение проблемы путем введения частного владения не приемлемо для рыбной ловли в открытом океане. Океаны являются ресурсом общего пользования, они принадлежат всем и никому. Тем не менее, в соответствии с морским правом, принятым под эгидой ООН в 1982 г., страны могут претендовать на территориальные права прибрежных рыболовных зон. Они могут ограничить доступ в эти зоны, требуя лицензию на ловлю в пределах их 200-мильной эксклюзивной экономической зоны.

Лицензии на лов могут продаваться по фиксированной цене, или ограниченное количество лицензий может продаваться на аукционе. По сути, это устанавливает плату за доступ к ресурсу. Обратим внимание, что это можно рассматривать как интернализацию негативных экстерналий издержек. Теперь каждый рыболов должен платить за экстерналии издержки, налагаемые на рыбное хозяйство добавлением еще одного рыболовного судна. Экономический сигнал, который посылает такая плата, состоит в уменьшении количества желающих ловить рыбу в данной рыболовной зоне.

Тем не менее, такой подход может не решить проблему. Владелец рыболовного судна, покупающий лицензию, будет иметь добавочный стимул для достижения максимального улова путем капиталовложений в новое оборудование вроде гидролокатора для обнаружения рыбы, более крупные сети и более мощный двигатель судна. Скорее всего, он проведет как можно больше времени в открытом море, чтобы получить максимальную отдачу от вложений в лицензию и оборудование. Если все рыболовы поступают таким же образом, проблема истощения запасов может оставаться серьезной. Государство может реагировать путем введения квот на суммарный улов, однако квоты для большого района трудно контролировать.

Одной из возможных мер, объединяющей регламентацию с рыночными механизмами, является система индивидуальных квот с правом переуступки (ИКПП). Также как допускающие переуступку квоты на загрязнение, ИКПП устанавливают максимальный предел на вылавливаемое количество рыбы. Любой покупатель подобного разрешения может ловить и продавать определенное количество рыбы, или может продать само разрешение и права на рыбную ловлю кому-либо еще. В предположении, что обеспечивается соблюдение пределов квот, суммарный улов не превысит определенный заранее установленный уровень.

Для определения максимального устойчивого улова лица, принимающие решения, должны консультироваться со специалистами по морской биологии, которые могут оценить устойчивый размер популяции рыбы. После того, как будет обеспечена экологическая устойчивость, рынок разрешений будет содействовать экономической эффективности. Те, кто может ловить рыбу с самой высокой эффективностью, смогут предложить более высокую цену для получения ИКПП. Хотя система ИКПП оказалась успешной в некоторых районах, она также приводит к концентрации рыболовной отрасли и вытесняет мелкие рыболовецкие артели.

Другая проблема связана с высокой миграцией некоторых видов. Например, тунец и меч-рыба постоянно перемещаются между территориальными водами и открытым океаном. Даже при условии хорошего управления ресурсами в территориальных водах эти виды становятся ресурсом открытого доступа в океане, что почти неизбежно ведет к сокращению их популяции. Эта проблема может быть решена только с помощью международных соглашений.

Проблемы со стороны спроса: изменение характера потребления

Жители развитых стран потребляют 40 процентов мирового улова рыбы, остальные 60 процентов потребляются в развивающихся странах, где рыба является важным источником белков. Рост населения и доходов в развивающихся странах, скорее всего, приведет к устойчивому росту спроса на рыбу и морепродукты, однако, расширение предложения, по крайней мере, за счет естественных зон обитания рыбы, практически достигло своих пределов.

После быстрого роста с 1950 по 1990 г., мировой улов рыбы выровнялся, а улов на душу населения последние 30 лет практически не менялся (рис. 12.7). Большинство мест обитания рыбы, как в океане, так и в водоемах суши достигли или приближаются к пределам своих возможностей, причем многие характеризуются сокращением рыбных запасов (см. таблицу 12.1). Особое давление испытывают запасы рыбы в Атлантическом океане, поскольку многие страны занимаются там ловом рыбы.

Кг на душу
населения

Млн. тонн



Рис. 12.7 Мировой улов рыбы, суммарный улов и улов на душу населения

Около одной трети мировой добычи рыбы идет на непродовольственное потребление, для производства кормовых добавок и рыбьего жира. Использование сои и других альтернативных источников белка в кормах может снизить давление на рыбные запасы и потенциально увеличить доступные для употребления человеком запасы рыбы. Это, конечно, было бы возможно при росте продуктивности таких растительных белковых продуктов, как соевые бобы, которые, в свою очередь, тоже создают проблемы для окружающей среды.

Изменения в характере потребления также важны. Экологическая маркировка, которая указывает на устойчивый характер производства продукта питания, имеет потенциал по содействию устойчивым методам рыболовства. Продукты, которые были произведены в соответствии с сертифицируемыми экологически чистыми технологиями, могут иметь чуть более высокую цену. Принимая эту ценовую премию, потребитель неявно соглашается платить за нечто большее, чем просто еда. Он приплачивает за благополучие океанских экосистем и надежду на сохранение рыбных запасов в будущем. Такой выбор потребителя

дает рыбной промышленности стимул для использования устойчивых методов.

Используя экономическую терминологию, мы можем сказать, что потребители интернализуют положительные экстерналичные издержки, связанные с устойчивыми методами рыбной ловли посредством выражения желания покупать экологически маркированные продукты. Государство или специализированные агентства могут осуществлять надзор за сертификацией устойчивых рыбных продуктов.

Другая область, где государственная политика может помочь в интернализации положительных экстерналичных издержек, это предоставление субсидий, например для содействия разработке или приобретения оборудования, снижающего прилов или нарушение морских придонных экосистем.

Аквакультура: новые решения, новые проблемы

Наиболее быстро развивающейся областью добычи рыбы является аквакультура, или разведение рыбы на фермах, часто в больших прибрежных запрудах. Аквакультура в значительной степени несет ответственность за недавний рост добычи рыбы (см. рис.12.8). Однако, с точки зрения окружающей среды, аквакультура может создавать не меньше проблем, чем она решает.

В то время как традиционные системы аквакультуры выращивали несколько видов рыбы в экологически здоровой комбинации с зерновыми культурами и скотом, современные системы основываются на монокультуре экономически выгодных видов, таких как лососевые и креветки. Подобные системы имеют значительные отрицательные экстерналичные издержки. Избытки корма и рыбные отходы загрязняют окружающую среду, находящаяся в неволе рыба распространяет заболевания среди находящихся на воле стай, а сбегавшие особи могут ухудшить генетический фонд диких рыб. Фермы по разведению креветок, которые обычно заменяют мангровые леса, особенно экологически разрушительны.

Млн. тонн

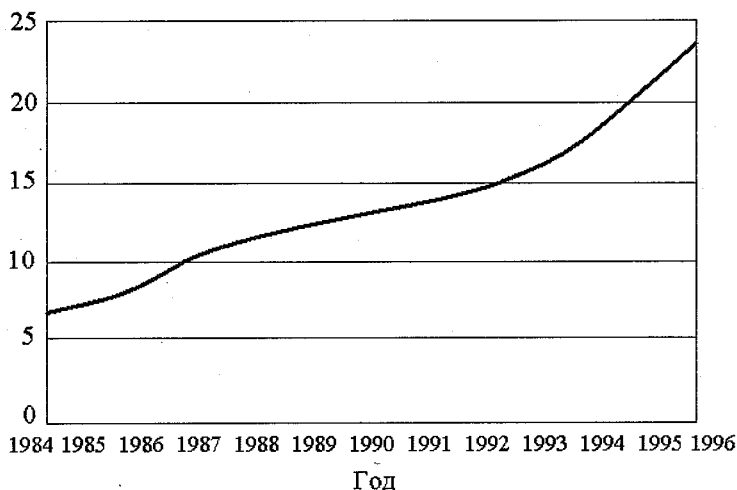


Рис. 12.8 Мировое производство аквакультуры

В условиях быстрого роста аквакультуры государственное регулирование должно поощрять менее ресурсоемкие формы производства. Аквакультура, безусловно, станет компонентой стратегии устойчивого управления рыбным хозяйством, однако, она не может компенсировать ущерб, наносимый неограниченным доступом к районам естественного обитания рыбы. Для удовлетворения потребностей растущего населения земного шара потребуются комплексный подход, включая управление запасами, модификацию спроса и введение устойчивых форм аквакультуры.

Заключение

Такая система возобновляемых природных ресурсов, как рыбное хозяйство, включает как экономические, так и экологические принципы. В естественном состоянии популяция рыбы достигает равновесия, обусловленного потенциальной емкостью экологической системы.

Экономический анализ рыбного хозяйства наводит на мысль о том, что экономически эффективное использование ресурса должно согласовываться с экологической устойчивостью. Между тем,

условия открытого доступа во многих районах рыбного промысла создают серьезную тенденцию к чрезмерной эксплуатации ресурса.

В глобальном масштабе, возможности рыболовного флота превысили максимальный устойчивый уровень улова, что привело к сокращению улова во многих районах мирового океана. С 1950 г. по 1990 г. суммарный мировой улов рыбы устойчиво возрастал, затем выровнялся. Улов на душу населения не растет последние 30 лет. Разрушительные методы рыбной ловли нанесли ущерб морской среде обитания и изменили экологию океана, сократив ее продуктивность.

Меры по поддержанию устойчивого улова и восстановлению истощающихся запасов рыбы требуют комбинации вне рыночного и рыночного регулирования. Международные конвенции ввели рекомендации по территориальным правам и методам управления. Страны могут вводить лицензии на лов рыбы или квоты для ограничения доступа. Системы индивидуальных квот с правами переуступки хорошо себя зарекомендовали в ряде районов.

Рыба является важным источником белков, особенно в развивающихся странах, поэтому в будущем, по мере роста населения и благосостояния, ожидается рост спроса на рыбные ресурсы. В этих условиях, а также при достижении (а часто и превышении) природными запасами рыбы пределов устойчивости, важным является изменение характера потребления и развитие аквакультуры.

Характер потребления может модифицироваться, содействуя более устойчивому управлению рыбными запасами, путем просвещения населения и введения сертифицируемой экологической маркировки на рыбную продукцию. Аквакультура имеет большой потенциал, однако, она также приводит к значительным издержкам для окружающей среды.

Вопросы для обсуждения

1. В чем основная причина истощения рыбных запасов? Какие факторы обострили эту проблему в последнее время? Соотнесите этот вопрос с разницей в экономическом и экологическом анализе рыбного хозяйства.
2. Обсудите достоинства и недостатки следующих типов управления рыбным хозяйством: частное владение, государственное регулирование путем выдачи лицензий, использование индивидуальных переуступаемых квот. В каких условиях каждый из этих типов предпочтительнее?

3. Объясните взаимоотношения между следующими понятиями в их отношении к рыбному хозяйству: экономическая рента, максимальный устойчивый улов, экономическая эффективность, экологическая устойчивость. Как эти понятия могут помочь в управлении рыбным хозяйством?

Список литературы

1. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. М.: Аспект Пресс, 1995.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. М., 2003.
3. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
4. Clark, Colin. The Optimal Management of Renewable Resources. 2nd ed. New York: Wiley, 1990.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Agriculture, 1996. FAO: Rome, 1997.
6. Harris, Michael. Lament for an Ocean: The Collapse of the Atlantic Cod fishery. Toronto, Ontario: M&S Publishing, 1998.
7. McGinnis, Michael, and Elinor Ostrom. "Design Principles for Local and Global Commons." In The International Political Economy and International Institutions, Vol. 2. Edited by Oran P. Young. Cheltenham, England: Edward Elgar, 1996.

Глава 13 Управление экосистемами: лесные и водные системы

Центральные вопросы главы:

- *Какие экологические и экономические принципы относятся к лесопользованию?*
 - *Как сделать лесопользование устойчивым?*
- *Каковы масштабы дефицита пресной воды в мире, и каковы экономические стимулы управления водными ресурсами?*

Экономика лесопользования

Леса, также как и районы рыбного промысла, являются главным образом биологическими системами. Когда мы их эксплуатируем, помочь нам в понимании принципов эффективного управления может как экологический, так и экономический анализ. Также как с рыбными ресурсами, естественный темп роста является фундаментальной характеристикой экологии леса и служит связующим звеном между экологическим и экономическим анализом. Важным фактором лесопользования является кумулятивная природа роста леса: биомасса, накопленная несколько лет, десятилетий или даже столетий назад может оставаться пригодной к сегодняшнему использованию. Поэтому важным в лесопользовании является выбор времени использования (добычи) лесоматериалов.

Если мы будем измерять во времени объем лесоматериалов в лесу, то получим логистическую кривую, аналогичную кривой роста для рыбы (рис.13.1). Однако, логика добычи здесь несколько другая. С экономической точки зрения, мы можем рассматривать древесной в качестве актива, или капитала, который также может приносить поток потребительской стоимости для людей. Если лес находится в частном владении, владелец будет стараться сбалансировать стоимость активов с потоком доходов от их возможного использования. Упрощенный пример проиллюстрирует основные экономические принципы.

Рассмотрим лес, имеющий запасы древесины в 100000 тонн, с темпом роста в 5000 тонн дополнительной биомассы в год. Пусть цена древесины составляет 100 долларов за тонну. Если вырубить лес на корню, то стоимость лесоматериалов составит 10 миллионов долларов. Политика же устойчивого управления, в которой годовой

прирост древесины является не более, чем годовым доходом, будет приносить 500000 долларов в год.

Что же является экономически более предпочтительным? Это зависит от ставки дисконтирования. При ставке в 4 процента приведенная стоимость (PV) устойчивой альтернативы составит

$$PV = 500000 / 0,04 = 12,5 \text{ миллионов долларов}$$

Объем древесины

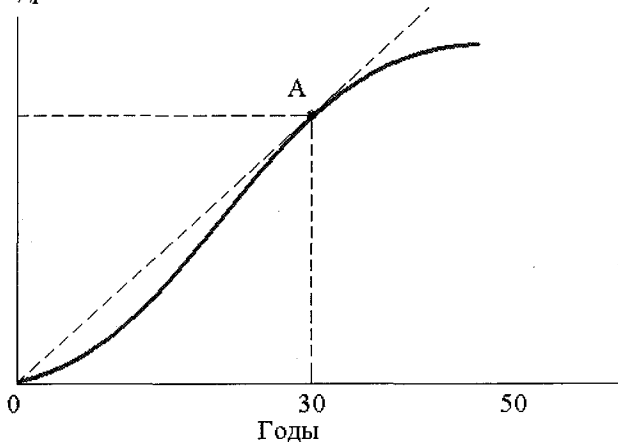


Рис. 13.1 Рост леса во времени

При ставке 6 процентов

$$PV = 500000 / 0,06 = 8,33 \text{ миллионов долларов.}$$

Сравнивая эти значения с 10 миллионами от немедленной вырубке, мы видим, что при более низкой ставке дисконтирования экономически предпочтительнее оказывается устойчивое управление, при более высокой – вырубка подчистую.

С точки зрения владельца, доход от вырубке может быть вложен в банк под 6 процентов годовых, что принесет 600000 долларов в год, более привлекательная возможность, чем 500000 от устойчивого лесопользования. Таким образом, политика частного владельца будет определяться финансовой переменной, годовой процентной ставкой. Леса с темпом роста ниже коммерческой процентной ставки обречены на скорейшую вырубку.

Этот простой пример не учитывает возможность лесопосадок и лесовосстановления. Мы можем рассмотреть более сложную версию для определения экономически оптимальных периодов вырубки (количество лет от посадки до вырубки в лесонасаждениях).

Рассмотрим модель биологического роста леса. Рис. 13.1 показывает, что молодой лес растет быстрее, чем зрелый. Среднегодовой прирост определяется делением суммарной биомассы, или веса древесины, на возраст леса. Графически среднегодовой прирост может быть представлен в любой точке кривой роста в виде прямой от начала координат до этой точки. Максимальный годовой прирост наблюдается в точке, в которой прямая из начала координат превращается в касательную (точка А на рис. 13.1).

Возможным правилом для лесозаготовок могла бы быть вырубка в период максимального среднегодового прироста (в возрасте 30 лет на рис. 13.1). Это привело бы к максимальному объему лесоматериалов и самым высоким доходам при условии постоянной цены на древесину.

Между тем, для нахождения экономического оптимума, следует учесть еще два фактора. Первым являются затраты на заготовку лесоматериалов – труд, оборудование и потребляемая энергия для вырубки и перевозки древесины. Другим важным фактором, как было показано в предыдущем примере, является ставка дисконтирования. Как доходы, так и затраты должны быть дисконтированы для расчета приведенных стоимостей при разных стратегиях.

Экономический оптимум может быть найден путем сопоставления суммарных доходов и расходов для различных периодов валки леса (рис. 13.2) с последующим дисконтированием этих значений для получения приведенных значений ожидаемых прибылей в будущем (рис. 13.3). Суммарные доходы (TR) минус суммарные затраты (TC) дают прибыль от лесоповала в некоторый будущий период. Ожидаемая в будущем прибыль должна быть дисконтирована, чтобы рассчитать ее приведенную нынешнюю стоимость. Точка, в которой приведенное значение ($TR - TC$) достигает максимума, дает оптимальный, с точки зрения прибыльности, период оборота рубки леса.

При более высокой ставке дисконтирования приведенное значение будущей прибыли сокращается. Чем выше ставка дисконтирования, тем короче будет оптимальный период рубки. На рис. 13.3 показаны кривые дисконтированной величины ($TR - TC$) при двух различных ставках дисконтирования. Кривая ($TR - TC$) для высокой ставки дисконтирования располагается ниже, и максимум

приходится на более ранние сроки. По мере роста ставки дисконтирования, оптимальный период оборота рубки леса становится короче, как показано стрелкой на рисунке 13.3.

Этот принцип помогает понять, почему при лесопосадках предпочитают быстрорастущие породы деревьев с мягкой древесиной. Медленно растущие деревья с твердой древесиной могут оказаться прибыльнее в долгосрочном плане, однако, при коммерческой процентной ставке, их приведенная стоимость окажется слишком низкой, чтобы привлечь внимание лесной промышленности. Величина коммерческой процентной ставки зависит от финансовых факторов, не имеющих отношения к экосистемам, однако, они оказывают серьезное влияние на управление экосистемой.

Экономическая логика помогает также объяснить давление, которое испытывают перестойные леса. Леса, которые росли в течение нескольких сотен лет, представляют экономический актив, который может быть вырублен для получения немедленной прибыли. Лесонасаждения будут в основном содержать быстро растущие виды деревьев. Хотя пересадка целого леса каким-то одним быстро растущим видом представляет серьезную экологическую потерю, это может оказаться наиболее прибыльным вариантом.

Принципы промышленного лесоводства часто вступают в конфликт с экологическими задачами. Хотя можно интернализировать некоторые из общественных затрат и выгод, относящихся к лесопользованию, для больших площадей лесов, находящихся в частном владении или в условиях открытого доступа, рыночная прибыльность является единственным принципом управления. Это приводит к серьезным проблемам в лесоведении и биологическом разнообразии во всем мире.

Суммарные доходы
и затраты

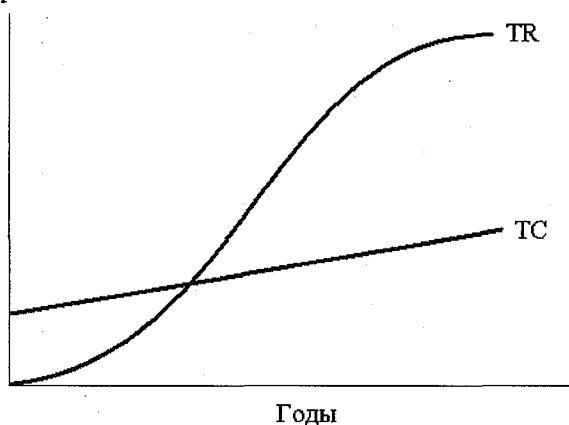
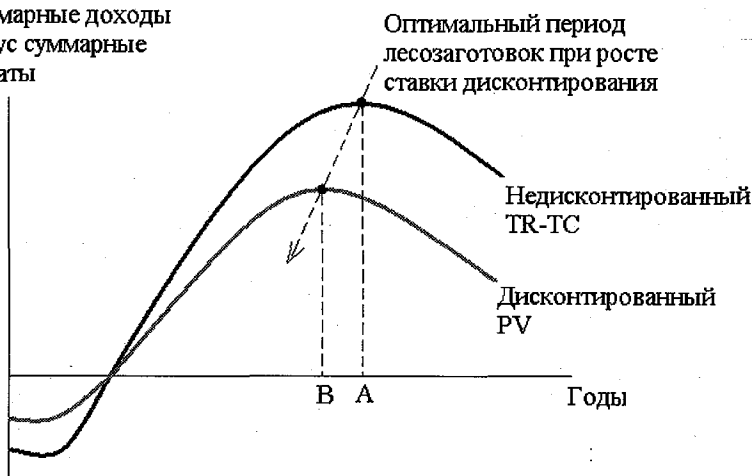


Рис. 13.2 Доходы и затраты при производстве лесоматериалов

Суммарные доходы
минус суммарные
затраты



A: Оптимальный период лесозаготовок без учета дисконтирования
B: Оптимальный период лесозаготовок с учетом дисконтирования

Рис. 13.3 Оптимальный период лесозаготовок с учетом дисконтирования

Обезлесение и биологическое разнообразие

Деятельность человека привела к изменению площади лесов и их биологического разнообразия. Около двух третей потерь тропических лесов в мире связано с вырубкой и сжиганием леса для использования земель под сельскохозяйственные площади и одна треть связана с заготовкой лесоматериалов.

По мере роста населения обычно вырубаются дикие леса, а на их месте появляются новые лесонасаждения. Это приводит к U-образной кривой изменения площади лесного покрова с ростом плотности населения (рис.13.4). Большинство тропических районов испытывают суммарные потери площади лесного покрова, и находятся на спускающейся вниз ветви графика. В умеренных широтах площади лесных насаждений стабильны или даже возрастают, при этом большая часть естественных лесов заменена искусственными лесопосадками.

В тех районах, где площади, занятые лесами, стабильны или возрастают, остается опасность для биологического разнообразия лесов. Культивируемые леса обычно являются монокультурными, в них преобладают виды, высаживаемые для максимальной экономической отдачи. Такие искусственные леса заменяют дикие леса, которые предоставляли среду обитания для многих биологических видов. Восстановление разнообразия лесов возможно за длительный период времени, однако, как правило, экономических стимулов для поддержания многообразия не находится.

Принцип максимальной устойчивой добычи может оказаться недостаточным для достижения устойчивости экосистемы. Лесостроители могут поддерживать устойчивый уровень добычи просто путем посадки быстро растущих видов деревьев на месте вырубленных. Это обеспечивает устойчивый поток лесоматериалов и доход для владельца леса, однако, разрушает исходную сложность лесной экосистемы во вред многим животным и растениям, обитавшим в многовидовом лесу.

Доля земли с растительным покровом



Рис. 13.4 Обезлесение и растительный покров

Эколог Ч.Холлинг в качестве центрального принципа устойчивости экосистем определил их способность к восстановлению. Способность к восстановлению или «выздоровлению» после разрушения, например, после лесного пожара или заражения вредителями. В целом, сложные экосистемы демонстрируют более высокую способность к восстановлению, чем простые. Если искусственные лесонасаждения содержат только один вид деревьев, нападение одного вредителя может уничтожить весь лес. Лес со многими видами деревьев скорее выдержит атаки вредителей. Количественные соотношения видов внутри леса могут измениться, однако их экологическая целостность сохранится.

Уничтожение видов значительно ускорилось в последние десятилетия и потеря биологического разнообразия, скорее всего, окажется одной из наиболее критических проблем окружающей среды в этом столетии (см. пример 1). Биологическое разнообразие может рассматриваться экономически как значительная положительная экстернатальная издержка, связанная с сохранением существующих лесов и экосистем, или отрицательная экстернатальная издержка, связанная с их исчезновением. Эти экстернатальные издержки обычно не учитываются лесной промышленностью. Политика устойчивого лесопользования должна, тем не менее, принимать их во внимание.

Пример 1.

Потеря биологического разнообразия.

Почему биологическому разнообразию уделяется такое внимание? Исчезновение отдельного вида жука может пройти совершенно незамеченным и, на первый взгляд, не будет иметь никаких экономических последствий. Между тем, любой вид может иметь жизненно важное фармацевтическое или медицинское значение, а совокупное существование многих видов обеспечивает решающую способность экосистемы к восстановлению. В 1990 г. было установлено, что вещество, получаемое из веток и листьев деревьев, в тропических лесах Малайзии может останавливать распространение одного из двух штаммов ВИЧ, который вызывает СПИД. Когда исследователи вернулись, чтобы получить дополнительные образцы вещества, они обнаружили, что все деревья этого сорта были вырублены, и ни одно из близкорасположенных деревьев не содержало основного ингредиента. Наши знания о биологическом разнообразии мира и о масштабах потери этого разнообразия очень ограничены.

Возможно, самой большой неизвестной величиной в дебатах о массовом исчезновении видов является количество существующих в настоящее время видов. Ученые утверждают, что 1,4 миллиона названных видов представляют малую долю существующих в живой природе. Оценки лежат в диапазоне от 10 до 100 миллионов видов. Поскольку самая высокая плотность видов наблюдается в тропических лесах, каждая большая просека наверняка содержит насекомых, растения и животных, которые могли исчезнуть до того, как были замечены человеком.

Обзор видов животных во всем мире, выполненный Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП), привел к публикации в 1996 г. Красной книги видов, находящихся под угрозой исчезновения. Исследование показало, что 10 процентов птиц и 25 процентов млекопитающих сталкиваются с угрозой исчезновения. Хотя в обзоре было рассмотрено только пятая часть видов пресмыкающихся, восьмая часть земноводных и десятая часть рыб, было установлено, что 20 процентов видов пресмыкающихся и земноводных, а также 33 процента видов рыб находятся под угрозой исчезновения.

Экономическое и демографическое давление на леса

Экономические стимулы, содействующие уничтожению лесов, включают устойчиво растущий глобальный рынок лесоматериалов, что приводит к обезлесению или замене диких лесов экологически менее устойчивыми лесопосадками. Тем не менее, один лишь рост спроса не может объяснить уничтожение лесов. Чрезмерная эксплуатация ресурса часто является результатом институциональной несостоятельности. Многие государства или допускают открытый доступ к лесным ресурсам или поощряют занижение цены на лесные ресурсы, продавая права на вырубку ниже рыночной стоимости. Субсидии на строительство дорог и инфраструктуры также способствуют превращению лесов в лесоматериалы и изменению характера землепользования.

Демографическое давление также способствует исчезновению лесов. Для расселения растущего населения часто создаются поселения в ранее диких лесных районах. Новые поселенцы часто не обладают опытом лесопользования, и их деятельность по эксплуатации лесных ресурсов и сельскохозяйственному вторжению может иметь глубокие и долгосрочные экологические последствия. Хотя, как правило, неправильная государственная политика может нанести куда больший вред лесам, рост населения на планете сопровождается общей тенденцией обезлесения (рис.13.5).

Млрд. акров

Млрд. человек

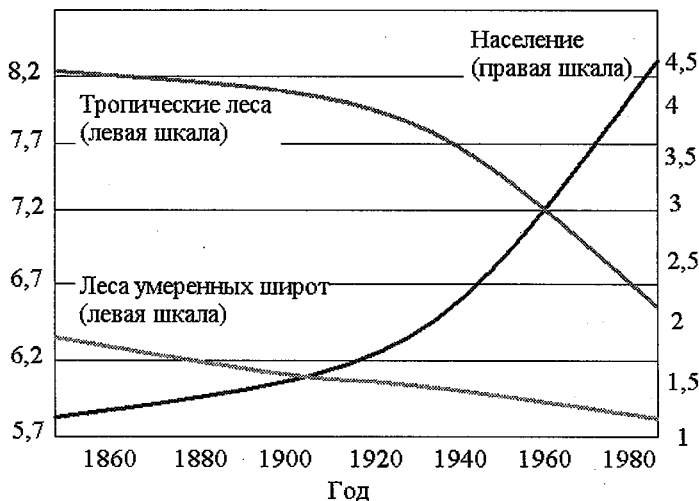


Рис. 13.5 Обезлесение и рост населения

Стратегия устойчивого лесопользования

Как экономическая теория, так и экология может предложить рекомендации по улучшению лесопользования. Улучшение может быть достигнуто как в плоскости предложения, путем содействия устойчивому лесному хозяйству, так и в плоскости спроса, путем изменения характера потребления, сокращения отходов и расширения рециклирования.

Плоскость предложения: права собственности и политика ценообразования

Большой проблемой управления лесным хозяйством является потребность в гарантированных правах собственности. Отдельные лица и поселения, чья собственность на землю не гарантирована, включая переселенцев, не имеют стимулов для сохранения лесов. Экономическая необходимость вынуждает их эксплуатировать лес с максимальной краткосрочной прибылью, а затем переходить к чему-либо другому. Если бы они имели права собственности, у них появился бы интерес в непрерывном потоке доходов от леса, причем не только за счет лесоматериалов, но и ягод, грибов, фруктов и т.д.

Стабильные поселения также имеют стимулы для поддержания леса в порядке, чтобы использовать сопутствующие положительные экстернальные издержки. Деревня или поселок, расположенный в горах, например, может заняться лесонасаждениями, чтобы обеспечить устойчивое снабжение древесиной, а также для сохранения почвы на склонах для предотвращения эрозии. Лесная экосистема также способствует снабжению пресной водой и предохраняет от затопления.

Некоторые положительные экстернальные издержки (экстернальные выгоды), связанные с поддержанием в надлежащем порядке лесов, глобальны по своей природе. Леса удаляют из атмосферы и сохраняют углерод, снижают концентрацию углекислого газа в атмосфере и снижают риск глобального изменения климата. Это может не приносить немедленной пользы местному населению, между тем, международные соглашения по глобальному изменению климата могут принести хорошую компенсацию тем странам, которые сохранили или расширили площади лесного

покрова. В недалеком будущем страна может получать доход от лесов, просто сохраняя их вместо вырубки для экспорта древесины.

Другой критической проблемой является ценовая политика в отношении концессий на лесозаготовки. Многие отрицательные экстернальные издержки, возникающие вследствие чрезмерной эксплуатации лесов, делают особенно неприемлемым использование явных государственных или косвенных субсидий, которые могут вводиться только в случае наличия явных положительных экстернальных издержек.

Экономическая теория поддерживает гарантированные права собственности и введение адекватных цен на ресурсы. Экологическая перспектива добавляет еще одно важное измерение в проблемах лесопользования: леса должны признаваться и управляться как сложные экосистемы для сохранения здоровья экосистемы и ее функций для нынешних и будущих поколений. Эти экологические цели часто отличаются от приоритетов землевладельцев, которые будут заниматься лесопользованием для получения прибыли, часто выбирая быстрорастущие виды и проводя рубки скорее в коротком, чем длительном, естественном цикле.

Государственная политика может способствовать правильному ведению лесного хозяйства путем введения налоговых льгот для устойчивого лесопользования или ограничений на рубку. С экономической точки зрения, положительные экстернальные издержки, связанные с хорошим ведением лесного хозяйства, оправдывают такие меры. Возможна также сертификация устойчиво произведенной древесины, чтобы потребители могли поощрять подобную практику, предпочитая сертифицированные товары. Опыт показывает, что многие потребители готовы платить чуть выше рыночной цены за экологически чисто произведенные лесоматериалы.

В случаях, когда единственным способом сохранения сложных и перестойных лесных экосистем является превращение их в парковую зону, государство должно провести их отчуждение как общественного блага.

Плоскость спроса: изменение характера потребления

Как было отмечено, в целом, спрос на лесоматериалы устойчиво растет. Особенно быстрым был рост спроса на бумагу (рис.13.6). Как и другие формы потребления, потребление бумаги распределено неравномерно: в США потребляется 341 килограмм

бумаги в год на человека, в Германии 200 килограмм, в Бразилии 35 килограмм, а в Индии только 4 килограмма.

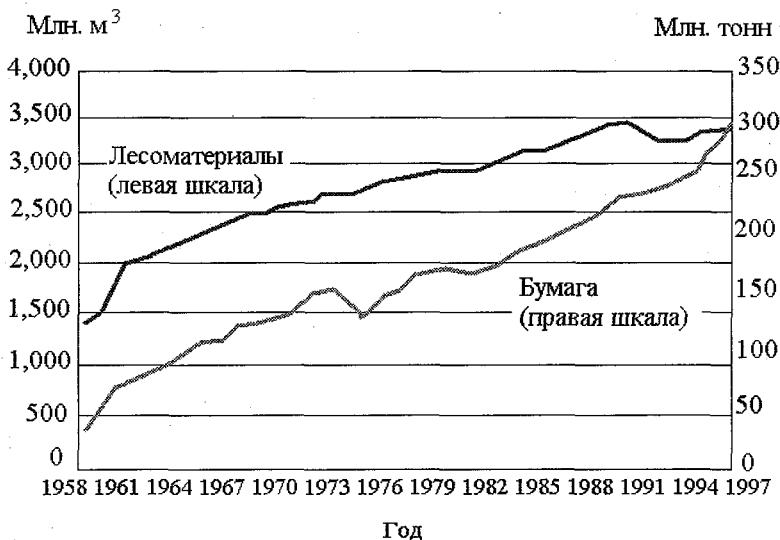


Рис. 13.6 Глобальный спрос на древесину и бумагу

Расширение практики рециклирования бумаги и других продуктов, получаемых из древесины, имеет большой потенциал снижения давления на леса. В мире сегодня около 43 процентов бумажных отходов перерабатывается. Такие развивающиеся страны, как Индия, восстанавливают и повторно используют бумажную продукцию, часто импортируют и рециклируют макулатуру из развитых стран.

Низкие цены на бумагу и другие производные древесины служат как стимулом для роста потребления, так и препятствием для расширения рециклирования. В некоторых случаях, прямые и косвенные субсидии на эксплуатацию лесов подстрекают к использованию первичной бумаги взамен переработанной из отходов. Интернализация экстерналий издержек окружающей среды в цены способствовала бы большей эффективности на всех стадиях производственного цикла. Надлежащая ценовая политика привела бы к повышению цен на первичную бумагу и предметы одноразового использования по отношению к ценам на рециклированные изделия, тем самым, способствуя развитию рециклирования.

Водные ресурсы: истощение и возобновление

Вода может использоваться повторно сколь угодно много раз, в случае, если она не сильно загрязнена, и поэтому может характеризоваться как возобновляемый ресурс. Между тем, запасы воды, такие как подземные водоносные слои, являются истощаемыми. Некоторые водоносные слои имеют столь длительное время восстановления, что в масштабах человеческой жизни являются по существу невозобновляемыми. Поэтому анализ водных систем объединяет элементы теории возобновляемых и невозобновляемых ресурсов. Вода также выполняет важнейшие и уникальные экологические функции.

Многие принципы управления возобновляемыми ресурсами применимы к водным системам, однако, запасы воды в принципе физически ограничены. Хотя вода может использоваться повторно, ее запасы, доступные в данном регионе, ограничены суммарным объемом пресноводного стока, из которого только одна треть является стабильным запасом (см. рис. 13.7).

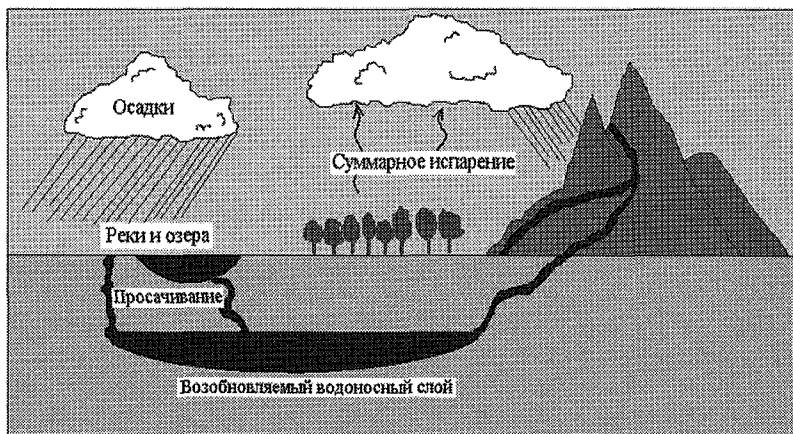


Рис. 13.7 Водный цикл

Каждый год, испарение под воздействием солнечной энергии поднимает 500000 кубических километров влаги в атмосферу, 86 процентов из них с поверхности океанов, 14 процентов с поверхности суши. Такое же количество выпадает на землю в виде дождя или снега, но оно распределено в другой пропорции: если континенты

теряют около 70000 кубических километров в результате испарения, они получают в виде осадков около 110000 кубических километров влаги. В результате, около 40000 кубических километров передается с моря на сушу каждый год. Две трети этого количества стекает в виде паводков, оставляя примерно 14000 кубических километров в виде относительно стабильного источника пресной воды.

Этот стабильный запас составляет 7000 кубометров на человека, но распределен он неравномерно. В некоторых районах изобилие пресной воды, в некоторых – дефицит. Гидрологи установили, что с учетом потребностей современного общества, пороговое значение 2000 кубометров пресной воды на человека в год является уровнем, выше которого население живет вполне комфортно с точки зрения водных запасов. Между 1000 и 2000 кубометров на человека ситуация называется «водным дефицитом», ниже 1000 кубометров «скудными запасами воды», при которых нехватка воды становится серьезным препятствием для производства продовольствия, экономического развития и охраны природных систем.

В таблице 13.1 приведены страны, испытывающие дефицит или нехватку пресной воды. Учитывая, что развивающиеся страны из этого списка будут испытывать быстрый рост населения в ближайшие пятьдесят лет (по некоторым оценкам, население удвоится), скорее всего ситуация с пресной водой ухудшится в ближайшие десятилетия.

Увеличение предложения: водоносные слои и плотины

В уравнении народонаселения и водных ресурсов есть две части, - это предложение и спрос. Мы можем реагировать на скудность водных ресурсов или путем увеличения предложения или путем снижения спроса. Политика управления водными ресурсами в прошлом в основном ориентировалась на увеличение предложения. Только в последнее время внимание стали привлекать меры по систематическому сохранению ресурсов.

Многие страны и регионы, сталкивающиеся с проблемами дефицита воды, в основном полагаются на воду из подземных водоносных слоев. Водоносные слои пополняют свои запасы или «перезаряжаются» от выпадающих осадков, однако во многих случаях потребление значительно превосходит скорость восстановления. Такие страны, как Саудовская Аравия и Ливия, полагаются на «ископаемые» грунтовые воды из древних водоносных

слоев в пустынных районах, которые практически не перезаряжаются и, скорее всего, будут исчерпаны в ближайшие 40 – 60 лет.

Все основные районы, имеющие дефицит пресной воды, страдают от интенсивного использования грунтовых вод, когда забор воды превосходит способность водоносного слоя к перезарядке.

Другим способом повышения предложения является запруживание рек на поверхности. Плотины могут задерживать сток воды, которая в противном случае была бы недоступна для использования человеком, и также вырабатывать гидроэлектроэнергию. В мире эксплуатируется около 40000 больших и около 800000 малых плотин. Строится еще немало плотин, но лучшие места уже заняты. Работающие плотины часто страдают от проблемы заилиения и новые проекты по строительству больших плотин подвергаются критике за потенциальный ущерб для окружающей среды и общества в результате затопления больших площадей.

Таблица 13.1 Страны с дефицитом и скудными запасами пресной воды

	<i>Страны со скудными запасами пресной воды (возобновляемые запасы на душу населения менее 1000 кубометров в год)</i>		<i>Страны с дефицитом пресной воды (возобновляемые запасы на душу населения менее 2000 кубометров в год)</i>	
Африка	Алжир	460	Бенин	1751
	Египет	896	Ботсвана	1870
	Кения	696	Буркина-Фасо	1535
	Мавритания	163	Гана	1607
	Нигер	346	Зимбабве	1182
	Руанда	965	Малави	1690
	Сомали	563	Марокко	1071
	Тунис	371	Нигерия	1815
	Эритрея	789	Судан	1227
			Эфиопия	1771
		Южная Африка	1011	
Ближний Восток	Израиль	289	Ирак	1615
	Иордания	114	Иран	1755
	Ливия	100		
	Саудовская Аравия	119		
	Сирия	456		

Европа	Бельгия	822	Великобритания	1219
	Венгрия	604	Германия	1165
	Нидерланды	635	Польша	1278
			Украина	1029
Азия	Сингапур	172	Азербайджан	1069
	Туркменистан	232	Индия	1896
	Узбекистан	704	Корея	1434
			Пакистан	1678

С учетом огромных запасов морской воды на планете, практически неисчерпаемым источником представляется вода, получаемая в результате опреснения соленой воды. Здесь пока существенным препятствием остается высокая стоимость. Стоимость опресненной воды составляет от одного до двух долларов за кубометр, что почти на порядок выше стоимости обычной городской водопроводной воды и раз в двадцать дороже стоимости воды, используемой для орошения в сельском хозяйстве. Хотя опреснение является важным источником в некоторых аридных зонах, оно обеспечивает лишь малую долю мирового предложения пресной воды.

Спрос: как можно больше воды?

В потреблении воды есть три основных сектора: сельское хозяйство, промышленность и бытовые нужды. Сельское хозяйство со значительным опережением является крупнейшим потребителем воды, на его долю приходится две трети мирового потребления пресной воды. Хотя 83 процента сельскохозяйственных земель орошаются дождем, 17 процентов земель, требующих искусственного орошения, дают 40 процентов мирового продовольственного снабжения. Аридные и полуаридные страны, значительная часть которых является развивающимися, в большой степени полагаются на ирригацию для производства продовольствия.

Таким образом, ирригация является краеугольным камнем глобальной продовольственной безопасности. В то же время современные методы искусственного орошения требуют уровня водоснабжения, намного превышающего имеющиеся запасы воды и скорость расширения орошаемых земель во многих районах. Это, в свою очередь, является ключевым фактором в замедлении сельскохозяйственного производства.

Спрос на промышленное использование воды быстро растет. Многие отрасли на ранней стадии своего экономического развития используют большие объемы промышленных вод. Урбанизация и рост уровня жизни содействуют росту бытового потребления воды. За период с 1900 по 1995 гг. потребление пресной воды выросло в шесть раз, почти в два раза обогнав рост численности населения (см. рис. 13.8) В будущем, рост городского, промышленного и сельскохозяйственного потребления наверняка значительно повысит спрос на водные ресурсы.

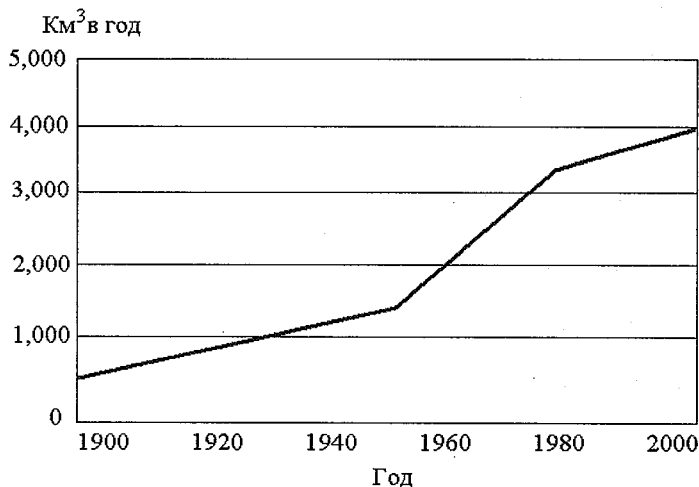


Рис. 13.8 Глобальный спрос на воду

Стратегии устойчивого управления водными ресурсами

Можно изменить нынешний постоянно растущий спрос на водные ресурсы с помощью мер по повышению эффективности потребления воды. В то время как традиционные методы ирригации, путем затопления или создания ирригационных каналов, неэффективны (около 60 процентов воды при этом теряется в результате испарения или просачивания), новые методы микроирригации, с использованием капельных систем, позволяют достичь эффективности до 95 процентов.

Рециклирование и повторное использование пресной воды может снизить спрос во многих отраслях промышленности. Обнаружение и устранение утечек, использование эффективной

бытовой техники может повысить эффективность водопотребления для городских и бытовых нужд.

Наиболее важным способом поощрения эффективного водопотребления является политика ценообразования на водные ресурсы. Цены должны служить индикаторами экономической нехватки запасов, отражая физические пределы и экстерналии издержки окружающей среды. По различным социально-политическим причинам, государства, как правило, поддерживает низкие цены на водные ресурсы, особенно для снабжения сельского хозяйства.

Государство обычно строит, обслуживает и эксплуатирует ирригационные системы за счет общественных фондов, а затем назначает цены значительно ниже фактической себестоимости. Такая политика субсидирования водных ресурсов создает искусственный климат изобилия водных ресурсов, что способствует расточительному и неэффективному водопотреблению. Установление цен, близких к реальной стоимости водоснабжения, может содействовать переходу к более эффективным методам ирригации в сельском хозяйстве, а городским жителям и промышленности давать стимулы для сохранения, рециклирования и повторного использования водных ресурсов.

На рис. 13.9 показано как политика ценообразования влияет на спрос и предложение водных ресурсов. На рисунке 13.9 показан суммарный спрос на воду (D) вместе с предельной стоимостью водоснабжения (MC). Кроме того, показана полная предельная стоимость (MSC) с учетом таких факторов как наносимый экосистеме ущерб или истощение водоносных слоев. Можно предполагать, что эти стоимости растут с повышением объема водозабора.

Установление цены на воду (P) ниже реальной предельной стоимости может приводить к избыточному потреблению Q_D . Это может создавать проблемы. Поскольку спрос превосходит предложение, потребуется какая-либо форма государственного распределения или нормирования. Между тем, государство будет также испытывать давление по субсидированию водоснабжения. В этом примере, рост предложения до уровня Q_S , который частично, но не полностью, удовлетворяет избыток спроса, потребует государственных субсидий, равных площади C . Излишнее водопотребление может приводить также к значительным экстерналиям и потребительским издержкам, которые показаны в виде площади B .

Назначение цены, равной полной предельной стоимости, приведет к установлению равновесия на более низком уровне водоснабжения Q_E при цене P_E . Если мы учтем полные общественные затраты, цена достигнет уровня P^* при объеме потребленной воды Q^* . Это было бы наилучшим решением, приносящим суммарную общественную выгоду, равную площади А-и- позволяющим избежать экстерналинные издержки В и выплаты субсидий С. Такая ценовая политика содействовала бы экономической эффективности и интернализации издержек окружающей среды. Однако, политическое давление по поддержанию низких цен на водные ресурсы, скорее всего, сделает маловероятным принятие стратегии установления полных цен.

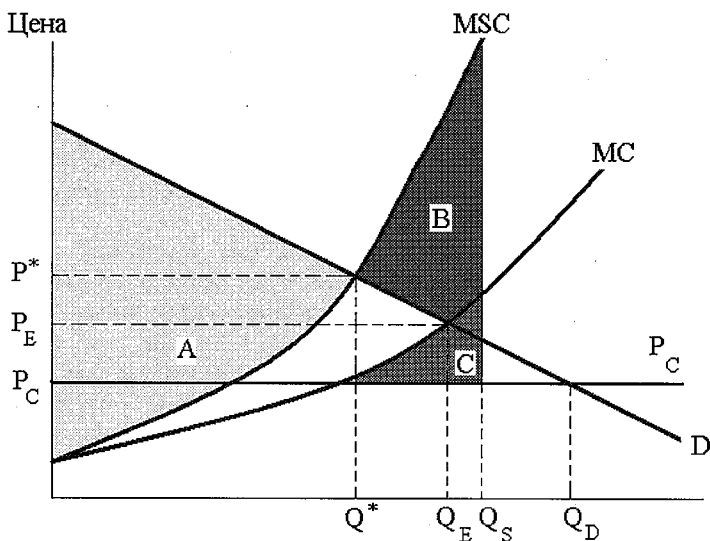


Рис. 13.9 Эффекты субсидирования цен на воду

Государственная политика может также способствовать развитию рынка водных ресурсов. Установление четких правил в отношении прав на водные ресурсы будет способствовать системе торговли водными ресурсами по рыночной цене. Это может способствовать как сохранению, так и дальнейшему развитию водных ресурсов. Недостатками подобной системы является поощрение излишнего забора грунтовой и речной воды и недооценка рекреационных и экологических функций проточной воды. Кроме того, система прав на водные ресурсы затрагивает серьезные проблемы социальной справедливости.

Итог: согласование экономических и экологических принципов

Главный вывод основной экономической теории управления возобновляемыми ресурсами состоит в том, что экономически эффективное использование природных ресурсов, хотя и является более устойчивым, чем эксплуатация открытого доступа, вовсе не является устойчивым с экологической точки зрения. Поэтому важной задачей управления природными ресурсами является согласование различных принципов экономики и экологии.

Как отмечалось ранее, экологическая устойчивость имеет измерения, не отражаемые в экономическом анализе использования ресурсов. В то время как экономическая устойчивость подразумевает, главным образом, устойчивость потока доходов во времени, экологическая устойчивость зависит от способности экосистемы, подвергаемой экономической эксплуатации, или подверженной заболеваниям или опасным погодным явлениям, к восстановлению. Способность к восстановлению зависит от экологической сложности, являющейся важным элементом устойчивой природной системы. Экономическая добыча с целью извлечения максимальной выгоды часто разрушает сложность.

Ключевым определяющим фактором управления природными ресурсами является технология. Мы видели в 12 главе, что технологии рыбной ловли становятся более продуктивными в экономическом смысле, что приводит к чрезмерной эксплуатации мест обитания рыбы. Технический прогресс ускоряет экономический рост, между тем, относительно медленно растущие системы природных ресурсов попадают под большее давление требований экономической «эффективности».

Аналогичным образом, перестойные леса обречены на вырубку в таком режиме управления лесным хозяйством, при котором ценится

быстрый рост и более короткие интервалы между лесозаготовками. Это стимулирует использование более мощного оборудования для заготовки лесоматериалов. Общая площадь лесов может и не сокращаться, однако, естественные леса будут замещаться быстрорастущими монокультурными лесонасаждениями. В быстро растущей экономике многие системы природных ресурсов, исторически используемые относительно устойчивым образом, попадают под большее давление по мере того, как начинает преобладать рыночная логика, и современные технологии достигают удаленных уголков.

С другой стороны, такие технологии как рециклирование бумаги и эффективная ирригация имеют высокий потенциал для сохранения дефицитных ресурсов. При наличии надлежащих стимулов, экологически безвредные технологии могут содействовать менее расточительному использованию ресурсов, рециклированию и более эффективному потреблению.

Стратегии управления природными ресурсами также должны учитывать постоянный рост спроса. Мы видели, как растущее потребление усугубило последствия рыночных провалов в рыболовстве, лесных и водных системах. Хотя методы, направленные на рост экономической эффективности, могут улучшить управление ресурсами на микроэкономическом уровне, они одновременно могут усилить общее напряжение на макроэкономическом уровне. Более эффективное использование ресурсов требует использования меньшего количества сырья на единицу продукции, но одновременно может способствовать росту потребления за счет снижения цены.

Модель экологического менеджмента, подчеркивающая экологическую целостность природных систем, может предложить лучшее руководство по управлению. В такой модели принципы экономической эффективности могут быть исключительно важными. Между тем, принципы экономической эффективности сами по себе могут конфликтовать с долгосрочной устойчивостью природных ресурсов. Именно поэтому эффективная система управления природными ресурсами должна включать как экономические, так и экологические принципы.

Заключение

Методы управления лесными ресурсами могут быть получены исходя из экологических принципов роста лесов. Характер роста подразумевает оптимальный период ротации для коммерческих

лесоматериалов. Однако, коммерческий оптимум пренебрегает другими экологическими функциями леса.

Обезлесение и превращение естественных лесов в лесонасаждения вызывают значительную потерю биологического разнообразия. Стоимость, связанная с биоразнообразием, является существенной экстеральной издержкой, которая не отражается в рыночной цене.

Растущий спрос на древесину и лесоматериалы усиливает давление на леса. Открытый доступ к лесным ресурсам создает стимулы для краткосрочной эксплуатации без капиталовложений в восстановление или устойчивое лесопользование. Кроме того, государство часто, по существу, субсидирует вырубку лесов под корень, предоставляя лицензии лесозаготовительным компаниям по низкой цене.

Кроме древесины, леса могут приносить доход от добычи ягод, грибов, смол и др. Программы сертификации экологически бережно произведенной лесной продукции могут оказаться успешными, если потребители готовы платить несколько больше за сертифицированный товар. Леса имеют и дополнительную положительную стоимость, выполняя такие функции, как общественное благо и углеродный сток.

Подобно лесным, водные ресурсы также испытывают давление постоянно растущего спроса. Многие страны испытывают постоянную нехватку пресной воды, которая начинается ниже уровня водоснабжения в 2000 кубометров на душу населения в год. По мере роста населения нехватка будет становиться все более серьезной.

Растущий забор воды с водоносных слоев привел к истощению запасов грунтовых вод во многих странах мира. Строительство плотин повышает объем доступных ресурсов пресной воды, между тем, наиболее крупные плотины уже построены и эксплуатируются, а строительство новых связано со значительными издержками для общества и окружающей среды.

Надлежащая политика ценообразования может содействовать консервации водных ресурсов и продвижению технологий для эффективного водопользования. Государство, тем не менее, обычно субсидирует водные ресурсы, поощряя тем самым их чрезмерное использование. Лучшим подходом к управлению лесными и водными ресурсами является экологический менеджмент, направленный на балансирование экономических и экологических функций.

Вопросы для обсуждения

1. В отличие от океанских рыбных запасов, леса могут находиться в частном владении. Экономическая теория утверждает, что частная собственность создает стимулы для эффективного управления. В какой степени это справедливо для лесов, находящихся в частной собственности? Благоприятно ли для окружающей среды эффективное управление?
2. Как можно сравнить стоимость лесоматериалов с их ценностью в поддержке биологического разнообразия? Какие изменения в методах управления и правах собственности могут способствовать достижению двойных целей экономической прибыльности и сохранения окружающей среды?
3. В чем экологический и экономический анализ водных систем напоминает анализ лесного и рыбного хозяйства? В чем они различаются? Какие проблемы управления водным хозяйством могут решаться с помощью рыночных механизмов, а какие требуют государственного или общественного управления?

Список литературы

1. Бобылев С. Н. Экономика сохранения биоразнообразия. Повышение ценности природы. Центр экологической политики России, Москва, Изд-во "НАУКА", 1999.
2. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. М.: Аспект Пресс, 1995.
3. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. М., 2003.
4. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
5. Clark, Colin. The Optimal Management of Renewable Resources. 2nd ed. New York: Wiley, 1990.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Agriculture, 1996. FAO: Rome, 1997.
7. Harris, Michael. Lament for an Ocean: The Collapse of the Atlantic Cod fishery. Toronto, Ontario: M&S Publishing, 1998.
8. McGinnis, Michael, and Elinor Ostrom. "Design Principles for Local and Global Commons." In The International Political Economy and International Institutions, Vol. 2. Edited by Oran P. Young. Cheltenham, England: Edward Elgar, 1996.

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ: ПОСЛЕДСТВИЯ
И ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ**

Глава 14. Загрязнение: анализ и стратегии реагирования

Центральные вопросы главы:

- *Как лучше всего бороться с загрязнениями?*
- *Как сбалансировать затраты и результаты ограничения загрязнений?*
 - *Следует ли разрешить торговлю разрешениями на загрязнения?*
- *Что делать с долгоживущими и накапливающимися загрязняющими веществами?*

Экономика контроля над загрязнениями

Одной из функций, выполняемых окружающей средой, является функция стока или ассимиляционная функция, т.е. способность поглощать отходы и загрязняющие вещества. Эта функция весьма существенна для жизни общества и экономических систем, и, тем не менее, ею часто злоупотребляют, выбрасывая чрезмерные объемы загрязняющих веществ. Возникает два вопроса. Во-первых, с учетом того, что любое общество неизбежно вырабатывает отходы своей деятельности, какой объем загрязнений можно считать приемлемым? Во-вторых, как наилучшим образом снижать загрязнения до этого приемлемого уровня?

Какой объем загрязнений является недопустимым?

Если воспользоваться экономическим подходом в ответе на этот вопрос, нам придется сравнить предельные затраты и результаты, связанные с генерирующей загрязнение деятельностью. Мы видели в главе 3, что это ведет к понятию оптимального уровня загрязнения, т.е. такой концентрации загрязняющих веществ, при которой точно сбалансированы предельные социальные выгоды и затраты. Если на этот вопрос взглянуть с другой стороны, то это сравнение предельной стоимости мер по охране окружающей среды со стоимостью ущерба от загрязнений (рис. 14.1). При таком подходе, уменьшение загрязнений имеет смысл до тех пор, пока стоимость мер по очистке ниже выгоды, получаемой от сокращения ущерба.

Выбор мер по охране окружающей среды

В 3 главе мы обсуждали налоги на загрязнение или плату, собираемую за каждую единицу выбросов. Есть и другие возможности, например, нормирование. В этом случае государство устанавливает предельно допустимые уровни загрязнения или вводит разрешения на загрязнение с правом переуступки, которые позволяют компаниям осуществлять выбросы до

Затраты на очистку
выбросов от загрязнений
на единицу выбросов (в \$)

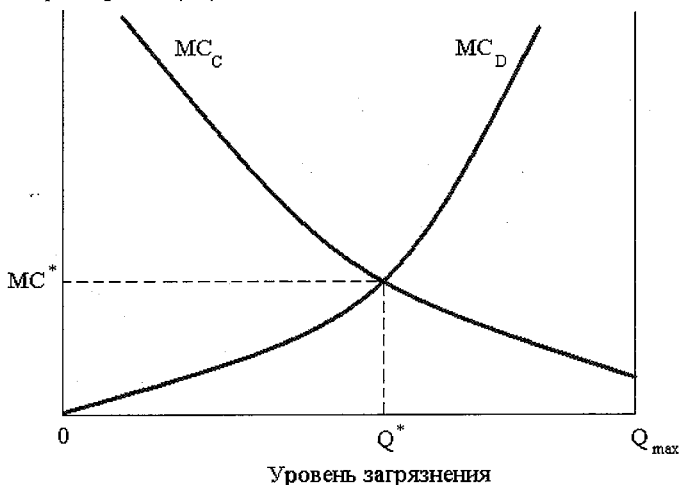


Рис. 14.1 Предельные затраты на очистку выбросов и ущерб от выбросов

пределов, на которые они имеют разрешения. Право переуступки подразумевает, что компании могут продавать и покупать эти разрешения, при этом предприятия с низким уровнем выбросов могут продавать лишние разрешения, а предприятия с высоким уровнем выбросов — покупать дополнительные разрешения.

В этой главе мы рассмотрим вопрос об уровне и методах борьбы с загрязнениями, главным образом, в терминах экономического анализа. В то же самое время, следует помнить об ограниченности чисто экономического подхода. Рассматривая последствия загрязнения мы не можем измерить все связанные затраты и выгоды в экономических терминах. Особенно это

проявляется в случае, когда на окружающую среду воздействует множество загрязняющих веществ и основной проблемой является накапливаемый ущерб и деградация экосистемы, или когда результаты воздействия стойких загрязняющих веществ еще неизвестны.

В этих случаях экономический анализ может и не охватить всю полноту последствий для экосистемы. Тем не менее, экономический анализ важен для понимания того, как различные методы борьбы с загрязнениями влияют на предприятия и отдельных лиц, и ту роль, которую играют экономические стимулы в изменении поведения в области производства и потребления продуктов, приводящих к загрязнению окружающей среды.

Предельные затраты и выгоды очистки выбросов

Рассмотрим вначале вопрос об уровне загрязнений. На рис. 14.1 показан самый общий анализ, применимый ко многим проблемам борьбы с загрязнениями. На горизонтальной оси – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых какой-то отраслью промышленности, при этом возрастание уровня загрязнений идет слева направо. Максимальный уровень Q_{\max} показывает ожидаемое количество загрязняющих веществ при отсутствии мер по борьбе с загрязнениями. При реализации мер по борьбе с загрязнениями, количество выбрасываемых загрязняющих веществ упадет ниже уровня Q_{\max} , сдвинувшись влево по горизонтальной оси.

MC_D , кривая предельной стоимости ущерба, показывает предельные затраты, связанные с выбросами загрязняющих веществ. Эти затраты растут нелинейно, почти экспоненциально, указывая на то, что рост выбросов наносит больший ущерб в том случае, если окружающая среда уже загрязнена. Это согласуется со здравым смыслом и научными доказательствами. Например, небольшое количество выхлопных газов в ясную погоду может лишь раздражать, но если то же количество добавляется на загазованном перекрестке в час пик, это может вызвать значительные проблемы с дыханием.

MC_C , предельные затраты на очистку выбросов, увеличиваются при снижении уровня загрязнений (двигаясь справа налево на графике). Это также подтверждается здравым смыслом. В целом, легче очищать первые несколько единиц загрязняющих веществ, чем снижать общий уровень загрязнений. Когда мы

приблизимся к нулевому уровню загрязнений, стоимость борьбы взлетит вверх и для многих загрязняющих веществ нулевой уровень потребует полного закрытия производства.

Экономическая теория указывает на то, что оптимальный уровень мер по борьбе Q^* достигается в точке, где предельная стоимость ущерба равна предельной стоимости мер по борьбе с загрязнениями. В точке Q^* затраты на очистку дополнительной единицы загрязнения больше выгоды, которую они приносят за счет сокращения ущерба. С другой стороны, очистка на одну единицу меньше повысит ущерб в большей степени, чем сократит затраты на борьбу. Поэтому Q^* является наиболее эффективным уровнем очистки. Это балансирование предельных затрат на очистку с предельной стоимостью ущерба известно как принцип равных предельных затрат.

На нашем графике довольно легко найти Q^* , а вот как найти этот оптимум в реальной жизни? Это довольно трудно, поскольку мы обычно точно не знаем форму и положение кривых предельных затрат. Как мы видели в главе 6, оценка ущерба, наносимого окружающей среде, не является точной наукой и использует много экспертных оценок. Стоимость мер по очистке выбросов от загрязнений легче оценить, основываясь на промышленном опыте, но и здесь может присутствовать некоторая неопределенность.

В промышленности стоимость мер по борьбе с загрязнениями часто завышается. Например, автомобильная промышленность утверждала, что борьба с выхлопными газами значительно повысит стоимость автомобилей. На практике, реализация значительно более жестких стандартов на автомобильные выхлопные газы практически не оказала заметного влияния на стоимость автомобилей.

Аналогичным образом, в электроэнергетике предрекалась высокая стоимость сокращения выбросов оксидов серы (SO_x), в то время как реальные затраты (как показывает стоимость разрешений на выбросы SO_x , обсуждаемая ниже) оказались значительно ниже. С другой стороны, иногда стоимость реализации мер по борьбе с загрязнениями может оказываться выше, чем ожидалось, как это часто случалось при очистке токсичных отходов.

Несмотря на наличие неопределенности, принцип равных предельных затрат является основным в экономическом анализе мер по борьбе с загрязнениями. Даже если мы не можем точно определить цель, мы знаем, что лучше использовать эффективные меры, т.е. такие, которые дают максимальный эффект при минимальных затратах. Экономический анализ может помочь нам найти эффективные меры и проанализировать достоинства и

недостатки различных подходов. В следующих разделах мы рассмотрим некоторые возможные меры для борьбы с загрязнениями с этой точки зрения.

Меры по борьбе с загрязнениями: нормативы, налоги, разрешения

Одним из возможных вариантов мер по борьбе с загрязнениями является прямое регулирование деятельности, создающей загрязнение. Государство может установить нормативы загрязнений для отдельных отраслей промышленности или продукции при условии принятия соответствующих законов. Многие люди сталкиваются с такими нормативами, например, при прохождении технического осмотра автомобилей. Определенные компоненты выхлопных газов не должны превышать заданных норм. Если в каком-то автомобиле наблюдается превышение нормы, работа двигателя должна быть соответствующим образом отрегулирована.

Каковы достоинства и недостатки нормативов с экономической точки зрения? Очевидное достоинство состоит в том, что норматив может точно предписать определенный результат. Это особенно важно для таких веществ, которые представляют явную угрозу для здоровья населения. Путем введения одинаковых правил для всех производителей мы можем быть уверены, что ни одна фабрика, ни один продукт не превысит опасный уровень выбросов загрязняющих веществ.

С другой стороны, система, в которой все действующие субъекты должны удовлетворять одному стандарту, является негибкой. Жесткие нормативы хороши, когда все виды деятельности, приводящие к загрязнениям, примерно одинаковы. Например, автомобили разных марок в достаточной степени близки, чтобы наложить на всех одинаковые ограничения на выбросы. А если взять какую-нибудь отрасль промышленности со многими предприятиями разных размеров и возраста? Будет ли иметь смысл применять одно и то же правило для каждого предприятия? Некоторые нормативы окажутся невыполнимыми для более старых предприятий, что может вынудить их владельцев просто закрыть предприятие. С другой стороны, те же нормативы могут быть слишком мягкими для современных производств, что позволит им выбрасывать загрязняющие вещества, которые можно было ликвидировать без значительных затрат.

В случае отрасли промышленности с различными видами производств и оборудования имеет смысл использовать рыночную систему борьбы с загрязнениями. Одним из вариантов такой системы является введение налога или платы за каждую единицу выбросов. Как мы видели в главе 3, налог на загрязнение отражает принцип интернализации экстерналильных издержек. Если производители должны нести издержки, связанные с загрязнением в виде платежей за каждую единицу выбросов, в их интересах будет искать пути снижения загрязнения при условии, что предельные затраты на снижение уровня загрязнения ниже налогового бремени.

Итак, пусть Q_{\max} - уровень загрязнения в отсутствие мер по очистке. Если, как это показано на рис. 14.2, будет введена одинаковая плата, или налог на загрязнение T_1 , уровень загрязнения снизится до Q_1 . Для производителя предпочтительнее снизить выбросы до этого уровня, затратив на это сумму E (площадь под кривой предельных затрат - суммарные затраты на очистку выбросов в объеме Q_{\max} минус Q_1), чем платить штраф, равный $E+F$. Производителям также придется вносить плату, равную $B+D$ за сохраняющийся объем выбросов Q_1 . Таким образом, их суммарные затраты, возникающие от борьбы с загрязнениями будут равны $B+D+E$. Эта сумма меньше, чем $B+D+E+F$, которую бы им пришлось заплатить, не предприняв они никаких мер по сокращению выбросов.

Если плата за единицу выбросов будет повышена и равна T_2 , производители сократят выбросы до уровня Q_2 . Это приведет к повышению затрат на очистку выбросов, равным $C+D+E$, и платы за остающиеся загрязнения $A+B$. Дополнительные единицы сокращения загрязнения потребуют более высоких предельных затрат, но до тех пор, пока эти затраты меньше T_2 , производители пойдут на дополнительные затраты, чтобы избежать штрафов за единицы выбросов между Q_2 и Q_1 .

Какой из этих уровней налога справедливее? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо оценить реальный ущерб от загрязнения. Отметим, что кривая предельных потерь от загрязнения на рис. 14.1 была опущена на рис. 14.2. Это согласуется с реальной жизнью, когда мы обычно точно не знаем величину ущерба в экономическом выражении. Это приводит к тому, что установленная плата за загрязнение может оказаться или слишком высокой, или слишком низкой.

Затраты на очистку
выбросов на единицу
выбросов (в \$)

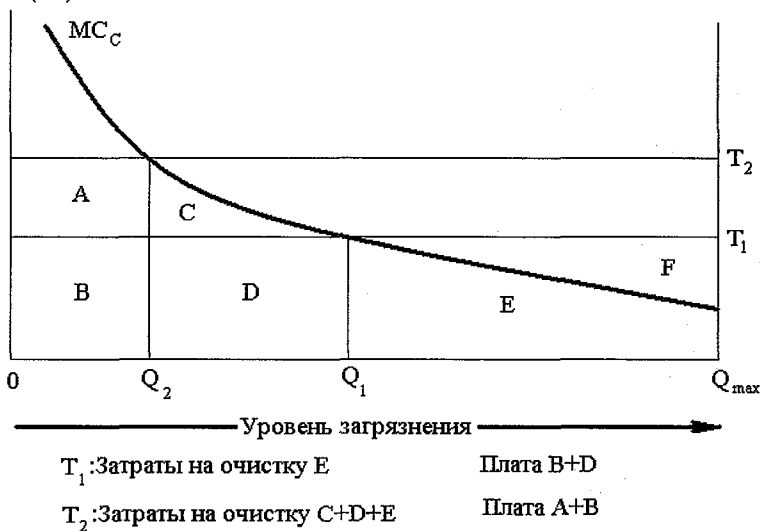


Рис. 14.2 Плата за единицу выбросов

Отметим, однако, что для любого заданного уровня налога реакция производителей будет экономически эффективной. В том случае, когда у различных производителей затраты на борьбу с выбросами загрязняющих веществ различаются, они могут независимо решать, какой уровень сокращения выбросов имеет для них смысл. Те, у кого затраты на снижение выбросов высоки, будут снижать выбросы в меньшей степени, но платить больше за остающиеся выбросы. Те, кто может сократить выбросы при небольших затратах, снизят общую сумму платежей, вносимую за загрязнение.

Эта логика минимизации затрат приводит к тому, что затраты на очистку направляются туда, где они достигают наибольшего эффекта. Здесь проявляется другое приложение принципа равенства предельных затрат – предельные затраты уравниваются среди всех производителей. Если уровень налога отражает истинный ущерб, то окажется, что предельные затраты на борьбу с загрязнениями для всех производителей будут равны предельным выгодам от сокращения ущерба.

Разрешения на выбросы с правом переуступки

Экономическая эффективность налогового метода борьбы с загрязнениями является его очевидным достоинством. Одним из недостатков этого метода, тем не менее, является невозможность предсказания суммарного количества сокращения загрязнений, которое произведет данная ставка налога. Это зависит от формы кривой MC_C , показанной на рис. 14.2, которая, как мы отметили, обычно неизвестна лицам, разрабатывающим политику.

Допустим, что целью политики является более точное и определенное сокращение уровня загрязнений в регионе. Например, может быть поставлена задача сократить выбросы окислов серы и азота (которые вызывают кислые осадки) на 50 процентов в пределах какого-то района. Как же достичь такого конкретного результата, да еще сделать это экономически эффективным способом?

Одним из подходов, который впервые был реализован в США в 1990 г. на законодательном уровне, является введение системы переуступаемых разрешений на выбросы. Общее количество выдаваемых разрешений равно желаемому плановому уровню загрязнений. Эти разрешения затем могут быть распределены между существующими предприятиями или проданы на аукционе. После распределения они могут передаваться или продаваться между компаниями и заинтересованными лицами. Компании сами решают, что им выгоднее – сократить выбросы или купить разрешение на загрязнение. При этом суммарное количество загрязняющих веществ, выброшенных всеми компаниями, не может превысить максимальное количество, установленное общим количеством разрешений.

В рамках такой системы, какие-то группы, заинтересованные в сокращении загрязнений, могут купить разрешения и навсегда погасить их, снижая, тем самым, суммарный уровень выбросов ниже планового показателя. Разрешения также могут выпускаться для конкретного периода времени, после которого выпускается меньшее количество разрешений, снижая, тем самым, общий уровень загрязнений. Рис. 14.3 иллюстрирует упрощенную версию системы переуступаемых разрешений на выбросы.

В этом упрощенном примере мы рассматриваем только две фирмы, каждая из которых выбрасывает по 50 единиц загрязняющих веществ. Целью политики является общее сокращение 40 единиц загрязняющих веществ. Поэтому сумма сокращений этими двумя фирмами должна равняться 40 единицам. Однако, предельные затраты у этих двух фирм различаются. На рис. 14.3 показаны

различные способы распределения между фирмами, с помощью которых может быть достигнуто желаемое сокращение в 40 единиц.

Кривые предельных затрат на сокращение загрязнений (MC_C) для этих двух фирм нарисованы в различных направлениях на той же самой оси, при этом сокращение загрязнений фирмой 1 идет слева направо, а фирмой 2 справа налево. Графически нетрудно найти точку, в которой удовлетворяется принцип равенства предельных затрат (т.е. точку, в которой предельные затраты на сокращение загрязнений обеих фирм равны между собой).

Две фирмы вместе выбрасывают 100 единиц загрязнений. Чтобы достичь 40-единичного сокращения, должно быть выпущено только 60 разрешений. Допустим, первоначально каждая из фирм получила по 30 разрешений. Если разрешениями нельзя торговать, каждая фирма должна будет сократить выбросы с 50 до 30, т.е. на 20 единиц. Это показано в середине графика. В этой точке предельные затраты на сокращение загрязнений составляют 200 долларов для фирмы 1 и 600 долларов для фирмы 2. Это такой же результат, как и при использовании одинакового правила, ограничивающего каждую компанию максимальным уровнем выбросов в 30 единиц.

При этом цели политики с точки зрения сокращения выбросов полностью достигнуты. Только этот путь экономически неэффективен. Суммарные затраты каждой фирмы на сокращение загрязнений можно видеть на графике в виде площади под кривой MC_C . Суммарные затраты фирмы 1 на сокращение выбросов равны площади $A = 2000$ долларов, суммарные затраты для фирмы 2 равны площади $B + C + D = 6000$ долларов. Суммарные затраты для достижения сокращения выбросов на 40 единиц равны $A + B + C + D = 8000$ долларов. Тем не менее, эти фирмы могли бы улучшить свое положение и общую экономическую эффективность, если бы разрешениями можно было торговать.

Для фирмы 1, у которой ниже предельные затраты на сокращение выбросов, было бы выгодно сократить выбросы еще на 10 единиц (всего на 30 единиц), используя таким образом только 10 разрешений и продав лишние 10 фирме 2. Фирме 2 будет выгодно купить 10 разрешений, что позволит сократить загрязнение только на 10 единиц. Равновесная цена для разрешений составит 300 долларов, что представляет стоимость предельных затрат на сокращение выбросов для обеих фирм в точке, где фирма 1 сокращает выбросы на 30 единиц, а фирма 2 на 10 единиц.

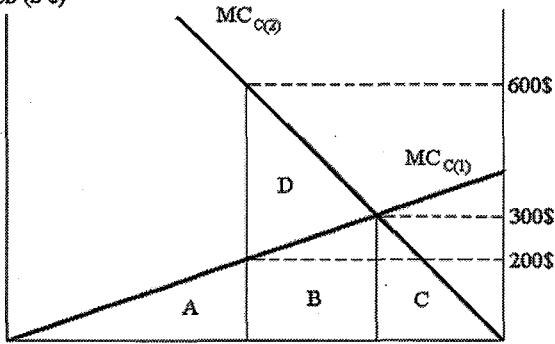
В этой новой точке равновесия, суммарные затраты для фирмы 1 равны площади $A + B = 4500$ долларов, а суммарные затраты для фирмы 2 равны площади $C = 1500$ долларов. Общие затраты составят

только 6000 долларов. Та же самая цель по сокращению выбросов была достигнута при меньших затратах. Площадь $D = 3000$ долларов представляет чистую экономию от использования более эффективного решения. Рис. 14.3 показывает затраты при наличии и в отсутствие системы переуступаемых разрешений. Отметим, что торговля сокращает суммарные затраты для каждой фирмы, также как и для обоих вместе.

В некотором смысле, система переуступаемых разрешений объединяет преимущества прямой регуляции и системы платы за загрязнение. Она позволяет установить определенный предел общим уровням загрязнений и использовать рыночный механизм для нахождения эффективного метода достижения цели. Экономически выгодно обеим участвующим фирмам, как показывает наш пример, достичь заданного сокращения выбросов при минимальных затратах. Кроме того, другие заинтересованные стороны могут усилить борьбу с загрязнениями путем покупки и погашения разрешений на загрязнение. Сокращение загрязнений может быть ужесточено со временем путем выпуска меньшего количества разрешений.

Торговое равновесие, показанное на рис. 14.3, согласуется с принципом равенства предельных затрат, поскольку в точке торгового равновесия предельные затраты на борьбу с загрязнениями для всех фирм равны. В нашем примере, для простоты использовалось только две фирмы, но этот же принцип можно легко распространить на всю промышленность со многим количеством фирм. Эта единообразная предельная стоимость борьбы с загрязнениями будет также равновесной ценой разрешения на выбросы. Компаниям будет выгодно покупать разрешения на выбросы, если цена на это разрешение ниже предельных затрат на сокращение выбросов и наоборот, - продавать разрешения, когда цена на разрешение выше этих затрат.

Затраты на очистку
выбросов на единицу
выбросов (в \$)



	Объем сокращенных выбросов									
Фирма 1	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Фирма 2	40	35	30	25	20	15	10	5	0	
					↑		↑			
					Первоначальное распределение		Распределение после торговли			

До торговли				
	Количество выпущенных разрешений	Количество сокращенных выбросов	Затраты на очистку выбросов	
Фирма 1	30	20	2000 \$	
Фирма 2	30	20	6000 \$	
	60	40	8000 \$	
После торговли				
	Количество сокращенных выбросов	Затраты на очистку выбросов	Стоимость проданных разрешений	Чистые затраты
Фирма 1	30	4500 \$	3000 \$ Доход	1500 \$
Фирма 2	10	1500 \$	3000 \$ Платеж	4500 \$
	40	6000 \$	0 \$	6000 \$

Рис. 14.3 Система переуступаемых разрешений на выбросы

Приведем еще один простой пример, на уровне здравого смысла, демонстрирующий достоинство системы переуступаемых разрешений по сравнению с нормированием. Допустим, в ответ на ухудшающееся качество воздуха в городах в один прекрасный день выходит закон, устанавливающий предельное содержание вредных веществ в выхлопных газах автомобилей на таком низком уровне, который практически не достигим никаким регулированием двигателя, например, на «Жигулях». Такой закон вынудит всех многочисленных владельцев «Жигулей» поставить их на прикол и прекратить ездить на автомобилях и выполнять работу. Это создаст проблемы и нанесет прямой ущерб многим людям и предприятиям. Современные автомобили иностранного производства заведомо удовлетворяют этим новым нормативам, между тем, их владельцы, потратившие на их приобретение немало средств, никакого материального поощрения от введения такого закона тоже не получают. А вот если бы вместо нормирования была бы введена система переуступаемых разрешений, ситуация изменилась бы коренным образом. Владельцы «Жигулей» начали бы покупать разрешения на выбросы и продолжали бы ездить и работать, при этом, подсчитывая, что правильнее, покупать разрешения, или, в конце концов, потратиться на современный автомобиль, что в принципе возможно, пока люди сохраняют работу. Владельцы современных технологически продвинутых автомобилей продавали бы часть разрешений на выбросы, получая компенсацию за использование экологически более чистого транспортного средства. При этом суммарный уровень выбросов в городе снизился бы до заранее заданных уровней.

Однако, система переуступок прав на загрязнение не всегда является идеальным средством борьбы с загрязнениями. Система торговли разрешениями успешно использовалась в США для сокращения выбросов двуокиси серы, начиная с 1990 г. (после выхода поправок к закону о чистом воздухе) и является основным средством для сокращения выбросов углекислого газа в рамках Киотского протокола. Между тем, при принятии решения о том, какие меры являются наилучшими: налоги на выбросы, прямое регулирование или разрешения зависит от многих факторов в зависимости от конкретной цели. В следующем разделе мы рассмотрим некоторые из этих вопросов и проанализируем несколько примеров практической борьбы с загрязнениями.

Практические меры по борьбе с загрязнениями

Одним из основных факторов при разработке мер по борьбе с загрязнениями является характер загрязнений. Какой масштаб принимают последствия загрязнений, локальный, региональный или глобальный? Возрастают ли последствия линейно с ростом загрязняющих веществ, или они носят нелинейный или пороговый характер? (См. рис. 14.4).

Рассмотрим, например, такой тяжелый металл, как свинец. Если какое-то предприятие выбрасывает свинец в качестве основного загрязняющего вещества, это ставит под серьезную угрозу здоровье тех, кто живет в непосредственной близости от этого предприятия. Небольшое количество свинца в крови может наносить серьезный вред нервной системе и головному мозгу, особенно у детей. Мы можем сказать, что предельно допустимый уровень содержания свинца в окружающей среде весьма низок и все, что превышает этот порог, может наносить серьезный ущерб (рис. 14.4 b).

Другим важным фактором является распределение воздействия загрязняющего вещества. Наибольший ущерб, скорее всего, будет локальным. Хотя свинцовое загрязнение может распространяться в окружающей среде, самые высокие концентрации будут наблюдаться рядом с источником загрязнения.

Такие рыночные механизмы, как налоги или разрешения на загрязнение, в общем случае неэффективны в предотвращении ущерба от свинцового загрязнения. В рамках системы разрешений, прибыльное предприятие с высоким уровнем выбросов свинца может просто выкупить разрешения и продолжать загрязнять с серьезными последствиями для местных жителей. Аналогичным образом, руководство такого предприятия может предпочесть платить налог на загрязнение вместо того, чтобы сокращать выбросы. Эти рыночные системы могут достичь региональных или национальных целей по ограничению суммарных выбросов свинца, но не смогут защитить здоровье населения. В таких случаях, должны строго нормироваться выбросы для каждого предприятия. Единственно эффективной мерой в отношении производства освинцованного бензина или свинцовых белил является полное их запрещение.

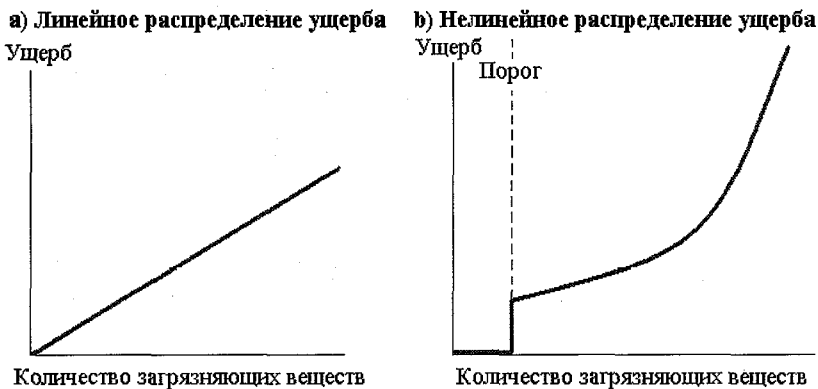


Рис. 14.4 Линейная и нелинейная зависимости ущерба от загрязнения окружающей природной среды

Рыночные механизмы лучше работают в случае равномерно перемешанных загрязняющих веществ. Примером могут служить окислы серы (SO_x). Эти газы, которые способствуют образованию кислотных дождей, выбрасываются многими видами производственного оборудования, особенно тепловыми электростанциями, работающими на нефти и угле. Они переносятся ветром на большие расстояния, создавая региональные проблемы загрязнения. При разработке мер по ограничению ущерба от таких загрязнений неважно, какой именно источник снизит выбросы, главное, чтобы снижался общий уровень загрязнений. Здесь хорошо применимы схемы торговли разрешениями или введение налогов на выбросы.

Как было отмечено, поправки к закону о чистом воздухе в США 1990 г. с введением системы торговли разрешениями, принесли очень хорошие результаты. Было достигнуто значительное снижение выбросов SO_x и цены на разрешения на выбросы упали, как только было достигнуто значительное улучшение технологий снижения выбросов (см. блок 14.1).

Аналогичная схема торговли разрешениями успешно работает с 2001 г. в Великобритании и направлена по сокращению выбросов углекислого газа. С вступлением в силу Киотского протокола, такой механизм впервые запущен на международном уровне, и начиная с 2004 г. уже существует международная биржа по торговле

единицами сокращенных выбросов углекислого газа, в которой активно участвуют страны Европейского Союза, Индии и Китая.

Разработка мер становится более сложной в случае неравномерно перемешанных загрязняющих веществ. Рассмотрим случай загрязнения воды в крупной реке, которая протекает через множество городских, промышленных и сельскохозяйственных зон. Река будет переносить различные виды загрязняющих веществ из различных источников. Некоторые из них могут быть точечными источниками загрязнений как, например, сточные трубы от производств или очистных сооружений. Значительная часть может поступать из рассредоточенных источников загрязнений, таких как, сельскохозяйственные удобрения и пестициды, или сток масел, солей и других загрязняющих веществ с дорог и городских районов.

В этом случае важным фактором может быть уровень внешних загрязнений в реке, выраженный в виде концентраций загрязняющих веществ в кубическом метре воды. Для внешнего загрязнения могут существовать предельно допустимые пороговые значения (как показано на рис. 14.4 б). Если уровень загрязнений превышает этот порог, на основе оценки вклада отдельных источников в общий уровень загрязнения, могут быть рассчитаны нормы для сокращения выбросов от таких точечных источников. Они могут быть разными в зависимости от места и характера источника. Из-за трудности введения платы за загрязнения или схемы торговли разрешениями, преобладает точечный контроль загрязнения воды у источника, нормы которого зависят от вида загрязняющих веществ и загрязнителя, включая очистные сооружения и промышленные объекты.

Еще сложнее бороться с загрязнениями от рассредоточенных источников. Широко распространенные источники такого загрязнения требуют водохозяйственных мероприятий на водосборе, что включает изменение технологий промышленного и сельскохозяйственного производства, а также охрану земель, окружающих водные ресурсы общего пользования. Водохозяйственные мероприятия могут использовать различные инструменты, в том числе и рыночного характера, вроде налогов на удобрения и пестициды, или субсидий на борьбу с эрозией почв. Кроме того, важным элементом мероприятий может стать зонирование территорий для предотвращения размещения новых загрязняющих производств или консервация земель.

Пример 1.

Торговля разрешениями на выбросы двуокиси серы

В 1990 г. поправки к закону об охране воздушной среды в США создали национальную программу, которая разрешала торговлю и банковские операции для разрешений на выбросы двуокиси серы (SO_2). Компании по производству электроэнергии, выбрасывающие SO_2 в атмосферу, могли продавать разрешения или квоты другим компаниям. Неиспользованные квоты могли быть положены в «банк» для использования в будущем. Путем сокращения общего количества выдаваемых квот, суммарные выбросы SO_2 в масштабе страны постепенно сокращались.

Экономическая теория утверждает, что система разрешений на выбросы с правом переуступки приводит к тому же уровню сокращения выбросов, что и введение нормативов, только при существенно меньших затратах. Даллас Бартроу, один из ведущих американских экономистов, занимающихся проблемой ресурсов, отмечал, что рынок квот на SO_2 является первой практической проверкой экономической теории. Что же показала эта почти 15-летняя проверка, произошло ли сокращение выбросов при реальном снижении себестоимости?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо эффекты торговли выбросами отделить от других факторов. Падение цен на уголь с низким содержанием серы в 90-е годы прошлого столетия и технический прогресс могли и сами по себе снизить себестоимость сокращения выбросов без введения торговой системы. Бартроу отмечает, что система торговли, главным образом, подстегнула инновации в технологиях сокращения выбросов и организационном поведении. Выделение снижения затрат только за счет введения программы торговли выбросами загрязняющих веществ достаточно сложно.

С использованием статистических методов, группа исследователей оценила экономию затрат, напрямую связанную с введением системы торговли в 250 миллиардов долларов в год до 2000 г., когда в программу были включены только наиболее загрязняющие электростанции. После 2000 г., когда программой были охвачены все компании, производящие электроэнергию в США, годовая экономия составила 784 миллиарда долларов. Количество продаж в первые годы запуска программы было ниже, чем ожидалось из-за неопределенности цен, неотработанности процедур, норм потребления угля в различных штатах и других факторов. Снижение себестоимости было бы выше, если бы число продаж было выше.

В целом план по торговле разрешениями на выбросы SO_2 оказался эффективным с точки зрения сокращения выбросов в национальном масштабе. Фактические выбросы SO_2 оказались на 35 процентов ниже установленного предела. Хотя экономия затрат оказалась ниже ожидаемой вначале, она весьма существенна и внесла большой вклад в успех программы.

Уроки, извлеченные из опыта торговли разрешениями на выбросы SO_2 , следует учесть при торговле единицами сокращения выбросов CO_2 для предотвращения глобального изменения климата. Следует упростить административные процедуры, установить реалистичные цели по сокращению и содействовать более быстрому вхождению в процесс торговли наибольшего количества участников.

Выбор стратегии: налоги на загрязнение или торговля разрешениями на выбросы

Очевидно, что рыночные механизмы могут играть важную роль в борьбе с загрязнениями. Как налоги на загрязнения, так и система торговли выбросами могут содействовать эффективности, хотя, как мы видели, они не всегда являются наилучшей стратегией. Когда решен вопрос об использовании рыночных методов, возникает вопрос, какой из рыночных методов лучше. Если мы выберем налоги, какими они должны быть? Если мы выберем разрешения, сколько их следует выпускать и кому передавать?

Выбор между налогами и разрешениями тесно связан с формой кривых предельных затрат на очистку выбросов и предельных стоимостей ущерба, показанных на рис. 14.1. Рассматривая, как работают эти стратегии, мы сосредоточили свое внимание на проблемах, связанных с кривой предельных затрат на очистку выбросов от загрязнений. Тем не менее, при выборе стратегии, мы также должны рассмотреть предельные стоимости ущерба и взаимосвязи между этими двумя кривыми. Пара примеров может показать, почему, собственно, это важно.

Допустим, что для какого-то конкретного загрязняющего вещества кривая предельных стоимостей ущерба имеет большую крутизну или неэластична, т.е. ущерб быстро нарастает по мере роста уровня загрязнения. С другой стороны, себестоимость борьбы с этим загрязнением достаточно стабильна, предельные затраты медленно растут по мере сокращения загрязнения. Это показано на рис. 14.5.

Затраты на очистку
выбросов на единицу
выбросов (в \$)

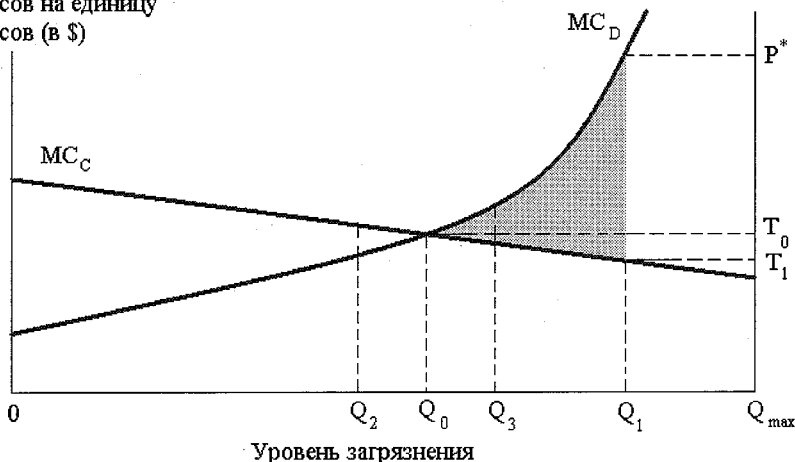


Рис. 14.5 Зависимость предельных затрат на очистку выбросов при высокой крутизне кривой предельного ущерба

В этом случае введение налога на загрязнение достаточно рискованно, поскольку малая ошибка в установлении уровня налога может привести к большому росту ущерба от загрязнения. На рис. 14.5 соответствующий уровень налога, балансирующий предельные стоимость ущерба и затраты на очистку, будет равен T_0 , что приведет к уровню загрязнений Q_0 . Однако, если налог будет установлен чуть-чуть ниже, на уровне T_1 , это приведет к тому, что компании начнут сокращать затраты на борьбу с загрязнениями и выбросы установятся на уровне Q_1 , что приведет к росту предельной стоимости ущерба до P^* . Большой заштрихованный треугольник показывает чистые общественные потери от этого дополнительного ущерба.

Подобный характер стоимости ущерба может быть связан с таким загрязняющим веществом, как метиловая ртуть, которая может вызывать серьезный ущерб для нервной системы при превышении концентрацией очень низкого порога толерантности. В этом случае существенно более эффективной стратегией является система борьбы с загрязнениями, основанная на количественных значениях. Переуступаемые разрешения или прямое нормирование могут ограничить уровень загрязнений до Q_0 . Незначительная ошибка в

любом направлении при установлении предельно допустимого уровня загрязнений (Q_2 или Q_3) вызвала бы существенно меньшие чистые общественные потери (маленькие треугольники между кривыми предельных затрат и ущерба от Q_0 до Q_2 или от Q_0 до Q_3).

Противоположная картина наблюдается, когда кривая предельных стоимостей ущерба относительно пологая, а кривая предельных затрат на борьбу с загрязнениями имеет большую крутизну, как это показано на рис. 14.6. Здесь затраты на сокращение загрязнений быстро растут выше определенного уровня, в то время как стоимость ущерба довольно стабильна.

В этом случае, установление предельных уровней загрязнений могут привести к более серьезному риску возникновения ошибок. Идеальным контрольным уровнем было бы значение Q_0 , но установление более жестких нормативов на уровне Q_1 вызовет быстрый рост предельных затрат на снижение уровня загрязнений до уровня P^* . При этом чистые общественные потери показаны заштрихованным треугольником. С другой стороны, налоговая политика может отклониться от оптимального уровня T_0 без особых отрицательных последствий в виде излишних затрат или излишнего ущерба. Результатом налоговой политики при слишком высоком (T_1) или слишком низком (T_2) уровне налогов будет лишь малое отклонение от контрольного уровня Q_0 , что приведет к чистым общественным потерям, равным площади маленьких треугольников между кривыми MC_C и MC_D , между уровнями Q_0 и Q_2 или Q_0 и Q_3 .

Представители промышленности часто утверждают, что слишком жесткое государственное регулирование приводит к высоким затратам при ограниченной выгоде. Как мы видели, это не совсем так. В то время, как для всей отрасли промышленности затраты на борьбу с загрязнениями могут быть весьма высокими, налог или плата за загрязнения позволит компаниям принять собственное решение по поводу мер по борьбе с загрязнениями. Никто не будет вынуждать их нести непомерные затраты, но в то же время налог потребует учета интернализации общественных издержек от загрязнения окружающей среды. Например, налог на использование удобрений или пестицидов может подтолкнуть работников сельского хозяйства искать более экологически чистые методы сельскохозяйственного производства и в то же время использовать химические удобрения там, где это рентабельно.

Затраты на очистку
выбросов на единицу
выбросов (в \$)

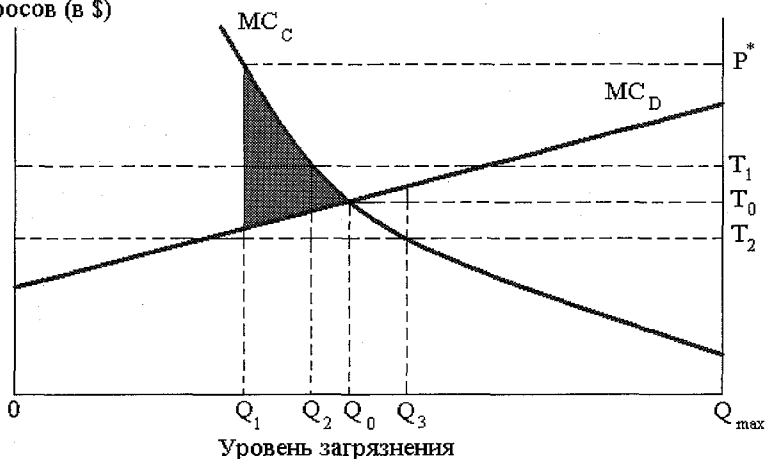


Рис. 14.6 Зависимость предельного ущерба от загрязнения при высокой крутизне кривой предельных затрат на очистку выбросов от загрязнений

Систематизация методов по борьбе с загрязнениями

Следующим вопросом в использовании рыночных методов борьбы с загрязнениями является, вопрос о том, как мы распределяем разрешения в системе переуступаемых разрешений. Возможным подходом является выпуск разрешений для существующих компаний, вынуждающий вновь образованные компании покупать разрешения на открытом рынке. Такой подход дает преимущество уже существующим компаниям, поскольку они получают нечто, имеющее стоимость (разрешения) совершенно бесплатно. Тем не менее, такая политика может оказаться наиболее приемлемой, поскольку она минимизирует оппозицию отрасли.

Альтернативным подходом является аукцион разрешений, на котором разрешения продаются тому, кто предложил максимальную цену. Достоинством такого подхода является повышение доходов государства, что может быть использовано для снижения каких-либо других налогов. Разрешения, проданные на аукционе, экономически

аналогичны налогам на загрязнения, рыночная цена разрешения эквивалентна, по сути, плате за единицу выбросов.

Воздействие технического прогресса

Рассматривая эффективность различных стратегий, следует оценить их отношение к техническому прогрессу в области борьбы с загрязнениями. Кривые предельных затрат на очистку выбросов от загрязнений не постоянны во времени. Технический прогресс может снижать эти затраты. Это поднимает два вопроса. Первый: как повлияют изменения затрат на сокращение загрязнений и на обсужденные выше методы борьбы с загрязнениями? Второй: какие стимулы создают эти методы для разработки новых, более совершенных технологий борьбы с загрязнениями?

На рис. 14.7 показано, как уровень контроля загрязнений будет меняться при различных стратегиях и меняющихся технологиях. Допустим, мы начнем с уровня очистки Q_0 единиц, достигнутого или при плате за загрязнение T_0 , или при рыночной цене на разрешение P_0 . Затем технический прогресс снижает затраты на очистку до уровня MC^*_C . Как на это прореагируют компании?

В случае налогов на загрязнение у компаний будет стимул повысить уровень очистки до Q_1 . При этом они сэкономят сумму, равную площади A (разница между стоимостью новых мер по снижению загрязнений и налогами на загрязнение, которые они раньше платили за уровень Q_0 , а теперь за уровень Q_1). При системе разрешений результат будет иным. При данных более низких затратах на очистку, цена на разрешение упадет до уровня P_1 (вспомним рис. 14.3 и то, что равновесная цена на разрешение равна предельным затратам на очистку). Общее количество сокращенных единиц выбросов останется тем же самым, равным сумме выпущенных разрешений.

Фактически, система разрешений может производить и нежелательный эффект. Если стоимость очистки значительно снизится для каких-то компаний (использующих новейшие технологии), цена на разрешение упадет, что позволит производствам со старой технологией купить больше разрешений и фактически повысить объем выбросов. Этот неожиданный эффект улучшения технологий очистки, ведущий к увеличению объема выбросов некоторыми компаниями, можно избежать путем сокращения общего количества выпущенных разрешений.

Затраты на очистку
выбросов на единицу
выбросов (в \$)

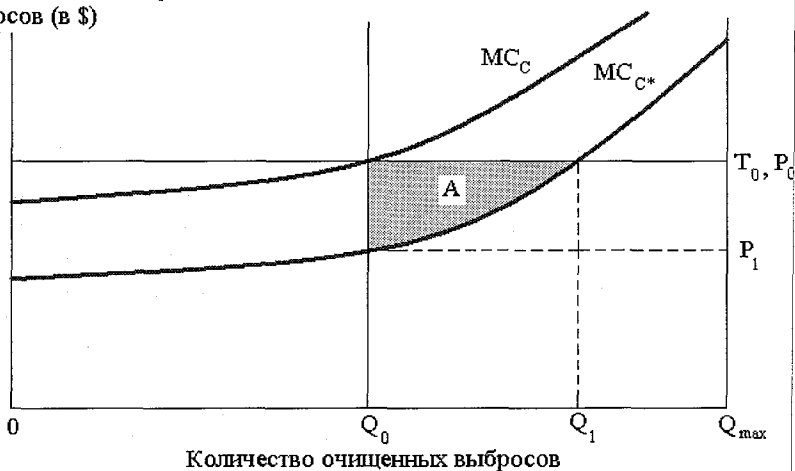


Рис. 14.7 Влияние технического прогресса

Следуя той же логике, можно сделать заключение, что налоги на загрязнение дают лучшие стимулы для разработки более совершенных технологий очистки. При фиксированной плате за загрязнение любая компания может сэкономить путем внедрения более совершенных технологий очистки. В системе разрешений некоторые компании могут «прокатиться зайцем» за счет технологического прогресса других, фактически увеличивая собственный объем выбросов. По этой причине органы, ответственные за схему разрешений, должны быть в курсе технологических изменений, ужесточая со временем процесс распределения разрешений, чтобы давать стимул к разработке все лучших методов борьбы с загрязнениями.

Кумулятивные и глобальные загрязняющие вещества

Проблемы загрязнения часто оказываются продолжительными во времени. Такие органические хлористые соединения, как ДДТ, полихлорбензолы, фреоны, остаются в окружающей среде на десятилетия. Если выбросы таких кумулятивных (накапливающихся) загрязняющих веществ продолжают, их общая концентрация в почве, воздухе, воде и живых организмах устойчиво растет.

Рассмотренный нами тип анализа с использованием предельной стоимости ущерба применим к потоковым загрязняющим веществам, которые оказывают кратковременное воздействие и затем рассеиваются или безвредно поглощаются окружающей средой. Для кумулятивных или накапливающихся загрязняющих веществ, требуется другой тип анализа и другие методы борьбы.

Проблемы кумулятивного загрязнения становятся особенно важными для глобальных загрязняющих веществ. Углерод, метан, фреоны, выброшенные в атмосферу, остаются там десятилетиями и оказывают воздействие в мировом масштабе. ДДТ и другие устойчивые пестициды также получили распространение по всему миру и обнаруживаются в высоких концентрациях в организмах людей и животных даже в Арктике, где эти вещества никогда не использовались.

Полихлорбензолы, ранее используемые в качестве электрических изоляторов, вызвали сильное загрязнение рек, остающееся серьезной проблемой спустя десятилетия после их запрещения. Метилловая ртуть, поглощаемая речной и морской рыбой, сохраняется на десятилетия, повышая свою концентрацию по мере продвижения по пищевой цепочке. С обострением таких проблем необходимо рассматривать соответствующие меры реагирования. Такие меры часто отличаются от тех, которые используются в борьбе с короткоживущими загрязняющими веществами в воздухе и воде.

Рассмотрим пример с озоноразрушающими веществами (ОРВ), среди которых фреоны и другие химические вещества, как, например, метилбромид, используемый в качестве пестицида. Впервые разрушительный эффект фреонов был отмечен в 70-е годы, между тем, прошло много лет, прежде чем масштаб проблемы был осознан. Эти газы, используемые в холодильном оборудовании и других промышленных установках, попадают в стратосферу, где разрушают защитный озоновый слой. По мере разрушения озонового слоя растет интенсивность проникающей солнечной радиации, неблагоприятно воздействующей на кожу человека и наносящей ущерб экосистемам. Полное разрушение озонового слоя приведет к исчезновению большинства форм жизни на Земле, т.к. очень немногие организмы могут выдержать интенсивное ультрафиолетовое облучение. Таким образом, проблема очень серьезна, озабоченность в еще большей степени возросла по мере роста озоновых дыр в полярных регионах.

Для того чтобы проанализировать проблему разрушения озонового слоя, необходимо рассматривать как выбросы, так и накопление фреонов. На рис. 14.8 показана упрощенная взаимосвязь

между этими двумя процессами. В отличие от предыдущих графиков, здесь имеется временная ось (по горизонтали). График показывает характер выбросов за три временных периода длительностью 20 лет каждый. В течение первого периода выбросы устойчиво росли. Во втором периоде уровни выбросов были заморожены, с запрещением дальнейшего роста, но достигнутые уровни выбросов сохранялись. В третьем периоде выбросы существенно сократились, достигнув нулевого уровня.

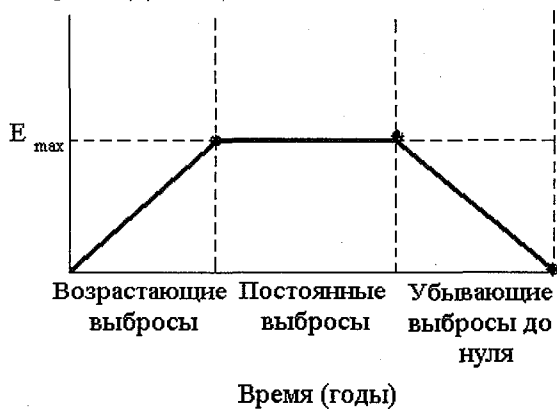
Отметим связь между выбросами и накоплением. По мере роста выбросов, показанного в виде прямой на первой части верхнего графика, накопление носит экспоненциальный характер. Накопление устойчиво растет даже при замораживании уровней выбросов на постоянном уровне. И только когда выбросы сокращены до нуля, скорость накопления начинает замедляться, в конце концов, достигая максимального накопления, которое происходит через 40 лет после достижения максимального уровня выбросов.

Этот упрощенный график показывает суть проблемы. Поскольку ущерб связан с накопленным, а не с текущим уровнем выбросов, воздействие на окружающую среду устойчиво растет, продолжается в течение многих лет после принятия мер по борьбе с загрязнениями. Имея дело с кумулятивными загрязняющими веществами, требуются срочные действия и жесткие меры. Даже в случае принятия таких мер могут произойти необратимые изменения.

Исключительная безотлагательность проблемы разрушения озонового слоя способствовала принятию международного соглашения, известного как Монреальский протокол, подписанный в 1987 г., который предписывает постепенное прекращение использования озоноразрушающих веществ. Последующие поправки усилили международное соглашение и ускорили его реализацию. Несмотря на это беспрецедентное и в целом эффективное международное соглашение, в нем осталось несколько лазеек, которые позволили продолжить производство и нелегальную торговлю озоноразрушающими веществами в некоторых развивающихся странах. Хотя выбросы значительно сократились в соответствии с протоколом, накопленный уровень продолжает расти.

а) Выбросы

Выбросы (E)



б) Ассимиляция

Ассимиляция (A)

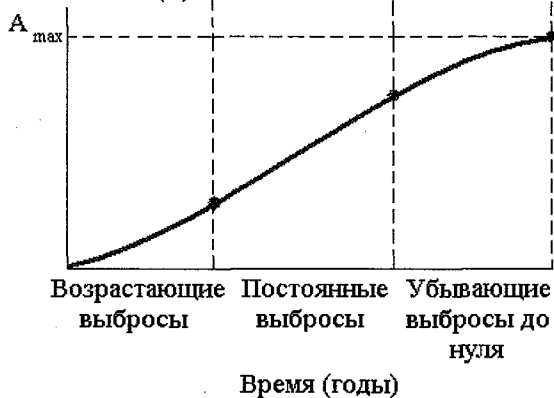


Рис. 14.8 Выбросы и накапливающиеся загрязнители

История с проблемой разрушения озонового слоя показывает сложность адекватного реагирования на кумулятивные загрязнения. Это особенно проявляется в случае глобальных загрязняющих веществ, поскольку эффективные меры требуют соглашения между многими странами. К сожалению, разрушение озонового слоя далеко не единственная проблема с кумулятивным глобальным эффектом. Глобальное изменение климата, как мы увидим в главе 16, связано с аналогичным характером устойчивого накопления парниковых газов. Многие промышленные химические вещества также являются стойкими и долгоживущими в окружающей среде.

Рассмотренные нами в этой главе виды анализа имеют низкую ценность для решения проблем кумулятивных загрязнений. Рыночные системы, такие как переуступаемые разрешения, используются в переходные периоды, как, например, во время постепенного запрещения фреонов в США, или как это начинается выполняться в рамках Киотского протокола для сокращения выбросов углекислого газа. Тем не менее, эффективная реакция на проблему долгосрочного воздействия на окружающую среду различных видов промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека требует фундаментальных изменений в промышленных системах.

Заключение

Принцип экономической эффективности в политике в области окружающей среды подразумевает баланс между предельными затратами и выгодами от борьбы с загрязнениями. Это имеет последствия как для устанавливаемых предельно допустимых уровней загрязнения, так и для путей их достижения. Хотя принцип баланса предельных затрат и результатов в теории прост, его применение в реальной жизни часто требует обоснования как целей, так и способов их достижения.

Одной из возможных рыночных стратегий является налог, вводимый на единицу выбросов. Уровень налога должен отражать ущерб, наносимый загрязнением. Налог на загрязнение позволяет отдельным компаниям самостоятельно решать, какое сокращение выбросов следует предпринять. В первую очередь будут выбраны наименее затратные методы очистки. Однако, выбор уровня налога требует точной оценки стоимости ущерба от загрязнений, трудно выражаемого в денежной форме.

Другой рыночный метод, переуступаемые разрешения на выбросы, позволяет установить контрольные цифры по общему сокращению выбросов. Цена разрешения затем определяется рыночными механизмами в результате торговли между компаниями. Теоретически, это объединяет достоинства определенного уровня общего сокращения загрязнения с экономически эффективным процессом. Однако, такой метод пригоден только для определенных загрязняющих веществ и в определенных условиях.

Рыночные методы часто не могут справиться с загрязняющими веществами, которые показывают нелинейный или пороговый характер локального характера ущерба. Для таких загрязняющих веществ, особенно тех, которые серьезно угрожают здоровью или состоянию окружающей среды, необходимы специальные нормы. Для неоднородно перемешанных загрязняющих веществ в воде должен контролироваться суммарный уровень загрязнений, а не отдельные выбросы. Это может потребовать разных мер для различных источников загрязнения.

Важным вопросом в выборе стратегии в области очистки выбросов от загрязнений является характер затрат и ущерба, а также возможности улучшения технологии борьбы с загрязнениями. Стратегии должны выбираться с учетом минимизации ненужных затрат или ущерба и содействия техническому прогрессу в системах очистки.

Особенно сложная проблема возникает в случае долгоживущих кумулятивных загрязняющих веществ, таких как ДДТ, полихлорбензолы, озоноразрушающие вещества. В этих случаях ограничение уровня загрязнений оказывается недостаточным, и часто, чтобы избежать недопустимого ущерба, необходимо сокращение выбросов до нуля.

Вопросы для обсуждения

1. Насколько практичной является идея оптимального уровня предельно допустимых загрязнений? Как можно установить такой уровень на практике? Можно ли это сделать только на основе экономического анализа, или нужно принять во внимание и другие факторы?
2. Допустим, что в вашем районе есть проблемы с загрязнением рек и озер, как от промышленных, так и бытовых источников. У вас спрашивают совета о подходящих мерах по борьбе с загрязнением. Какие меры вы бы рекомендовали: установление норм, введение налогов или разрешений на загрязнения? Какие

факторы (например, различные виды загрязнений) повлияют на ваше решение?

3. Почему замораживание уровней выбросов не является адекватной мерой по борьбе с такими кумулятивными загрязняющими веществами, как, например, фреоны? Какие меры наиболее эффективны, и почему их часто трудно применять?

Список литературы

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М., 1997.
2. Глухов В.В. Экономические основы экологии. – СПб, 1995.
3. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономические методы управления природопользованием. – М, 1993.
4. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. – М., 1995..
5. Ерофеев Б.В. Экологическое право. – М., 1992.
6. Пахомова Н.В. Экономика природопользования. – СПб., 1994.
7. Петров В.В. Экологическое право. – М., 1996.
8. LePrestre, Phillipe G., et al. Protecting the Ozone Layer: Lessons, Models, and Prospects. Boston: Kluwer, 1998.
9. Rigano, James P. "The Regulation of Non-Point Source Pollution." In The Environment: Global Problems, Local Solutions, edited by James E. Hickey and Linda A. Longmire. Westport, Conn., and London: Greenwood Press, 1994.
10. Stavins, Robert, and Bradley Whitehead. "Market Based Environmental Policies." In Thinking Ecologically: The Next Generation of Environmental Policy, edited by Marian R. Chertow and Daniel C. Esty. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1997.
11. Tietenberg, Tom. Environmental and Natural Resource Economics, 5th ed. New York: Addison-Wesley, 2000.

Глава 15 Промышленная экология

Центральные вопросы главы:

Может ли принцип рециклирования применяться к промышленной системе в целом?

Может ли современное сельское хозяйство стать совместимым с экологическими системами?

Может ли растущий мировой спрос на материалы быть удовлетворен без разрушения глобальной окружающей среды?

Экономический и экологический взгляд на производство

Мы начали эту книгу с наблюдения, что экономические системы неизбежно потребляют ресурсы и производят отходы. В главах 4,5 10-13 мы обсуждали экономику ресурсов, а в главах 3 и 14 мы рассмотрели методы интернализации издержек окружающей среды и борьбы с загрязнениями. Хотя в стандартном экономическом подходе эти проблемы рассматриваются в отдельности, очевидно, что они взаимосвязаны между собой.

В этой главе мы рассмотрим потоки ресурсов и отходов через экономическую систему и разработаем новый взгляд на методы повышения качества управления ресурсами и сокращения отходов и загрязнения.

Роберт и Лесли Айрес, основоположники промышленной экологии, резюмировали взаимосвязь между потреблением ресурсов и генераций отходов в следующем виде: «В качестве отправной точки мы отметим, что любое вещество, извлеченное из земной коры, выращенное в лесном, водном или сельском хозяйстве, является потенциальными отходами. Это не просто потенциальные отходы, они становятся настоящими отходами всего лишь через несколько недель, максимум, лет. Единственным исключением являются долгоживущие строительные материалы. Другими словами, материалы, потребляемые промышленной экономической системой, физически не исчезают. Они лишь превращаются в менее полезные формы. ...В качестве простого следствия закона сохранения масс экономический рост сопровождается эквивалентным ростом в производстве отходов и загрязнений».

С экономической точки зрения, производство - это процесс превращения сырья в конечную продукцию. Этот «прямолинейный» процесс от сырья до конечного продукта с необходимостью создает нежелательные побочные продукты в виде загрязнения и отходов.

Кроме того, по мере износа продукции она тоже превращается в отходы.

В течение многих лет экономическая теория практически не уделяла внимания тому, что происходит с этими отходами. Экономика природопользования может рассматриваться как попытка реагирования на эти «свободные концы» процесса производства. Как мы отмечали ранее в расширенной круговой диаграмме в главе 1, экономический процесс следует считать помещенным в более широкий класс процессов экосистемы.

Природные системы, в отличие от экономических систем, обычно имеют циклический характер, в них отходы перерабатываются и повторно используются. В здоровых природных системах не происходит накопления отходов или загрязнений. Такие неорганические элементы, как вода или азот, совершают кругооборот в системе. Мертвые или распавшиеся органические материалы формируют основу плодородных почв, в которых может развиваться новая растительная жизнь, в свою очередь, поддерживая жизнь животных. Вместо того, чтобы создавать проблемы, требующих их удаления, отходы становятся сырьем в новых стадиях цикла.

Можно ли этот принцип применить к экономическим системам? Многие исходные ресурсы являются невозобновляемыми, однако, часто имеются возможности для рециклирования ресурсов. Как мы видели в главе 12, рециклирование способствует сохранению ресурсов, и, в то же время, сокращает объем отходов, генерируемых промышленной системой. Можно рассматривать экономическое производство в целом как круговой поток, в котором отходы потенциально могут стать сырьем для будущего производства.

Превращение отходов в сырье

Рис. 15.1 иллюстрирует экономический взгляд на процесс промышленного производства. Промышленная экология применяет экосистемные принципы рециклирования к экономике, заменяя прямолинейный процесс круговой диаграммой, как показано на рис. 15.2.

Представим себе отдельные отрасли промышленности в виде взаимосвязанных циклов различных материалов. Рис. 15.3 показывает более полный вид типичного промышленного цикла, с учетом различных стадий процессов производства и потребления. Сложность реального промышленного производства предполагает множество петель обратных связей: возможности повторного

использования отходов производства или потребления в качестве сырья на более ранних стадиях процесса.

Для представления о проблемах, связанных с созданием системы промышленной экологии, рассмотрим конкретный пример. Производство пластиковых бутылок (блок 15.1) создает немало возможностей для рециклирования материалов, как для производства новых бутылок, так и других продуктов. Воспользуются ли потребители или производители этими возможностями, зависит от того, будет ли им это выгодно. Важной экономической проблемой является создание стимулов для рециклирования.

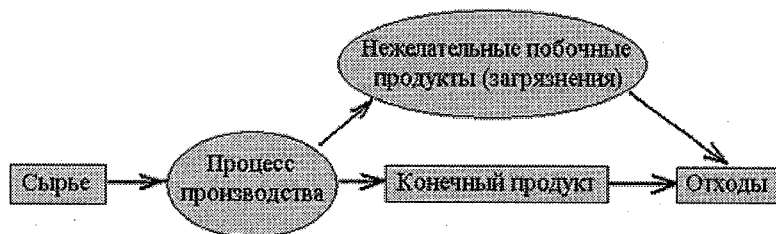


Рис. 15.1 «Прямолинейный» характер традиционного промышленного процесса

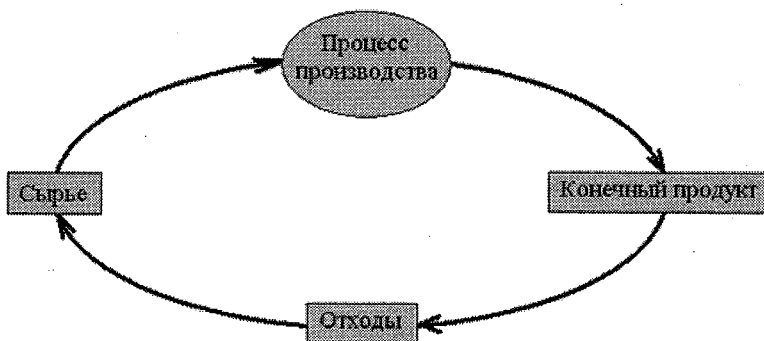


Рис. 15.2 Циклический производственный процесс

Замыкание циклов: потенциал промышленной экологии

Современные экономические системы развивались главным образом на стимулах, связанных с «прямолинейным» характером производственного процесса, показанным на рис. 15.1. Переориентация экономической системы в направлении более экологически дружелюбных целей промышленной экологии требует крупных технических инноваций, направленных на:

- минимизацию выработки таких нежелательных побочных продуктов, как загрязнение и выбросы углекислого газа;
- восстановление, повторное использование, модернизацию и рециклирование: различные варианты петель обратной связи, показанных на рис. 15.3., при этом под модернизацией понимается установка новых частей в оборудовании для удлинения продолжительности срока эксплуатации;
- разработку отходов: извлечение полезных материалов из потоков бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов.

Каждая из этих стратегий подразумевает конкретные экономические стимулы и организацию. Материалоемкость многих отраслей промышленности сократилась в результате повышения эффективности производства. Например, алюминиевые банки для напитков содержат на 30 процентов меньше металла, чем 20 лет назад. Выполнение той же функции (доставить напиток потребителю) при меньшем количестве металла выгодно как поставщику, так и окружающей среде, сокращая потребление ресурсов и сокращая поток отходов, даже если банки не рециклируются.

Рыночные стимулы приводят к замещению материалов. Например, во многих случаях медь замещается пластиком, оптическим волокном и более легкими металлами вроде алюминия. Государственное регулирование внесло вклад в частичное замещение металлических пигментов в красках на органические пигменты, снизив опасность отравления свинцовыми красками и количеством свинца и других тяжелых металлов в потоках отходов.

окружающую среду. Тенденция снижения потребления сырья на доллар ВВП уравнивается общим повышением спроса по мере роста ВВП. Чтобы отделить рост ВВП от сырья потребовалось бы, чтобы объем выпускаемой продукции возрастал при сохранении объема потребления сырья. К сожалению, такого эффекта пока не наблюдается ни в одной стране мира.

Хотя в последние годы растет использование рециклирования, экономические стимулы для рециклирования материалов существенно разнятся. Рециклирование некоторых материалов, таких как алюминий, выгодно из-за существенной экономии в энергопотреблении и других затратах. Как мы отмечали в главе 12, значительная доля производства других металлов использует металлолом и переработанные отходы.

Такие материалы, как бумага и пластик могут эффективно рециклироваться, однако, прибыльность рециклирования серьезно разнится. Успешные программы рециклирования бумаги и пластика часто зависят в некоторой степени от государственной поддержки. Восстановление и модернизация являются весьма трудоемкими операциями. Страны с относительно высокой стоимостью рабочей силы часто пренебрегают этой деятельностью в пользу полной замены на новое оборудование.

Разработка отходов представляет собой извлечение малоценных побочных продуктов для последующего их использования в качестве сырья. Часто такие источники оказываются более сложными или более дорогими для добычи по сравнению с природными источниками. По этой причине, эффективная разработка отходов требует государственной политики как для интернализации издержек, так и для мотивации подобной деятельности. Технические инновации важны в развитии процветающих рынков для рециклированных продуктов.

Развитие «зеленых» технологий для сокращения материалоемкости и генерации отходов может экономически стимулироваться. Примерами могут служить «зеленые» налоги (пигувианский налог на отрицательные экстерналильные издержки) и «зеленые» субсидии (дотации для благоприятных для окружающей среды технологий, создающих положительные экстерналильные издержки), а также система переуступаемых разрешений. В таблице 15.1 приведены некоторые примеры экономической политики, ориентированной на окружающую среду.

Совместимость сельскохозяйственного производства с природными экосистемами

Связь между сельскохозяйственным производством и экологическими системами очевидна. В то же время, современное сельское хозяйство использует многие принципы промышленного производства. Экономические и экологические ценности могут конфликтовать при стремлении к максимизации сельскохозяйственной продукции.

Современные методы производства главным образом сосредотачивают свое внимание на росте урожайности культур с гектара путем использования химических удобрений, пестицидов и интенсивной ирригации. Тем не менее, такой вид сельского хозяйства может нанести вред окружающей среде. Химические вещества загрязняют грунтовые воды и реки, пестициды уничтожают полезные виды животных и растений и нарушают пищевые цепочки окружающих экосистем. Излишнее орошение может истощать водоснабжение и способствовать эрозии, деградации почв и загрязнению грунтовых вод.

С экологической точки зрения на сельскохозяйственное производство, урожайность культур является одной частью многообразной агроэкологической системы, включающей водный, углеродный, азотный и другие циклы питательных веществ. Для поддержания долгосрочной устойчивости такой системы необходимо минимизировать введение химических веществ и больше полагаться на органические методы, которые возвращают питательные вещества обратно в почву, борются с вредителями природными методами и не являются вредными для других биологических видов. Сельское хозяйство такого типа может и не давать такой высокой урожайности отдельных культур в краткосрочном плане, однако, позволяет выращивать разнообразные культуры, не нанося вреда экосистемам и не загрязняя водные запасы.

Также как и с промышленными системами, экономические стимулы являются ключевыми в разработке более экологически сбалансированного сельского хозяйства. Субсидии на удобрения, пестициды и воду способствуют «прямолинейному» подходу с интенсивным использованием химических веществ, сопровождаемым такими проблемами, как сток химикатов и чрезмерное водопотребление. Отмена подобных субсидий способствует более эффективному использованию химических удобрений и рециклированию природных органических питательных веществ.

Отмена субсидий может тяжело сказаться на сельскохозяйственных производителях, которые зависят от приобретенных удобрений. По этой причине отмену субсидий должны сопровождать другие меры, такие как предоставление информации об органических методах, помощь в транспортировке и маркетинге.

Таблица 15.1 Некоторые «зеленые» налоги и системы разрешений

Проблема окружающей среды	Политика	Год, страна	Описание
Чрезмерный спрос на воду	Торговля правами на воду	Чили, 1981 г.	Традиционным потребителям даны права. Права для новых поставщиков продаются на аукционе. Общий объем потребления воды ограничен
Твердые отходы	Плата за токсичные отходы	Германия, 1991 г.	За первые три года производство токсичных отходов сократилось более чем на 15 процентов
	Плата за твердые отходы	Дания, 1986 г.	Доля перерабатываемых отходов возросла с 12 до 82 процентов за 8 лет
Загрязнение воды	Штрафы, покрывающие затраты на очистку сточных вод	Нидерланды 1970 г.	Сокращение содержания тяжелых металлов в выбросах на 97 процентов, значительное сокращение органических выбросов
	Налоги на продажу удобрений	Швеция, 1982 г.	Доходы от налогов идут на сельскохозяйственные субсидии и образовательные программы по сокращению использования удобрений. Использование азота

			сократилось на 25 процентов, калия на 60 процентов, фосфора на 64 процента
Кислотные дожди	Налог на окись азота для производителей электричества	Швеция, 1992 г.	Возмещается в виде субсидий на электроэнергию. За два года выбросы сократились на 35 процентов
Загрязнение воздуха SO_2	Система разрешений на серу	США, 1990 г.	Все разрешения распределяются бесплатно среди прошлых загрязнителей. К 2000 г. выбросы сократились к половине уровня 1980 г. Затраты на выполнение норм значительно ниже, чем ожидалось
Разрушение озона	Налог на озоно-разрушающие вещества	США, 1990 г.	Способствует постепенной ликвидации озоноразрушающих веществ
	Система разрешений на фреоны	Сингапур, 1989 г.	Половина разрешений распространяется на аукционе, половина распределяется между прошлыми загрязнителями. Способствует постепенной ликвидации
Глобальное изменение климата	Налог на углекислый газ	Норвегия, 1991 г.	Выбросы сокращены на 4 процента

Промышленная экология в глобальном масштабе

Усилия по повышению эффективности использования материалов предпринимаются на фоне их постоянно растущего потребления. На рис. 15.4 показан устойчивый рост мирового

производства материалов за последние 30 лет. Как показывают данные, потребление материалов на душу населения значительно различается в развитых и развивающихся странах. Например, средний американец потребляет около 10 тонн материалов в год, что в 6 раз больше среднего мирового уровня. Если бы каждый житель планеты потреблял материалы на уровне США, общий уровень потребления вырос бы в шесть раз. Спрос на материалы на таком уровне невозможно было бы удовлетворить. И хотя потребление материалов вряд ли приблизится к этому уровню, рост населения и ВВП определенно приведет к значительно большему спросу в ближайшие десятилетия.

Поэтому важно изучать потенциальное воздействие возросших потоков материалов на планетарные экосистемы. Это более глубокая проблема, чем вопрос о запасах невозобновляемых природных ресурсов, который мы рассматривали в главе 12. Даже если запасов большинства природных ресурсов хватает, их добыча, переработка, использование и удаление материалов создают проблемы для окружающей среды на каждом этапе.

В планетарном масштабе появляется все больше свидетельств того, что потребление материалов человеком вызывает серьезные перебои в глобальном кругообороте материалов, которые поддерживают жизнь на планете. Углерод, азот, сера и фосфор участвуют в четырех главных циклах, т.е. кругообороте от растений и животных в почву, атмосферу и океаны. Ветры и водные течения вынуждают эти элементы перемещаться по всей планете. На все эти циклы сейчас серьезно влияет деятельность человека. Углеродный цикл испытывает воздействие от использования ископаемого топлива, обезлесения, и изменений в сельском хозяйстве и животноводстве. Азотный цикл испытывает воздействие, главным образом, за счет повсеместного использования удобрений.

Серный и фосфорный циклы также испытывают серьезное воздействие от промышленных выбросов соединений серы и разработки фосфатов для удобрений. Углеродный и фосфорный циклы обеспечивают питательными веществами растения, которые приносят пользу сельскому хозяйству, но могут также создать экологический хаос, способствуя избыточному росту водорослей и других сорняков, которые вытесняют другие виды растительной и животной жизни. Соединения серы вызывают кислотные дожди и даже могут оказывать влияние на климат. В главе 16 мы рассмотрим некоторые эффекты влияния нарушения глобального углеродного цикла на климат.

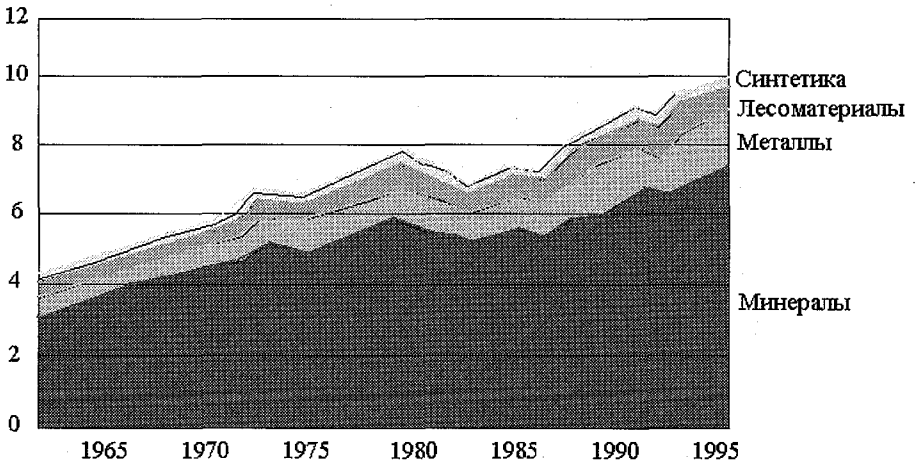


Рис. 15.4 Мировое производство материалов

Ясно, что ожидаемый рост мирового потребления материалов поставит еще более серьезные экологические проблемы в региональном и глобальном масштабе. Скорее всего, стратегии реагирования на эту тенденцию будут включать повышение эффективности и рост рециклирования. Тем не менее, имеющиеся данные пока не очень обнадеживают. Значительные достижения в повышении эффективности и сокращении материалоемкости пока перевешиваются экономическим ростом и дополнительным воздействием на окружающую среду.

Количественная оценка воздействия глобального роста

Можно увязать взаимосвязь между населением, экономическим ростом и окружающей средой в виде тождества

$$I = P \times A \times T,$$

где:

I - воздействие на окружающую среду (единицы загрязнения);

P - население;

A - благосостояние, измеряемое как объем выпускаемой продукции на душу населения;

T - переменная, отражающая технический прогресс, выражаемая в уровне загрязнения на единицу выпускаемой продукции.

Это тождество верно по определению. Правая часть уравнения математически может быть записана в следующем виде

$$(\text{Население}) \times \left(\frac{\text{Объем вып. продукции}}{\text{Население}} \right) \times \left(\frac{\text{Загрязнение}}{\text{Объем вып. продукции}} \right)$$

Население и объем выпускаемой продукции сокращаются, остается только загрязнение.

Глобальная промышленная экология может рассматриваться в терминах этого уравнения следующим образом:

изменение в P = росту населения планеты (к 2025 ожидается 30-процентный рост населения);

изменение в A = экономическому росту (ежегодный рост в 2.5 процента на душу населения даст 85-процентный рост к 2025 г. по сравнению с 2000 г.);

суммарное изменение в $P \times A = (1,3)(1.85) = 2.4$

Фактор технического прогресса определяется как воздействие на окружающую среду на единицу выпускаемой продукции. Если фактор технического прогресса, тесно связанный с материалоемкостью (использование материалов на единицу продукции), останется неизменным, воздействие на окружающую среду к 2025 г. возрастет в 2,4 раза по сравнению с уровнем 2000 г.

Чтобы сохранить воздействие на окружающую среду хотя бы на уровне сегодняшнего дня, материалоемкость должна быть сокращена примерно на 60 процентов.

Насколько это возможно? Исследование экономик промышленно развитых стран показывает, что энергоемкость (потребление энергии на доллар ВВП) устойчиво сокращается, начиная с 1970-х годов (см. рис. 15.5). Почти во всех случаях это было нейтрализовано ростом ВВП, так что чистое энергопотребление возросло. Между тем, разные страны идут различными путями в области энергопотребления, причем некоторые оказывают меньшее воздействие на глобальный углеродный цикл, чем другие. При соответствующих политических усилиях может быть достигнуто значительно большее сокращение энерго- и материалоемкости.

Потребление энергии
на доллар ВВП:
индекс 1970 г.

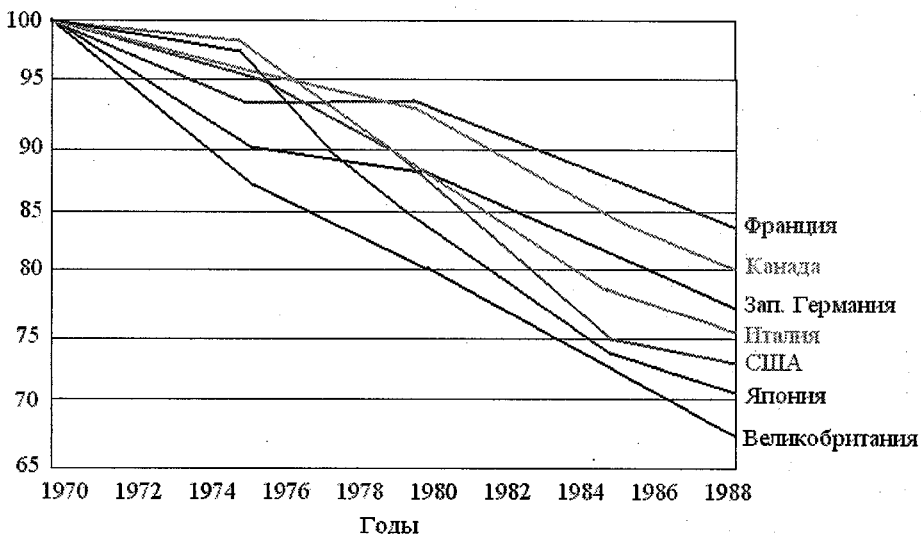


Рис. 15.5 Понижение удельного значения энергоемкости в промышленно развитых странах

Методы продвижения промышленной экологии

В главах 12 и 14 мы обсуждали различные микроэкономические меры, направленные на сохранение ресурсов, интернализации всех издержек, связанных с добычей ресурсов и сокращения загрязнения. Все эти меры могут использоваться для продвижения идей промышленной экологии. Тем не менее, мы не можем в полной мере реагировать на глобальные проблемы, связанные с распространением потребления материалов и генерации отходов без макроэкономической политики.

Промышленная экология призывает к переориентации структуры целей всей экономической системы. Это бы потребовало комбинации макроэкономических и микроэкономических мер, в том числе:

- Систематической «зеленой» налоговой реформы, чтобы переложить бремя налогов с доходов и капитала на потребление ресурсов и выброс отходов.
- Глобальных и национальных ограничений на выбросы углерода, реализуемых, главным образом, через систему переуступаемых разрешений.
- В процессе локального и регионального планирования перестроить промышленную и транспортную систему для обеспечения максимального рециклирования и минимизации энергопотребления и производства отходов.
- Содействие экологическому проектированию – разработка продуктов, совместимых с окружающей средой, допускающих рециклирование и обладающих минимальной токсичностью. Стимулы для экологического проектирования могут включать сертификацию «зеленых» продуктов государством или независимыми агентствами.
- Научные исследования и разработка новых технологий, которые захватывают и используют солнечную энергию для замещения ископаемого топлива.
- Макроэкономическая политика, нацеленная скорее на стабильность, достаточность и справедливость, чем на непрерывный экономический рост.

Очевидно, что эти представления весьма далеки от сегодняшней реальности. Современные методы борьбы с загрязнениями главным образом реагируют на конкретные проблемы, а не «макро» проблемы экономического роста и разрушения экологических систем. Теоретики промышленной экологии утверждают, что мы находимся недалеко от технических возможностей, которые могут позволить построение новых принципиально иных, и куда менее опасных для окружающей среды, промышленных, сельскохозяйственных и энергетических систем.

Промышленная революция девятнадцатого века фундаментальным образом изменила как системы производства, так и восприятие экономических целей. Может оказаться так, что в двадцать первом веке выживание планетарных экосистем будет зависеть от аналогичной революции в делах и мыслях, которая заменит стандартные системы промышленного и сельскохозяйственного производства экологически ориентированными системами. Если это так, то мы находимся на начальных стадиях этой трансформации. Большая часть современной политики и практики произрастает из прошлой промышленной эры, в

которой воздействию на окружающую среду уделялось незначительное внимание.

В следующей главе мы рассмотрим один из наиболее важных вопросов, связанных с промышленным воздействием на глобальные экологические циклы - выбросы парниковых газов и глобальное изменение климата.

Заключение

Промышленная экология пересматривает весь процесс потребления ресурсов и производства отходов во всех секторах экономики. Вместо того, чтобы рассматривать это как ряд «прямолинейных» процессов от сырья до конечного продукта и отходов, промышленная экология применяет циклическую логику природных экосистем.

Природные системы основываются на полных циклах без накопления загрязнения или отходов. Промышленные системы могут быть спроектированы таким образом, чтобы следовать аналогичному циклическому характеру путем максимизации возможностей переработки отходов в каждой точке промышленного производства и потребления.

Стратегии повышения совместимости экономического процесса с природными системами включают повышение эффективности использования материалов, нахождение заместителей для загрязняющих или опасных материалов, повторное использование и рециклирование, извлечение сырья из бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов. Эти стратегии могут продвигаться через рыночные механизмы, государственную политику или экономические стимулы вроде «зеленых» налогов и субсидий.

В глобальном масштабе, повышение эффективности использования материалов перевешивается возрастанием спроса в результате увеличения населения и экономического роста. В ближайшие десятилетия в развивающихся странах будет происходить дальнейший и значительный экономический рост, что будет усиливать давление на ресурсы и окружающую среду. Деятельность человека оказывает значительное влияние на многие планетарные циклы, включая углеродный, азотный, серный и фосфорный.

Чтобы преодолеть влияние роста народонаселения и душевого потребления, потребуются драматические сокращения в материалоемкости и воздействии на окружающую среду. Для

достижения этой цели существуют технические возможности, однако, требуются местные, региональные, национальные и глобальные инициативы для продвижения технологий, совместимых с планетарными экосистемами.

Вопросы для обсуждения

1. Какие возможности вы могли бы предложить для развития промышленной экологии в конкретных отраслях промышленности региона? Какие экономические стимулы и государственные меры были бы наиболее эффективны в продвижении экономического производства, находящиеся в согласии с окружающей средой?
2. В чем состоит роль потребителя в промышленной экологии? В стандартной экономической теории, потребители максимизируют свою общественную полезность путем приобретения товаров и услуг. Как следует пересмотреть этот взгляд в экономической системе, ориентированной на промышленную экологию?

Список литературы

1. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
2. Хван Т.А. Промышленная экология.-М.:Феникс, 2003.
3. Frosch, R. A., and N. E. Gallopoulos. "Towards an Industrial Ecology." In *The Treatment and Handling of Wastes*, edited by A. D. Bradshaw et al. London: Chapman and Hall for the Royal Society, 1992.
4. Gardner, Gary. "Preserving Agricultural Resources." In *State of the World 1996*, edited by Brown et al. Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 1996.
5. Socolow, R., C. Andrews, E Berkhout, and V. Thomas, eds. *Industrial Ecology and Global Change*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1994.
6. Turner, R. Kerry, David Pearce, and Ian Bateman. *Environmental Economics*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1993.

Глава 16 Глобальное изменение климата

Центральные вопросы главы:

- *Насколько серьезна проблема глобального изменения климата?*
- *Может ли экономическая теория помочь оценить последствия изменения климата?*
- *Какие стратегии наиболее эффективны для решения проблем изменения климата?*

Причины и последствия изменения климата

В последние годы растет озабоченность в связи с проблемой глобального изменения климата. Менее точным названием проблемы является глобальное потепление. Основной эффект действительно имеющего место повышения средней глобальной температуры атмосферы является настолько сложным и многообразным, с потеплением в одних районах, похолоданием в других, ростом изменчивости климата, что более точным названием должно быть изменение климата. С точки зрения экономического анализа выбросы парниковых газов, вызывающие планетарное потепление, представляют собой как экстерналинные издержки окружающей среды, так и ресурс общего пользования.

Атмосфера представляет собой глобальный ресурс общего пользования, в который выбрасываются загрязнения в виде газов и частиц, как физическими лицами, так и предприятиями. Глобальное загрязнение создает «общественное зло», влияющее на всех – отрицательная экстерналинная издержка с широким спектром воздействия. Во многих странах введены законы об охране окружающей среды для ограничения выбросов локальных и региональных загрязняющих веществ. По экономической терминологии, такие законы в некоторой степени интернализуют экстерналинные издержки связанные с загрязнением.

Достаточно трудно контролировать выбросы двуокиси углерода или углекислого газа, основного парникового газа, который не наносит никакого ущерба на поверхности земли в краткосрочном плане. Между тем, накопление двуокиси углерода и других парниковых газов в атмосфере оказывает существенное влияние на погоду в глобальном масштабе, хотя и существует некоторая неопределенность о вероятном масштабе и временных характеристиках этих эффектов.

Если эффекты изменения климата окажутся достаточно серьезными, в интересах всех и каждого снизить выбросы для общего блага. В этой ситуации только мощное международное соглашение, обязывающее страны действовать на общее благо, может предотвратить серьезные последствия для окружающей среды.

Поскольку двуокись углерода и другие парниковые газы непрерывно накапливаются в атмосфере, стабилизация или замораживание выбросов не решит проблемы. Это пример кумулятивного загрязняющего вещества с нарастающими запасами: только значительное сокращение уровней загрязнения может предотвратить постоянно нарастающее накопление в атмосфере. Разработка национальных и международных стратегий по борьбе с глобальным изменением климата представляет собой сложнейшую проблему, включающую множество научных, экономических и социальных аспектов.

Тенденции и прогнозы изменения температуры

Несмотря на проведение двух глобальных конференций, посвященных проблеме – Конференция ООН по окружающей среде и развитию (UNCED) в Рио-де-Жанейро и совещание в Киото в 1997 г., также как и последующие переговорные сессии, введение в действие Киотского протокола, прогресс в вопросах борьбы с изменением климата был весьма медленным. Глобальные выбросы парниковых газов продолжают расти (рис. 16.1).

Растущая концентрация парниковых газов вызвала заметный рост приземной температуры. Хотя какая-то часть потепления может происходить в результате естественных тенденций, Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC), пришла к заключению, что вызванное деятельностью человека воздействие на атмосферу «внесло существенный вклад в наблюдаемое потепление за последние 50 лет». Средняя глобальная температура достигла «беспрецедентных значений за последние 1000 лет» (рис. 16.2).

Углерод (миллиарды тонн)

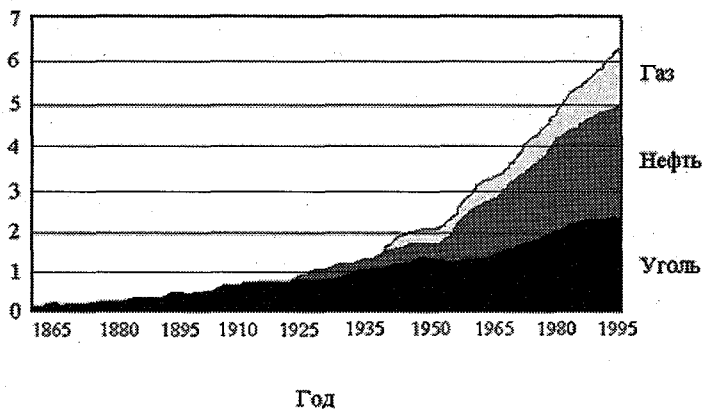


Рис.16.1. Выбросы углерода в результате сжигаемого топлива

Изменение температуры (в С)

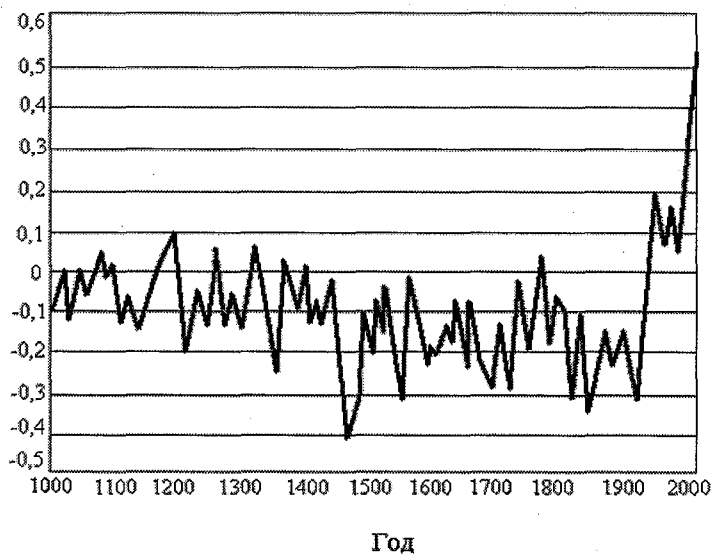


Рис. 16.2 Изменение температуры в Северном полушарии 1000-2000гг.

Эксперты из IPCC предсказывают, что продолжающиеся выбросы парниковых газов в атмосферу приведут к повышению температуры от 1 до 6 градусов в следующем столетии (рис.16.3). Этот устойчивый рост средней глобальной температуры окажет значительное влияние на климат. Например, одним из эффектов изменения климата может быть рост уровня мирового океана по мере таяния полярных льдов и ледников. Это окажет серьезное влияние на островные и низко расположенные территории.

Перспектива изменения климата ставит проблему выбора между превентивными и адаптационными стратегиями. Рассмотрим, например, ущерб, наносимый возрастанием уровня мирового океана. Единственным способом остановить этот процесс является предотвратить само изменение климата. Может быть, и можно приспособиться к изменяющимся условиям путем строительства дамб и плотин, но те, кто живут на побережье, включая целые островные государства, могут потерять большую часть своей территории и вряд ли одобряют стратегию приспособления. Однако успешная превентивная стратегия потребует убеждения большинства стран мира в том, чтобы они приняли в этом участие. В их ли это будет интересах? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, необходимо найти способ оценивать эффекты изменения климата.

Температура (в С)

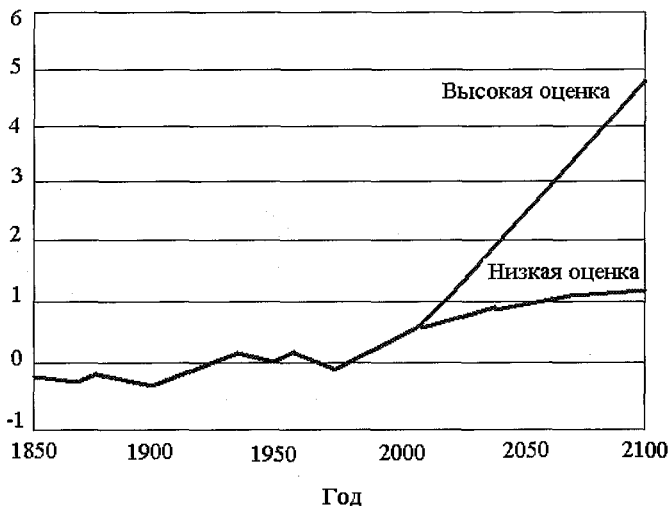


Рис. 16.3 Прогноз изменения температуры к 2100 г.

Экономический анализ изменения климата

Ученые смоделировали последствия прогнозируемого удвоения концентрации углекислого газа в атмосфере. Вот некоторые из предполагаемых эффектов:

- сокращение площади суши, включая пляжи и затопляемые земли в результате повышения уровня океана;
- исчезновение некоторых биологических видов и сокращение лесных площадей;
- перебои в снабжении водой городов и сельского хозяйства;
- рост стоимости кондиционирования воздуха;
- ущерб здоровью и рост смертности от волн жары и распространения тропических заболеваний;
- снижение урожайности сельскохозяйственных культур из-за засух.

Некоторые благоприятные последствия включают следующие:

- рост сельскохозяйственного производства в холодных климатических зонах;
- снижение затрат на отопление.

Кроме этого, некоторые реже прогнозируемые, но может быть, более опасные последствия включают:

- изменение характера погоды с ростом частоты ураганов и других опасных погодных явлений;
- внезапные крупные климатические изменения, как, например, изменение направления течения Гольфстрим, которое может сделать климат Европы похожим на Аляску;
- эффекты положительной обратной связи, как, например, рост выбросов углекислого газа от роста температуры в арктической тундре, что может еще более ускорить глобальное потепление.

Возможно ли экономически оценить подобные последствия? Чтобы попытаться ответить на этот вопрос, некоторые экономисты применяли анализ затрат и результатов. Другие критиковали такой подход как попытку выразить в денежном выражении проблемы с социальными, политическими и экологическим последствиями, выходящими далеко за денежные рамки.

Можно оценить стратегии реагирования на изменение климата, вначале рассмотрев сценарий «все идет по-прежнему», в котором не

предпринимается никаких действий для ограничения выбросов парниковых газов. В соответствии с прогнозами Всемирного банка, глобальное потребление энергии удвоится к 2030 г., при этом наибольший рост придется на развивающиеся страны. На рис. 16.4 и 16.5 показан этот драматический рост выбросов углерода.

Сегодня, большая часть углеродных выбросов приходится на развитые страны, однако, наибольший прогнозируемый прирост придется на нынешние развивающиеся страны. К 2020 г. развивающиеся страны, по крайней мере, сравняются с развитыми странами по объемам выбросов. Следует заметить, что даже при таком большом возрастании, уровни загрязнений на душу населения в развивающихся странах сохраняться на более низких уровнях. С учетом ожидаемого роста населения и экономического роста, увеличение выбросов в развивающемся мире неизбежен. Таким образом, снижение глобальных выбросов потребует значительных усилий, как от развитых, так и от развивающихся стран.

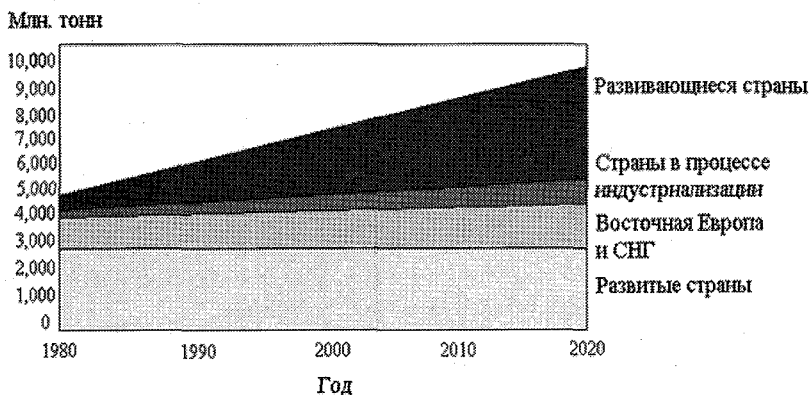


Рис. 16.4. Углеродосодержащие выбросы до 2020 г. (оценки) при сохранении ситуации без изменений

Кг на душу населения



Рис. 16.5. Углеродосодержащие выбросы на душу населения при сохранении ситуации без изменений

Анализ затрат и результатов

Производя анализ затрат и результатов, необходимо сравнивать последствия сценария с неконтролируемыми выбросами со стоимостью действий по их предотвращению. Это можно сделать, попытавшись оценить ущерб от неконтролируемого изменения климата. Действия по предотвращению изменения климата принесут выгоду, равную стоимости предотвращенного ущерба. В различных экономических исследованиях предпринимались попытки оценить эти результаты и затраты. В таблице 16.1 показаны результаты одного из подобных исследований для экономики США.

Исследования основывались на примерном удвоении содержания углекислого газа по сравнению с доиндустриальным уровнем. Просуммировав все потери в денежном выражении,

получается значение ежегодного ущерба около 60 миллиардов долларов США. Это составляет около 1 процента ВВП США. Хотя в различных экономических исследованиях оценки разнятся, большая их часть находится в диапазоне от 1 до 2 процентов ВВП. Оценки потерь для большего диапазона изменения температур за более длительный период возрастают до 5 процентов ВВП.

Отметим, однако, что X , Y и Δ - неизвестные величины, которые трудно измерить. Стоимость исчезновения биологических видов, например, трудно оценить в долларовом выражении, оценки, использованные здесь, показывают затраты порядка 4 миллиардов долларов в краткосрочном плане и около 16 миллиардов в долгосрочном плане с дополнительными неизвестными затратами Δ .

Другие оценки в денежном выражении тоже могут вызвать вопросы, основываясь на том, что они не учитывают потенциальные потери. Например, морское побережье, это не просто недвижимость. Пляжи и прибрежные места отдыха имеют большую социальную, культурную и экологическую ценность. Их рыночная цена не отражает полный спектр ущерба, который может понести общество в случае их утраты.

Кроме того, эти оценки не учитывают возможности более значительных катастрофических последствий, которые могут наступить в случае, если изменение погоды окажется более серьезным, чем ожидалось. Например, отдельный ураган может нанести ущерб в размере более 10 миллиардов долларов в дополнение к людским потерям. Например, в ноябре 1998 г. сильнейший ураган в Центральной Америке вызвал значительные разрушения и унес жизни более 7000 человек. У всех на слуху последние трагические последствия урагана Катрина для города Новый Орлеан. Нанесенный им ущерб составляет более 60 миллиардов долларов. Если в результате изменения климата катастрофические ураганы станут более частыми, приведенная здесь оценка ежегодного ущерба менее 1 миллиарда долларов может оказаться сильно заниженной. Другое неопределенное значение « X », смертность от болезней, может оказаться очень большим, если в результате потепления значительно расширится район тропических заболеваний.

Таблица 16.1 *Оценки годового ущерба для экономики США от глобального изменения климата (в миллиардах долларов США)*

	$2 \times CO_2 (+2.5^0 C)$	Долгосрочное потепление ($+10^0 C$)
Сельское хозяйство	17,5	95,0
Сокращение лесов	3,3	7,0
Сокращение биоразнообразия	$4,0 + \Delta$	$16,0 + \Delta'$
Подъем уровня моря		
• Строительство дамб и защитных сооружений	1,2	35,0
• Потери приливных территорий	4,1	
• Потери засушливых земель	1,7	
Обеспечение электроснабжения	11,2	64,1
Неэлектрическое отопление	-1,3	-4,0
Бытовые удобства	X_a	Y_a
Смертность	5,8	33,0
Заболееваемость	X_m	Y_m
Миграция	0,5	2,8
Ураганы	0,8	6,4
Строительство	$\pm X_c$	$\pm Y_c$
Отдых	1,7	4,0
Водоснабжение	7,0	56,0
Городская инфраструктура	0,1	0,6
Загрязнение воздуха		
• тропосферный озон	3,5	19,8
• другие	X_0	Y_0
Итого	$61,1 + X_a + X_m + X_0 + \Delta \pm X$	$335,7 + Y_a + Y_m + Y_0 + \Delta' \pm Y$

Понятно, что эти оценки ущерба являются не очень точными и уязвимы для критики, однако, допустим, мы решим их принять в качестве грубого приближения. В таком случае мы должны будем сравнить возможные результаты мер по предотвращению изменения климата с затратами на их реализацию. Для оценки подобных затрат в экономике используются модели, связывающие капитальные затраты, трудозатраты и использованные ресурсы с объемом производства.

Для снижения углеродных выбросов необходимо сократить использование ископаемого топлива, перейти на другие источники энергии, которые могут оказаться более дорогостоящими. Некоторые экономические модели показывают, что такой переход приведет к снижению роста ВВП. В одном из крупных исследований предсказывается сокращение ВВП на 1-3% для большинства стран при более высоких потенциальных долгосрочных потерях для таких зависимых от угля развивающихся стран, как, например, Китай.

Если и затраты, и результаты агрессивной политики по снижению углеродных выбросов окажутся в диапазоне от 1 до 3 процентов ВВП, что же делать? Многое зависит от оценки затрат и результатов в будущем. Затраты на принятие мер должны быть сделаны сейчас или в ближайшем будущем. Результаты принятия мер (предотвращенный ущерб) проявятся в более отдаленном будущем. Таким образом, первоочередная задача состоит в том, чтобы сбалансировать сегодняшние затраты и будущие результаты.

Экономисты оценивают будущие затраты и результаты путем использования дисконтирования. Проблемы и предполагаемые стоимостные оценки, связанные с дисконтированием вносят дополнительную неопределенность к уже упомянутой неопределенности в оценке самих затрат и результатов. Особенно важно, что при оценке на длительные периоды времени, дисконтирование снижает значимость затрат потребителя почти до нуля и создает недостаточное количество рыночных стимулов для консервации невозобновляемых ресурсов. Если правительство хочет обеспечить долгосрочное наличие определенных ресурсов, оно должно интернализировать издержки потребителя путем введения налога на истощаемый ресурс, подобно тому, как налог на загрязнение интернализирует текущие экстернализные издержки.

Альтернативой может быть эксплуатация невозобновляемого ресурса до его полного истощения, что не оставляет никаких резервов для будущего. Это указывает на необходимость рассмотрения иных подходов, включая методы, использующие как экологические, так и экономические затраты и результаты.

Анализ долгосрочных последствий для окружающей среды

Два крупных экономических исследования, посвященных анализу затрат/результатов изменения климата, пришли к существенно различным заключениям по поводу предлагаемых мер. В исследовании Уильяма Нордхауза экономический оптимум

достигается путем небольшого сокращения выбросов парниковых газов по сравнению с обычным ростом выбросов, показанных на рис. 16.4. Это может быть достигнуто за счет некоторых изменений в использовании углеродной энергии, типичной для современного экономического развития.

В противоположность, в исследовании Уильяма Клайна рекомендуется «всемирная программа жестких мер для ограничения глобального потепления», что включает значительное сокращение выбросов углерода по сравнению с нынешними уровнями и дальнейшее замораживание их на этом низком уровне. Это потребует значительных изменений в характере современного использования энергии. Почему же возникает такая значительная разница между двумя исследованиями одного и того же вопроса?

В обоих исследованиях используются близкие методы оценки затрат и результатов. Основное различие состоит в том, что Клайн рассматривает долгосрочные последствия и использует низкую ставку дисконтирования (1,5%) для баланса нынешних и будущих затрат. Поэтому даже хотя затраты на жесткие меры кажутся более высокими, чем результаты в первые несколько десятилетий, значительный потенциальный ущерб в отдаленном будущем, смещает оптимум в сторону жестких мер сегодня.

Как известно, сегодняшнее значение (PV) долгосрочных затрат или результатов зависит от ставки дисконтирования. Высокая ставка приводит к более низкой сегодняшней оценке долгосрочных результатов и более высокой оценке краткосрочных затрат. С другой стороны, низкая ставка дисконтирования приведет к более высокой сегодняшней оценке долгосрочных результатов. Оценка жестких мер, поэтому будет более высокой, если мы выберем низкую ставку дисконтирования.

В то время, как и Клайн и Нордхауз используют стандартные экономические методы, подход Клайна придает больший вес долгосрочным экологическим последствиям. Эти последствия важны как с денежной, так и с неденежной точек зрения. В долгосрочном плане, ущерб, нанесенный окружающей среде глобальным изменением климата, также окажет значительный негативный эффект на экономику. Поэтому эти долгосрочные последствия имеют высокую стоимость в денежном выражении, как показано на 16.6. Однако, стандартная ставка дисконтирования от 5 до 10 процентов уменьшает нынешнюю оценку значительных ущербов в будущем до относительно невысоких значений.

С точки зрения экологически ориентированной экономики, фундаментальным вопросом является стабильность физических и экологических систем, которые служат планетарным механизмом

управления климатом. Это значит, что целью должна быть стабилизация климата, а не экономическая оптимизация затрат и результатов. Стабилизация накопления парниковых газов потребует значительного сокращения их выбросов по сравнению с сегодняшними значениями.

Любые меры по предотвращению глобального изменения климата будут иметь значительные экономические последствия для ВВП, уровня потребления и занятости, что объясняет, почему правительства неохотно принимают решительные меры для сокращения выбросов CO_2 . Следует заметить, что эти последствия необязательно будут только негативными.

Всесторонний обзор экономических моделей и мер по предотвращению изменения климата показывает, что экономические последствия сокращения выбросов углерода в значительной степени зависят от принятых при моделировании допущений. Предполагаемые последствия стабилизации выбросов на уровне 1990 г. лежат в диапазоне от 2 процентного сокращения до 2 процентного роста ВВП. Это зависит от ряда допущений, в том числе:

- эффективности или неэффективности экономических откликов на сигналы о ценах на энергию;
- наличия неуглеродных «запасных» энергетических технологий;
- будут или не будут страны жертвовать наименьшими затратами ради сокращения углеродных выбросов;
- будут или не будут сборы от налогов на углеродосодержащие топлива использоваться для снижения других налогов;
- будут или не будут учитываться в расчетах экстерналии издержки сокращения углеродных выбросов, в том числе сокращение загрязнения воздуха на уровне поверхности суши.

Таким образом, меры по сокращению выбросов могут лежать в диапазоне от минималистского подхода незначительного сокращения роста, до значительного сокращения выбросов углекислого газа на 40-50%. Большинство экономистов, занимавшихся анализом этой проблемы, согласны с тем, что действия необходимы, однако, имеется широкий спектр мнений о том, насколько жесткими эти действия должны быть, и как скоро надо их начинать.

Процент от ВВП

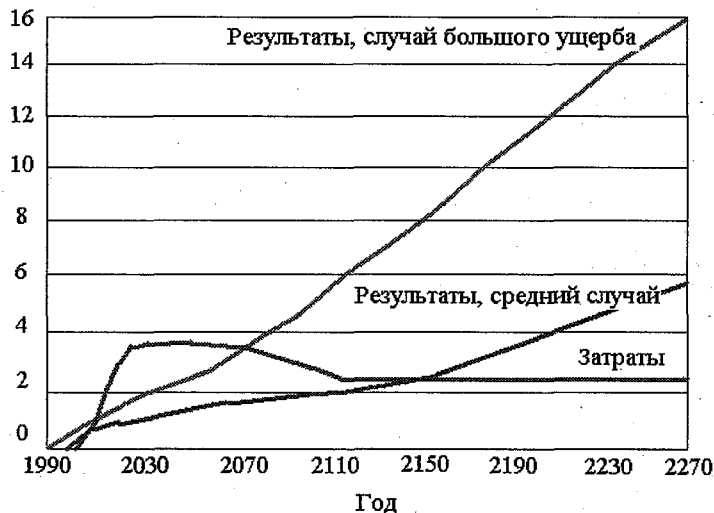


Рис. 16.6. Долгосрочные затраты и результаты на смягчение последствий изменения климата

Стратегии реагирования на изменение климата

Для предотвращения изменения климата может быть использовано два типа мер: превентивные, которые пытаются снизить или смягчить парниковый эффект, и адаптивные меры, которые занимаются последствиями парникового эффекта и пытаются минимизировать наносимый ими ущерб.

К превентивным мерам относятся следующие:

- уменьшение выбросов парниковых газов, или путем снижения экономической деятельности, приводящей к выбросам, или путем перехода на более эффективные технологии, которые допускают прежний уровень экономической активности при меньших концентрациях выбросов CO_2 ;
- интенсификация стоков парниковых газов. Леса перерабатывают CO_2 в кислород, сохранение лесных массивов и расширение лесонасаждений оказывают значительный эффект на итоговые концентрации CO_2 .

К адаптивным мерам относятся, например, такие как:

- сооружение дамб и плотин для предотвращения подъема уровня моря и таких экстремальных природных явлений как наводнения и ураганы;
- изменение типов сельскохозяйственных культур для приспособления к изменившимся погодным условиям в различных районах.

Экономический подход подсказывает, что для рассмотрения подобных мер следует применять анализ затрат – эффективности. Это отличается от анализа затрат-результатов более скромной целью: вместо того, чтобы решать применять, или не применять какие-то меры, анализ затрат эффективности определяет, какой путь является наиболее эффективным для достижения поставленных целей.

В целом, в экономике предпочитают рыночные механизмы для достижения этих целей. Рыночные подходы считаются рентабельными, вместо того, чтобы прямо контролировать действующих на рынке игроков, они смещают стимулы таким образом, что отдельные лица и компании изменяют свое поведение и примут во внимание экстернальные издержки и результаты. Примеры введения налогов на загрязнение и торговли разрешениями на выбросы являются потенциально полезными инструментами для снижения концентрации парниковых газов. Другие экономические меры создают стимулы для использования источников возобновляемой энергии и энергетически эффективных технологий.

Возможная мера: углеродный налог

Выбросы парниковых газов в атмосферу являются хорошим примером негативных экстернальных издержек, которые ложатся тяжелым бременем в глобальном масштабе. На языке экономической теории, рынок углеродного топлива, такого, как уголь, нефть и природный газ, учитывает только частные затраты и результаты, что приводит к рыночному равновесию, не соответствующему общественному оптимуму.

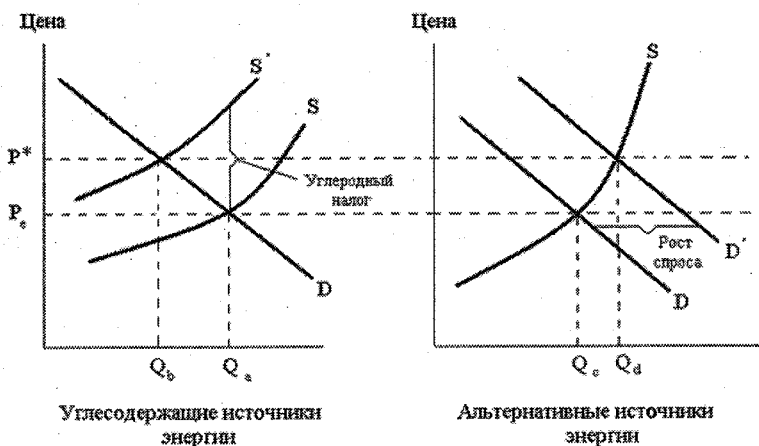
Стандартным средством интернализации экстернальных издержек является налог на каждую единицу продукции загрязнителя. Для выбросов двуокиси углерода это будет углеродным налогом, наложенным исключительно на углеродные ископаемые топлива. Подобный налог повышает цену на углеродные источники энергии и дает, тем самым, потребителям стимул для экономии энергии и перехода на альтернативные источники энергии (рис. 16.7).

Спрос может также сместиться с топлива с высоким содержанием углерода как, например, уголь, к другим видам топлива с относительно более низким содержанием углерода как, например, природный газ.

Для потребителей углеродный налог будет казаться повышением цен на энергоносители. Поскольку налог будет наложен только на сырье, которое составляет только часть стоимости энергоносителя и поскольку один вид топлива во многих случаях может быть заменен другими, общий рост цен может оказаться не столь значительным. Потребители могут отреагировать на новые цены снижением энергопотребления.

Ясно, что углеродный налог создает стимулы у производителей и потребителей для уменьшения налоговых выплат путем снижения использования топлива с высоким содержанием углерода. В противоположность другим облагаемым налогом изделиям и деятельности, снижение суммы налоговых выплат говорит об общественной пользе – сокращении энергопотребления и выбросов углекислого газа. Таким образом, снижение налоговых сборов за длительный период времени свидетельствует об успехе предпринимаемых мер, в полную противоположность тому, когда налоговая политика направлена на устойчивое повышение сборов.

Рассмотрим таблицу 16.2, которая показывает, какое влияние на цены на нефть, уголь и газ могут оказать разные уровни углеродного налога. Углеродный налог в размере 10 долларов на тонну, например, повышает стоимость барреля нефти только на 1,3 доллара, что составляет примерно 3 цента на галлон. Окажет ли это существенное влияние на автомобильный транспорт или отопление домов? Скорее всего, нет, мы не ожидаем высокой эластичности спроса на бензин или мазут, поскольку эти продукты относятся к продуктам первой необходимости.



P_e = Равновесная цена на энергоносители без учета налога
 P^* = Равновесная цена на энергоносители с учетом налога
 Q_a = Объем использованного углеродосодержащего топлива без учета налога
 Q_b = Объем использованного углеродосодержащего топлива с учетом налога
 Q_c = Объем использованного альтернативного топлива без учета налога
 Q_d = Объем использованного альтернативного топлива с учетом налога

Рис.16.7. Экономические эффекты от введения углеродного налога

Таблица 16.2 *Альтернативные налоги на ископаемые топлива*

Виды топлива	Уголь	Нефть	Природный газ
Единицы измерения	тонны	баррели	Кубические Метры (м3)
Тонны углерода на единицу топлива	0.605	0.13	0.003
Средняя стоимость у места забора	\$23.02	\$17.70	\$0.58
Углеродный налог: Абсолютный налог:	\$/ тонну	\$/ баррель	\$/м3
\$10/тонну углерода	\$6.34	\$1.3	\$0.05
\$100/тонну углерода	\$6.34	\$13.00	\$0.5
Налог в процентах от цены:			
\$10/тонну углерода	26 процентов	8 процентов	9 процентов
\$100/тонну углерода	260 процентов	80 процентов	90 процентов

На рисунке 16.8 показаны связи между ценами на бензин и его потреблением на душу населения в разных странах. Отметим, что характер взаимосвязи напоминает кривую спроса, более высокие цены ассоциируются с более низким потреблением, более низкие цены соответствуют более высокому потреблению. Взаимосвязь, показанная здесь, не совпадает с кривой спроса, поскольку это данные из разных стран, а предположение «при прочих равных условиях» здесь не выполняется.

Население США, например, больше ездит на автомобилях, поскольку расстояния больше, чем в большинстве европейских стран. И все-таки, рис. 16.8 указывает на четкую взаимосвязь между ценой и потреблением. Данные, приведенные на рисунке, указывают на то,

что для оказания заметного эффекта на потребление требуется значительное повышение цен, например, 0,5 -1,0 доллар за галлон.

Для того чтобы потребитель перешел на принципиально новые виды топлива, понадобился бы значительно более крупный налог. Как показывают многочисленные исследования, стабилизация глобальных выбросов углекислого газа потребовала бы углеродного налога в размере, по крайней мере, 200 долларов на тонну. Это привело бы к удвоению цены на нефть и вчетверо бы повысило цены на уголь, что определенно бы повлияло на характер потребления. Кроме того, долгосрочная эластичность спроса значительно бы расширилась, по мере того как высокие цены на углеродосодержащие топлива способствовали бы разработке альтернативных технологий.

Возможен ли когда-нибудь такой налог с политической точки зрения? Высокие налоги на бензин и другие виды топлива сталкиваются со значительной оппозицией, поскольку люди рассматривают это как покушение на их свободу перемещения.

Отметим два момента по поводу предложения о значительном повышении углеродного налога.

Во-первых, рециклирование доходов могло бы направить выручку от подобного налога на снижение других налогов. Большая часть политического неприятия высоких налогов на энергоносители основана на восприятии этих налогов как дополнительных добавок к подоходному, имущественному и социальным налогам, которые люди и так уже платят. Если бы, например, углеродный налог сопровождался бы значительным снижением подоходного налога, он был бы куда более политически приемлемым.

Идея повышения налогов на то, что «вредно», вроде загрязнения, и снижения налогов на то, что «полезно», как, например, капитальные инвестиции и развитие трудовых ресурсов, находится в полном согласии с принципами экономической эффективности. Вместо повышения общего налогового бремени, это будет перераспределением при сохранении общей суммы налоговых сборов.

Во-вторых, если бы подобное перераспределение налогов все-таки произошло, отдельные лица и компании, чьи операции были эффективными с точки зрения энергосбережения, фактически начали бы экономить средства. Более высокие цены на энергоносители создали бы стимулы для разработки энергосберегающих технологических инноваций. Экономическая адаптация оказалась бы более легкой в случае, если бы введение более высоких налогов на энергоносители (и более низких подоходных налогов и налогов на капитал) осуществлялась бы постепенно.

Цена за литр

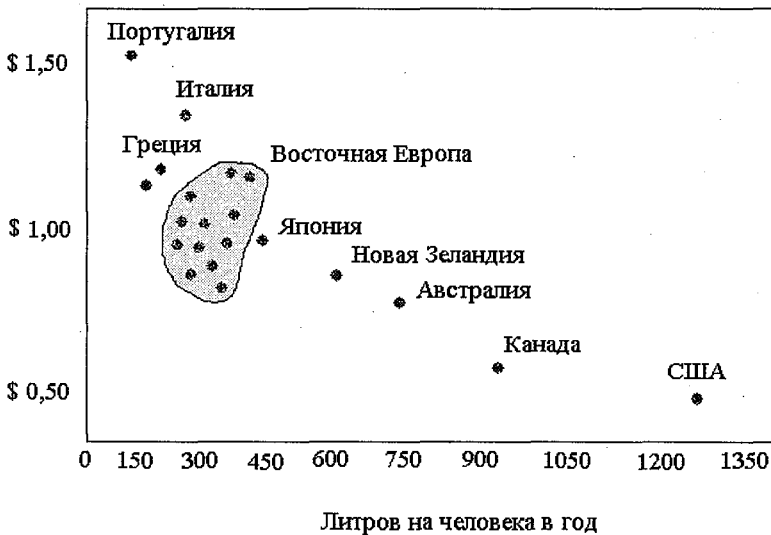


Рис. 16.8. Цены на бензин и его потребление в развитых странах

Возможная мера: торговля разрешениями на выбросы

Как было показано выше, альтернативой налогу на загрязнение является торговля правами на выбросы. В международных переговорах по поводу сокращения парниковых газов многие эксперты выступали за применение системы торговли разрешениями на выбросы углерода. Подобная система закреплена в Киотском протоколе и работает следующим образом:

- Каждой стране отводится определенный уровень разрешаемых выбросов. Общая сумма разрешений должна равняться желаемому целевому значению. Например, если глобальный уровень выбросов углерода равен 6 миллиардам тонн, а целью является сокращение этого количества на 1 миллиард, должны быть выпущены разрешения на 5 миллиардов тонн выбросов.
- Распределение разрешений должно удовлетворять согласованным планам национальных или региональных сокращений.

- Страны могут торговать своими разрешениями друг с другом. Например, если Япония не выполнит запланированное сокращение, а Европа его превысит, Япония может приобрести разрешения у Европы.
- Разрешениями могут торговать и отдельные компании, когда страны устанавливают предельные значения для крупных отраслей экономики. Компании могут торговать как внутри страны, так и на международной арене.
- Страны и компании могут получать субсидии на те сокращения выбросов, которые они финансировали в других странах. Например, российские компании могут заработать субсидии за монтаж энергосберегающего оборудования для производства электроэнергии в Китае, заменив тем самым сильно загрязняющие угольные тепловые электростанции.

С экономической точки зрения, торговля разрешениями стимулирует реализацию наиболее экономичных вариантов сокращения углеродных выбросов. В зависимости от распределения разрешений, это также может означать, что развивающиеся страны смогут превратить разрешения в новый экспортный товар, выбрав альтернативные источники энергии для своего развития. Разрешения они могут продавать тем развитым странам, которым не удалось выполнить план по сокращению выбросов.

Камнем преткновения в международной системе торговли правами является соглашение о планируемых уровнях сокращения. Развивающиеся страны возражают против любых ограничений на их выбросы, которые в настоящее время значительно ниже на душу населения, чем в развитых странах до тех пор, пока развитые страны покажут значительный прогресс в снижении своих уровней выбросов. Другие развитые страны, такие как США и Австралия, не желают применять какую-либо политику сокращения до тех пор, пока развивающиеся страны не возьмут на себя определенные обязательства.

Экономика торговли разрешениями на углеродные выбросы

Для демонстрации экономического воздействия системы торговли разрешениями на выбросы можно использовать концепцию предельного чистого дохода. На рис. 16.9а показан предельный чистый доход выбросов углерода для производителей и потребителей. Уровень выбросов Q_E будет достигнут при отсутствии ограничений на выбросы, это рыночное равновесие, при котором потребители и производители максимизируют чистый доход, не

принимая во внимание экстернальные издержки на окружающую среду.

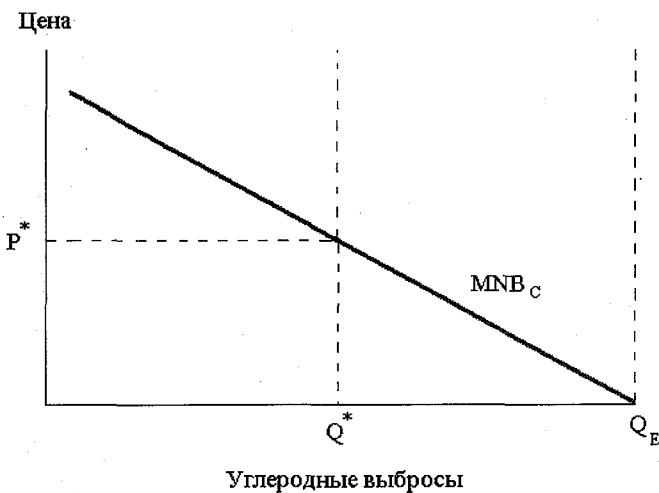
При наличии системы разрешений, Q^* будет представлять общее количество выданных разрешений. Равновесная цена на разрешение будет составлять P^* , отражая предельный чистый доход от выбросов углерода на уровне Q^* . Загрязнители, которые получают больший, чем P^* доход от своих выбросов, захотят приобрести разрешения, в то время как тем, чьи доходы от выбросов меньше чем P^* , выгоднее будет их сокращать и продавать излишки разрешений.

На рис. 16.9b показаны три возможные стратегии сокращения углеродных выбросов. Возможна замена технологий производства энергии, но это потребует больших предельных затрат. Сокращение выбросов путем более эффективного использования энергии приводят к более низким предельным затратам, также как и расширение лесных зон, поглощающих углерод. Уровень разрешений P^* будет управлять относительными уровнями реализации каждой из этих стратегий.

Страны и корпорации, участвующие в торговле, могут сами решать в какой степени использовать ту или иную стратегию управления и, естественно, будут склоняться к наиболее экономичному варианту. По-видимому, это потребует комбинации подходов. Например, если одна страна предпринимает интенсивное лесонасаждение, у нее весьма вероятно появятся лишние разрешения, которые она может продать другой стране, в которой меньше дешевых возможностей сокращения выбросов. Результирующим эффектом будет реализация наиболее экономичных мер по снижению выбросов во всем мире.

Эта система объединяет преимущества экономической эффективности с гарантированным результатом – сокращением уровня выбросов до значений Q^* . Проблема, естественно, состоит в достижении соглашения о первоначальном распределении разрешений. Могут возникнуть проблемы измерения, также как и вопрос, стоит ли считать только промышленные выбросы, или также учитывать изменения в уровне выбросов, связанные с характером землепользования и лесоводства.

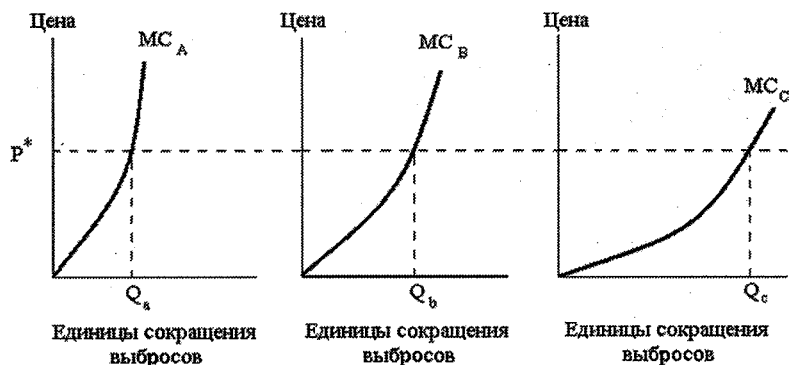
а) Определение цены разрешения на выбросы



- | | |
|---------|---|
| MNB_C | =Предельный чистый доход от выбросов углерода |
| Q_E | =Объем выбросов без системы разрешений |
| Q^* | =Количество разрешений на выбросы |
| P^* | =Равновесная цена на разрешения на выбросы |

Рис. 16.9а. Сокращение выбросов при наличии системы торговли квотами

б) Сокращение выбросов при наличии системы разрешений



MC_A	=	Предельные затраты на сокращении выбросов в результате перехода на другое топливо
MC_B	=	Предельные затраты на сокращение выбросов в результате повышения эффективности энергопользования
MC_C	=	Предельные затраты на сокращение выбросов в результате лесонасаждений
P^*	=	Равновесная цена разрешения на выбросы
Q_a	=	Сокращение выбросов за счет перехода на другое топливо
Q_b	=	Сокращение выбросов за счет повышения эффективности энергопользования
Q_c	=	Сокращение выбросов за счет лесонасаждений

Рис. 16.9b. Сокращение выбросов при наличии системы торговли квотами

Возможная мера: субсидии, стандарты, НИР и ОКР и передача технологий

Политические соображения могут препятствовать введению радикальных налогов на углеродное топливо или установлению системы передачи разрешений. Определенным потенциалом по снижению уровня выбросов обладают и другие меры, в том числе следующие:

- Передача субсидий с углеродосодержащих на безуглеродные виды топлива. В настоящее время многие страны явно или неявно субсидируют использование ископаемого топлива. Отмена этих субсидий сместила бы рыночное равновесие в сторону альтернативных источников энергии. Если бы расходы на эти субсидии были перенаправлены на возобновляемые источники, особенно в виде налоговых льгот для инвесторов, это могло бы вызвать инвестиционный бум в области развития методов получения солнечной, фотоэлектрической, биомассовой и ветровой энергии, а также использовании топливных элементов. Эти технологии в настоящее время во многих областях на пределе конкурентоспособности.
- Использование стандартов эффективности, которые бы требовали от предприятий по предоставлению коммунальных услуг и крупных производителей повышать эффективность и долю возобновляемых источников в энергетике. Обычная угольная тепловая электростанция достигает эффективности порядка 35%, в то время как наиболее эффективные газовые электростанции достигают эффективности от 75 до 90%. Современные автомобильные стандарты по эффективности использования бензина не превышают 9 л на 100 км пробега, в то время как существуют технологии, позволяющие достигать расход в 4 л на 100 км и менее. Ужесточение стандартов со временем для электростанций, зданий, автомобилей и бытовых приборов могло бы ускорить оборот основного капитала современных энергетически неэффективных компаний.
- Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИР и ОКР), направленные на коммерческое использование альтернативных технологий. НИР и ОКР по альтернативным источникам энергии могут ускорить коммерческое использование получаемых продуктов. Существование неуглеродных «резервных» технологий существенно снижает экономические затраты на такие меры, как углеродный налог, и если резерв станет полностью конкурентоспособным, необходимость в углеродном налоге на ископаемое топливо упадет.
- Передача технических достижений развивающимся странам. Как мы видели, значительная часть ожидаемого роста выбросов

углерода придется на развивающиеся страны. Многие проекты по развитию энергетики сейчас финансируются Всемирным банком или региональными банками развития. В той степени, в которой эти агентства могут направлять фонды в развитие альтернативных источников энергии, у развивающихся стран появится экономическая возможность уйти с пути интенсивного использования углерода, значительно улучшив при этом состояние окружающей среды.

Будущее энергетики и политика в области изменения климата, несомненно, будет откликаться на научные данные по поводу накопления в атмосфере углекислого газа. Политические барьеры, которые мешают принятию серьезных мер, могут, в конце концов, разрушиться.

Заключение

Изменение климата, связанное с удержанием уходящего тепла парниковыми газами, является глобальной проблемой. Все страны вовлечены как в ее причины, так и в последствия. В настоящее время наибольшие выбросы приходится на развитые страны, однако, в ближайшие десятилетия значительный рост выбросов будет наблюдаться в развивающихся странах.

По последним оценкам, в двадцать первом веке рост средней глобальной температуры может находиться в интервале от 1 до 6 градусов. Кроме простого потепления, другими побочными эффектами будет изменение характера погоды, значительное возрастание частоты катастрофических погодных явлений и резкое изменение климата.

Анализ затрат и результатов может служить инструментом экономического анализа изменения климата. Результатами в этом случае является предотвращенный потенциальный ущерб путем проведения мер по борьбе с изменением климата. Затратами являются расходы на избавление от зависимости от ископаемых видов топлива, а также другие экономические последствия от сокращения выбросов парниковых газов.

Исследования затрат и результатов показывают размер и того и другого в пределах нескольких процентов от ВВП. Однако, относительная оценка затрат и результатов существенно зависит от принятой ставки дисконтирования. Поскольку ущерб имеет тенденцию нарастания со временем, использование высокой ставки дисконтирования ведет к заниженной оценке будущих последствий изменения климата. Кроме того, некоторые последствия трудно выразить в денежной форме, как, например, сокращение биоразнообразия или потери жизни и здоровья. В зависимости от принятых допущений в экономических моделях, результаты применения мер по предотвращению изменения климата для ВВП могут находиться в интервале от 2 процентов снижения до двух процентов роста ВВП.

Меры по борьбе с глобальным изменением климата могут быть или превентивными, или адаптационными. Одной из широко

обсуждаемых мер является углеродный налог, который наиболее тяжелым бременем ляжет на те виды топлива, которые приводят к значительным выбросам углерода. Налоговые сборы могли бы использоваться для снижения других налогов. Другой возможной мерой является система торговли разрешениями на выбросы. Разрешения могут покупаться или продаваться странами или фирмами в зависимости от уровня выбросов. И та, и другая стратегия имеет высокую экономическую эффективность, однако трудно заручиться политической поддержкой для их осуществления. Другой мерой может явиться перенос субсидий с ископаемого топлива, ужесточение стандартов по эффективности энергопользования, интенсификация исследований и разработок в области альтернативных источников энергии.

Вопросы для обсуждения

1. Считаете ли вы анализ затрат и результатов полезным инструментом в анализе проблем изменения климата? Как можно адекватно оценить таяние арктических льдов, загопление островных государств и другие последствия изменения климата? В чем здесь состоит роль экономического анализа?
2. Какие меры наиболее эффективны в решении проблем изменения климата? Какие меры рекомендовали бы в первую очередь экономисты? Что мешает эффективной реализации этих мер?
3. В чем состоят основные трудности при выработке международных соглашений по изменению климата? С экономической точки зрения, какие стимулы могут подталкивать страны к выполнению международных обязательств? Какие виды беспроигрышных мер могут помочь преодолеть существующие барьеры?

Список литературы

1. Пахомова Н.В., Рихтер К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2004.
2. Cline, William R. The Economics of Global Warming. Washington, D.C.: Institute for International Economics, 1992.
3. Dower, Roger c., and Zimmerman, Mary. The Right Climate for Carbon Taxes, Creating Economic Incentives to Protect the Atmosphere. Washington, D.C.: World Resources Institute, 1992.
4. Fankhauser, Samuel. Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse. London: Earthscan Publication, 1995.
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 1995, Volume 1: The Science of Climate Change. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1996.
6. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2001, Volume 1: The Scientific Basis. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2001.
7. Nordhaus, William D., and Joseph Boyer. Warming the World: Economic Models of Global Warming. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000.
8. World Bank. World Development Report 1992: Development and the Environment. Washington, D.C.: World Bank, 1992.