

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.М. Тюкавкин, А.Н. Сорочайкин

## **ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Учебное пособие для бакалавров*

Самара  
Издательство «Самарский университет»  
2012

УДК 577.4  
ББК 65.9(2)28  
Т98

**Рецензенты:**

д-р экон. наук, проф. Б.Я. Татарских,  
д-р экон. наук, проф. Г.П. Гагаринская

Тюкавкин, Н.М., Сорочайкин, А.Н.

Т98 **Общая экология и экономика природопользования: учебное пособие для бакалавров / Н.М.Тюкавкин, А.Н. Сорочайкин. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2012. – 147 с.**

В учебном пособии освещены вопросы состояния природных ресурсов планеты, влияния деятельности предприятий на окружающую среду, методики оценки эффективности природоохранной деятельности. Уделено внимание особенностям техногенного типа развития, необходимости перехода к устойчивому развитию и другим проблемам.

Рекомендовано студентам гуманитарных специальностей вузов.

УДК 577.4  
ББК 65.9(2)28

© Тюкавкин Н.М., Сорочайкин А.Н., 2012  
© Самарский государственный  
университет, 2012  
© Оформление. Издательство  
«Самарский университет», 2012

## Оглавление

Введение	5
Глава 1. Основные ресурсы Земли и их современное состояние	7
1.1 Вода	7
1.2. Атмосфера	10
1.3. Леса	12
1.4. Земля	14
1.5. Природное сырье	15
1.6. Вторичное сырье	17
1.7. Ископаемое топливо	26
1.8. Возобновляемые источники энергии	28
1.9. Вторичные энергоресурсы	33
Контрольные вопросы	38
Глава 2. Воздействие предприятий на окружающую среду	39
2.1. Экологический паспорт предприятия	39
2.2. Влияние энергетического предприятия на окружающую среду	43
2.3. Добыча, транспорт и переработка угля	48
2.4. Воздушные линии электропередач	51
2.5. Влияние машиностроительного предприятия на окружающую среду	53
Контрольные вопросы	64
Глава 3. Топливно-энергетический комплекс России: развитие и взаимодействие с окружающей средой	65
3.1. Тенденции изменения запасов топливно-энергетических ресурсов и их добыча	65
3.2. Использование топливно-энергетических ресурсов	69
3.3. Альтернативные варианты решения энергетических проблем	73
3.4. Выбор приоритетов в энергетической политике	76
Контрольные вопросы	78
Глава 4. Комплексный экономический анализ и оценка экологической деятельности предприятий	79

4.1. Чистый экономический эффект природоохранных мероприятий	79
4.2. Оценка вариантов очистки промышленных сточных вод	81
4.3. Оценка вариантов очистки промышленных выбросов в атмосферу	84
4.4. Оценка вариантов переработки отходов	87
4.5. Оценка технологических решений	89
4.6. Оценка конструкторских решений	97
4.7. Оценка риска аварий	99
Контрольные вопросы	103
Глава 5. Техногенные ограничения экономического развития	104
5.1. Экологические ограничения	104
5.2. Экономические (инвестиционные) ограничения	105
5.3. Социальные ограничения	106
Контрольные вопросы	109
Глава 6. Основные направления экономического и экологического развития и перехода к устойчивому развитию	110
6.1. Альтернативные варианты решения экологических проблем	111
6.2. Развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий, технологические изменения	124
6.3. Прямые природоохранные мероприятия	126
Контрольные вопросы	129
Глава 7. Международный опыт решения экологических проблем	130
7.1. Национальные экологические программы	130
7.2. Международные экологические организации. Программы международного экологического сотрудничества	134
Контрольные вопросы	142
Список рекомендуемой литературы	143

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время из недр земли ежегодно извлекается 100 млрд т руды, топлива, строительных материалов, в том числе 4 млрд т нефти и природного газа, 2 млрд т угля. На поля рассеивается 92 млн т минеральных удобрений и 2 млн т ядохимикатов. В атмосферу выбрасывается более 200 млн т оксида углерода, 50 млн т углеводородов, 146 млн т диоксида серы, 53 млн т оксидов азота, 250 млн т пыли. В водоемы сбрасывается 32 млрд м<sup>3</sup> неочищенных вод. В Мировой океан ежегодно попадает до 10 млн т нефти. Ежегодно становятся непригодными для земледелия 6-7 млн га почв. Все это с очевидностью требует корректировки действий человечества, так как многие изменения в окружающей среде уже стали необратимыми. «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая на этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых» (Ф. Энгельс. "Диалектика природы").

Российские ученые в XIX и начале XX в. сформулировали систему взглядов, в которой Человек рассматривается как частица окружающего мира. Это основополагающие работы И. М. Сеченова, В.И. Вернадского, Н.В. Тимофеева-Ресовского, В.Н. Сукачева, Н.Ф. Федорова.

Особое место занимает В. И. Вернадский, разработавший общую схему эволюции верхней оболочки нашей планеты и основавший учение о ноосфере. Логика развития жизни на Земле определяет деятельность человека как главный фактор, причем биосфера может существовать без человека, но человек не может существовать без биосферы. Сохранить гармонию человека и природы – основная задача, которая стоит перед настоящим поколением. Это требует изменения многих ранее сложившихся представлений о соотношении общественных ценностей. Необходимо развитие у каждого человека "экологического сознания", которое будет определять выбор вариантов технологий, строительства предприятий и использование природных ресурсов.

Одна из основных задач современного образования – становление экологического способа мышления. От лозунга «Взять от природы все» необходим переход к лозунгу «Природа – наш дом». Демографические процессы, разогревание атмосферы, эрозия почвы, уменьшение озонового слоя, гибель многих животных, промышленные аварии ведут к экологической катастрофе. Глобальной экологической политики пока не существует, это проблема XXI в., но изменение ориентации национальной экономики следует осуществить сегодня.

Необходим переход к другой системе ценностей человечества. В отличие от сложившейся системы техногенной цивилизации требуется система типа древнекитайской культуры «у-вэй». Ее принципы: невмешательство в природный процесс; целенаправленное преобразование среды; понимание природы как закономерно устроенного пространства.

Суть нового эколого-экономического мышления хорошо выражена в докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию "Наше общее будущее", выводы и предложения которого были положены в основу многих решений Конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро (1992): "Экономика не ограничивается созданием материальных ценностей, а экология не относится только к охране природы; оба понятия в равной мере касаются улучшения судьбы человечества".

Решающее значение для разрешения противоречий между экономикой и природой имеет формирование устойчивого типа экономического развития. Сейчас главной причиной критической экологической ситуации является сложившийся техногенный, природоразрушающий тип. И без его изменения на устойчивый, экологосбалансированный, невозможно будет решить стоящие перед страной сложнейшие социально-экономические задачи.

Итак, главное внимание в работе уделено рассмотрению целостного эколого-экономического подхода к экономическому развитию, необходимости смены его типов.

В условиях перехода к рыночной экономике возникает и целый ряд новых слабоизученных эколого-экономических проблем. Среди них проблемы сочетания прямых и рыночных механизмов регулирования, экономической ценности и оценки природных благ, эффективности и платности природопользования, создания системы стимулирования природоохранной деятельности. Эти вопросы не вошли в настоящее пособие. Они проблемны и рассматриваются в курсе лекций.

# ГЛАВА 1.

## ОСНОВНЫЕ РЕСУРСЫ ЗЕМЛИ И ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

### 1.1. Вода

Футурологи утверждают, что будущие войны могут возникнуть в борьбе за пресную воду. Считается, что в настоящее время более миллиарда человек лишено здорового водоснабжения. Тяжелая ситуация сложилась в Азиатско-Тихоокеанском регионе (Бангкок, Таиланд, Южная Корея, Япония), в бассейнах рек – Нила, Тигра и Евфрата.

Вода – комплексный природный ресурс, состоящий из воды Мирового океана (94%), подземных вод (4%), льда и снега (2%), воды рек, озер и болот (0,4%). Весь природный водный комплекс функционирует как единый, хотя в кратковременный интервал времени отдельные водоемы могут быть относительно изолированными.

Распределена вода по территории Земли и отдельным регионам неравномерно.

Назначение воды как природного ресурса – поддержание жизненной потребности человека, животного и растительного мира. В производственной и хозяйственной деятельности человек применяет воду для очистки, мытья, охлаждения оборудования и материалов, полива растений, гидротранспортировки, обеспечения специфических процессов (выработка электроэнергии). Водная среда используется для вылова рыбы, добычи подводных запасов сырья (марганец, никель, кобальт) и топлива (нефть), сбора растений, перевозки грузов на судах. Простота процесса затопления по сравнению с другими видами захоронения, недоступность глубин для человека и кажущаяся изолированность воды привели к тому, что человек активно использует водную среду для сброса отходов.

Состояние воды в природном или искусственном водоеме характеризуется химическим составом добавок, содержанием соли, составом взвешенных частиц, температурой.

Первые стандарты на качество питьевой воды были утверждены в России и в США в 1937 г. Стандарт России включает 30 обязательных по-

казателей. Всемирная организация здравоохранения рекомендует более 100 показателей качества питьевой воды. С 80-х гг. в США определены 300, а в странах ЕЭС около 150 галогеносодержащих соединений, которые появляются в воде при ее хлорировании. Полномасштабный контроль качества питьевой воды требует значительных вложений на организацию соответствующих служб, создание приборов, разработку систем очистки.

### **Характеристика состава питьевой воды (ГОСТ 2874-82)**

Водородный показатель, рН 6,0-9,0

Железо, мг/л до 0,3

Жесткость общая, мг экв./л до 7,0

Марганец, мг/л до 0,7

Медь, мг/л до 1,0

Сульфаты, мг/л до 500

Сухой остаток, мг/л до 1000

Хлориды, мг/л до 350

Цинк, мг/л до 5,0

Бериллий, мг/л до 0,0002

Молибден, мг/л до 0,25

Мышьяк, мг/л до 0,05

Нитраты, мг/л до 45,0

Свинец, мг/л до 0,03

Селен, мг/л до 0,001

Стронций, мг/л до 7,0

Воздействие деятельности человека на водные ресурсы оценивается по объектам и материалам загрязнения. Наибольший объем загрязненных сточных вод в 1990 г. был сброшен организациями жилищно-коммунальной хозяйства и бытового обслуживания населения (прежде всего городскими канализационными сетями) – 13 км<sup>3</sup>; промышленными предприятиями – почти 12,8; сельскохозяйственными организациями – 2,4; другими отраслями народного хозяйства – около 0,3 км<sup>3</sup>. Кроме того, в водоемы было сброшено более 30 км<sup>3</sup> коллекторно-дренажных вод, также содержащих значительное количество загрязняющих веществ.

Объем потребляемой на производственные нужды воды составляет 51 км<sup>3</sup>/год (около 7% промышленного водозабора страны). В водоемы со



сточными водами было сброшено более 30 млн т загрязняющих веществ, в том числе 15 млн т хлоридов, 11млнт сульфатов, 1752 тыс. т органических и 2090 тыс. т взвешенных веществ, 23,5 тыс. т синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), 57,5 тыс. т нефтепродуктов и другие вредные примеси.

Наиболее загрязненными водоемами в бывшем СССР являются Западный Буг, Днестр, Дунай, Дон, реки острова Сахалин, реки и озера Кольского полуострова, нижнее течение Амура. Концентрации ряда загрязняющих веществ в этих водоемах превышают предельно допустимый уровень в 10 и более раз.

В бассейне реки Кубани содержание нефтепродуктов и солей меди в воде превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в 5-7 раз. В среднем течении Волги концентрации фенолов и нефтепродуктов составляют 8-9 ПДК, соединения азота и меди – 3-4 ЛДК, в нижнем течении вода загрязнена солями меди до 15 ПДК.

Потребление воды на единицу продукции является важнейшим показателем прогрессивности производственных процессов. В России потребляется следующее количество воды на производство 1 т продукции, м<sup>3</sup>: сталь – 250; медь – 500; пластмассы – 500-1000; целлюлоза – 1500; синтетический каучук – 2000. На бытовые нужды населения городов расходуется 300 – 600м<sup>3</sup>/сут.чел.

Ежегодно в моря попадает до 7 млн т нефти из танкеров и в результате аварий при нефтедобыче, а 1 т нефти может покрыть тонкой пленкой до 12км<sup>2</sup> поверхности воды. Аварии на химических, металлургических и других предприятиях, прорывы в городских системах очистки сопровождаются сбросом отравляющих веществ в природные водоемы.

Особенностью природных водоемов является их способность к самоочищению за счет осаждения примесей, деятельности водных растений, разложения веществ в воде, кругооборота воды. Периодичность полного обмена массы воды, которая близка к периоду очистки, составляет:

мировой океан – 2500 лет (полное перемешивание вод – 63 года);

подземные воды-1400лет;

почвенная влага – 1год;

полярные ледники – 9700 лет;

ледники горных районов – 1600 лет;

подземные льды многолетней мерзлоты – 10000 лет;

- воды озер – 17 лет;
- воды болот-5лет;
- воды в руслах рек – 16 дней;
- влага в атмосфере – 8-10 дней;
- вода в живых организмах – несколько часов.

Изменение характеристик воды влечет снижение ее продуктивности как среды обитания, делает невозможным ее использование человеком, она становится непригодной для бытовых, сельскохозяйственных и промышленных процессов. Чтобы не допустить этого, осуществляют очистку и охлаждение стоков, транспортировку чистой воды, строительство искусственных водоемов и замкнутых изолированных водных систем, искусственное разведение водной растительности и рыб.

## 1.2. Атмосфера

Атмосфера – это огромная воздушная система. Нижний слой (тропосфера) толщиной 8 км в полярных и 18 км в экваториальных широтах (80% воздуха), верхний слой (стратосфера) толщиной до 55 км (20% воздуха). Атмосфера характеризуется газовым химическим составом, влажностью, составом взвешенных веществ, температурой. В нормальных условиях химический состав воздуха (по объему) следующий, %: азот – 78,08; кислород – 20,95; углекислый газ – 0,03; аргон – 0,93; неон, гелий, криптон, водород – 0,002; озон, метан, оксид углерода и оксид азота – десятитысячные доли процента.

Общее количество свободного кислорода в атмосфере –  $1,5 \cdot 10^6$  т.

Назначение атмосферы в экосистеме Земли – это обеспечение человека, животного и растительного мира жизненно необходимыми газовыми элементами (кислород, углекислый газ), защита Земли от метеоритного воздействия, космического радиационного и солнечного облучения, обеспечение процессов производственной деятельности человека газовыми элементами (кислородом, азотом, водородом и нейтральными газами). В процессе существования атмосфера подвергается следующим изменениям:

- безвозвратному изъятию газовых элементов;
- временному изъятию газовых элементов;

- загрязнению газовыми примесями, разрушающими ее газовую структуру;
- загрязнению
- нагреванию;
- пополнению газовыми элементами;
- самоочищению.

Кислород – наиболее важная для человека составная часть воздуха. При нехватке кислорода у человека развиваются явления компенсаторного характера: учащается дыхание, ускоряется ток крови и т. д. За 60 лет жизни человека в городе через его легкие проходит 200г вредных химических веществ, 16г пыли, 0.1г металлов. Из наиболее опасных для человека веществ можно назвать канцероген бензопирен (продукт термического разложения сырья и горения топлива), формальдегид и фенол.

Автомобильный транспорт потребляет кислород воздуха для обеспечения процесса горения в двигателях, загрязняет атмосферу углекислым газом, пылью, взвешенными продуктами сгорания бензина (свинец, сернистый ангидрид и др.). С автомобильным транспортом связано около 13% всех загрязнений атмосферы. Их уменьшают совершенствованием топливной системы автомобилей, использованием двигателей электрических, на природном газе, на водороде или низкосернистом бензине, прекращением использования этилированного бензина, применением катализаторов и фильтров для выхлопных газов.

В процессе горения органического топлива (уголь, нефть, природный газ, древесина) интенсивно потребляется кислород и атмосфера загрязняется углекислым газом, соединениями серы, взвешенными веществами. В мире ежегодно сжигается 10 млрд т условного топлива при этом наряду с организуемыми возникают неорганизованные процессы горения: пожары в быту, в лесу, на складах угля, возгорание выходов природного газа, пожары на нефтепромыслах и при перевозке топлива. На все формы сжигания топлива, на получение металлургической и химической продукции, на дополнительные окисления различных отходов ежегодно расходуется 10-20млрдт кислорода. К концу столетия эта величина возрастет до 50 млрд т. Повышение расхода кислорода, вызванное активизацией хозяйственной деятельности человека, составляет не менее 10-16 % ежегодного биогенного образования. Это вызывает тревогу.

Состояние атмосферы оценивается в локальных регионах (район, город), территориях (государство, природная зона, континент) и в целом по Земле. Для первых двух видов объектов оценка происходит по большому набору факторов. Например, в США учитывались следующие показатели: углекислый газ, сернистый газ, свинец, летучие органические вещества, пыль, оксиды азота.

В целом по Земле параметры атмосферы за последние 100 лет ежегодно повышались: температура – на 0,5-0,6°C; содержание углекислого газа – на 0,4% ; метана – на 1%; закиси азота – на 0,2% ; озона в стратосфере – на 3%.

Последствиями глобальных изменений атмосферы оказываются повышение интенсивности ультрафиолетового излучения на поверхности Земли, увеличение площади пустынь, повышение уровня Мирового океана, кислотные осадки, гибель животного мира, рост заболеваемости населения.

### 1.3. Леса

Растительный мир – это совокупность большого числа разнообразных видов растений. Он функционирует во взаимодействии с землей, водой и атмосферой.

Назначение растительного мира – образование органического вещества, усвоение углекислого газа и выработка кислорода, обеспечение древесины и питанием человека и животного мира. За год растения поглощают и усваивают примерно 200 млрд т CO (3-3,6 т/год га) и выделяют 150 млрд т кислорода (1,8-5 т/год га).

Однако процесс окисления сбрасываемой деревьями листвы потребляет примерно 50% годового количества вырабатываемого ими кислорода.

Наиболее часто частью растительного мира является лес. Его общая площадь на Земле 38 млн км<sup>2</sup> (Россия- 8, США -2, Канада – 2,6, Бразилия – 3,2 млн км ). Мировые ресурсы древесины распределены следующим образом, %: экс-СССР – 23, Канада- 6, США- 6, Европа- 5, прочие страны- 60. Лес занимает около 7% поверхности Земли но вырабатывает 50% кислорода, получаемого атмосферой от растительного мира. Лес классифицируют

по различным признакам. С точки зрения целесообразности заготовки древесины выделяют три группы лесов:

1 – водоохранные, заветные, санитарно-гигиенические и оздоровительные леса заповедников и национальных парков (68%);

2 – в местностях с высокой плотностью населения, высокой сетью транспорта и ограниченных лесосырьевыми ресурсами (24%);

3 – многолесные районы, имеющие эксплуатационное значение (8%).

По этим группам целесообразны:

для первой – лесовосстановительные рубки с целью использования древесины при сохранении водоохранных, защитных и других свойств лесов;

для второй – массовая заготовка древесины при условии восстановления леса ценными породами, сохранения защитных и водоохранных свойств леса;

для третьей – массовая заготовка древесины при условии эффективной эксплуатации леса.

По качеству древесины лес классифицируют по породам деревьев. В России наиболее распространены хвойные породы: сосна (23,5%), ель (18,8%), кедр (11,4%), лиственница (42%). Их общий запас на Земле 127 млрд м<sup>3</sup> (Россия- 68, США- 15, Канада – 21) . Общий запас древесины на Земле оценивается в 360 млрд м<sup>3</sup> при годовом приросте около 1% и вырубке около 3,3 млрд м<sup>3</sup>.

Характеристиками леса являются площадь, количество древесины, продуктивность. Загрязнение атмосферы или воды ведет к вымиранию леса. Особенность растительного мира -его способность к самовосстановлению после пожаров, механических и химических воздействий. Однако время восстановления в зависимости от региона и вида растительного мира существенно различно. Лиственные породы деревьев восстанавливаются быстрее хвойных. На восстановление растительности в тундре после механического уничтожения требуется более 20 лет, а в средней полосе – 1-2 года.

Наряду с древесиной лес – это источник живицы, гуттаперчи, органических красителей, ягод, грибов, орехов, лекарственного сырья. Ежегодный урожай пищевой продукции леса измеряется десятками миллионов тонн. Стоимость урожая кедровых орехов, например, в три раза превышает стоимость кедровой древесины.

В настоящее время особую тревогу вызывает судьба самых больших лесных массивов планеты – амазонских лесов. Они были величайшим источником богатств природы для всей Земли. Здесь растут сотни разных видов деревьев, десятки тысяч видов растений, обитают сотни тысяч видов животных. В течение столетий они давали множество важных продуктов: каучук, высококачественную древесину, орехи, лекарственные растения (хинное дерево). До начала 80-х годов эти леса были в относительной сохранности из-за малонаселенности долины Амазонки. Однако за последние десятилетия население региона резко возросло. Недостаток сельскохозяйственных угодий и развитие дорог вызвали стихийное заселение долины и массовое уничтожение леса. В 80-е годы уничтожалось от 100 до 130 тыс. км<sup>2</sup> леса самым первобытным способом – выжиганием, чтобы освободить земли для пашни и скотоводства. Аналогичные процессы происходили и в других тропических лесах, в Африке, Индонезии, на Филиппинах, в Таиланде, в Гвинее.

## 1.4. Земля

Рассматривая землю как природный ресурс подразумевают обычно ее верхний слой. Его площадь около 149млн км<sup>2</sup>, из которых сельскохозяйственные земли – 51 млн км<sup>2</sup> (пашни, сенокосы, пастбища).

Толщина плодородного слоя земли 0,5-2 м. Назначение земли как природного ресурса состоит в поддержании растительного мира. В зависимости от плодородия земли подразделяют на пустыни, тундры, ледники, горы, зоны рискованного земледелия, плодородные земли. Характеризуется плодородие количеством выращиваемых или собираемых растений (площадь земли, умноженная на удельную отдачу). В целом в мире собирается примерно 1,9 млрд т зерна и зернобобовых культур, 0,5 млрд т риса.

Состояние земли характеризуется температурой, влажностью, физической структурой и химическим составом. Деятельность человека и функционирование растительного и животного мира могут улучшать и ухудшать показатели состояния земли. Основными процессами воздействия на землю являются: безвозвратное изъятие из сельскохозяйственной деятельности; временное изъятие; механическое воздействие; добавка химических

и органических элементов; вовлечение в сельскохозяйственную деятельность дополнительных территорий (осушение, орошение, вырубка леса, рекультивация); нагревание; самовозобновление.

Безвозвратное изъятие земли происходит за счет промышленного и гражданского строительства, прокладки дорог, трубопроводов и линий электропередач, создания водохранилищ, открытой разработки полезных ископаемых. Изъятие земли из природного комплекса или ухудшение ее плодородия приводит к уменьшению растительности, загрязнению и ухудшению состава атмосферы.

## 1.5. Природное сырье

Ежегодно из недр извлекается около 3 т минерального сырья в расчете на одного человека. Это руды металлов, строительные материалы, уголь, минеральное удобрение. Запасы полезных ископаемых распределены по территории Земли неравномерно. Наибольшие залежи железных руд имеются в Бразилии, Австралии, Канаде, США, Южно-Африканской Республике, Франции, Великобритании, ФРГ, Швеции, Норвегии, России, Китае. Потенциальные запасы железных руд – триллионы тонн, известные месторождения – 600 млрд т, а достоверные и вероятные – 260 млрд т. Среднее содержание железа в руде около 40%. Добыча железной руды в мире составляет около 800 млн т/год.

Большая часть залежей руд марганца, никеля, кобальта и хрома находится в Африке, Азии, Австралии, Америке. До 1,5 трлн. т железомарганцевых конкреций имеется предположительно на дне океана. Бокситы – сырье для производства алюминия – сосредоточены главным образом в Австралии, Гвинее, на Ямайке. Основная часть медных руд находится в США, Чили, Заире, Замбии, Канаде. Запасы свинца сосредоточены в США, Австралии, Канаде; олова – в Индии, Таиланде, Боливии; цинка – в США, Канаде, Австралии, Перу.

Наиболее оптимистический прогноз, исходящий из полного содержания элементов в земной коре, предполагает следующие сроки исчерпания железа-  $10^9$  лет, меди-  $242 \cdot 10^6$ , урана-  $10^9$ , алюминия –  $10^9$  лет. Ископаемого топлива хватит на 520 лет, атомной энергии на 8400 лет, термоядерного

топлива на 10 лет. Пессимистические оценки важнейших ресурсов дают 50-70 лет для полного их истощения.

По геологическим оценкам при сложившемся уровне годового потребления природных материалов по отношению к разведанным /конечным запасы составляют около, лет:

медь 45/350;	молибден 60/600;
железо 100/2500;	цинк 20/600;
алюминий 20/68000;	сера 30/7000;
свинец 10/150;	уран 50/8500.

В России полезные ископаемые делятся на категории запасов по степени разведанности и количественной определенности:

А – детально разведанные месторождения с точно определенными границами залегания;

В – разведанные месторождения с примерно определенными границами залегания;

С1 – разведанные в общих чертах месторождения с запасами, подсчитанными с помощью экстраполяций;

С2 – предварительно оцененные запасы, качество которых определено по единичным пробам и образцам.

Все запасы А, В, С1 и С2 называют балансовыми, использование которых экономически целесообразно. Прочие запасы – забалансовые – при имеющейся технике не могут быть эффективно использованы.

В России имеется свыше 40% мировых запасов железной руды (Курское месторождение, Урал, Восточная Сибирь). Условия добычи в настоящее время постоянно ухудшаются, а концентрация железа в руде падает. В России находятся месторождения бокситов, медных руд.

Эксплуатация месторождений полезных ископаемых связана с изъятием и загрязнением земли, нарушением земельного покрова, уничтожением растительного покрова. Горнодобывающая промышленность – один из лидеров по загрязнению водного и воздушного пространств. Косвенное влияние эксплуатации месторождения проявляется через создание примыкающего бытового и промышленного хозяйств, прокладку дорог, транспортировку значительных масс добываемых материалов, прокладку энергообеспечивающих систем, изъятие земли под отвалы.



Создание эффективных технологических схем переработки руд позволяет вовлечь в использование большие запасы уже разведанного, но не используемого сырья. Сам процесс добычи может быть улучшен за счет применения химических и биологических методов. Это подземное выщелачивание руд, использование микроорганизмов

## 1.6. Вторичное сырье

При производстве промышленной продукции и вообще при хозяйственной деятельности образуются отходы, являющиеся потенциальным сырьем. Их делят в зависимости от источника образования на две группы: отходы производства и отходы потребления. Отходы производства – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся в ходе производства и частично или полностью потерявшие свои первоначальные потребительские качества. Отходы потребления – это бывшая в употреблении продукция или сопутствующие ей изделия, которые потеряли свои потребительские качества.

Исходя из возможности использования, различают утилизируемые и не утилизируемые отходы. Для первых существует технология переработки и вовлечения в хозяйственный оборот, для вторых в настоящее время отсутствует.

В результате деятельности человека образуется несколько сотен видов отходов, а используется несколько «классических» видов: металл, пластмассы, бумага, стекло и др. Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды: сокращается потребность в первичном сырье, уменьшается загрязнение вод и земли, освобождаются трудовые ресурсы из процессов переработки сырья. Истощение запасов первичного сырья потребовало перевода технологии многих стран на использование только вторичного сырья.

Получение бумаги переработкой макулатуры вместо получения из древесины требует энергии на 60 % меньше, снижает загрязнение воздуха на 15% и воды на 60%. Сталь из металлолома на 70% дешевле получаемой

из руд. При этом экономится на каждой тонне стали 1,5 т руды и 0,2 т кокса, уменьшается масса отходов, идущих в отвалы.

Наиболее слабым звеном рынка для утилизации являются старые газеты, которые составляют около 30% утилизируемых бытовых отходов. Продукт утилизации газет оказывается ненамного дешевле бумаги из традиционного сырья, хотя и более низкого качества.

Высококачественная бумажная макулатура может быть использована для изготовления писчей и типографской бумаги. За счет улучшения технологии из макулатуры может быть изготовлена негорючая бумага. Бумажная пульпа, изготовленная из макулатуры, оказывается дешевле, чем из естественной сырья.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются очень медленно либо вообще не разлагаются. При их сжигании происходит сильное загрязнение атмосферы ядовитыми веществами.

В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть пластмасс из ежегодно выпускаемых в мире. Британские фирмы перерабатывают только 15-17% всей произведенной полиэтиленовой пленки. Более 70% этих материалов поступает от пластмассовых бутылок и автомобильных аккумуляторов. После переработки они превращаются в исходный материал.

Наиболее эффективными способами предотвращения накопления пластмассовых отходов являются их вторичная переработка (рециклинг) и разработка биodeградальных быстроразрушаемых в природе полимерных материалов.

В настоящее время за рубежом используется несколько способов вторичной переработки «отработавших» пластмасс. В наиболее типичном виде рециклинг пластмасс включает следующие этапы: сбор отходов и транспортировка; сортировка и идентификация; регенерация; использование полученного полуфабриката по назначению. К каждому из этих этапов предъявляются определенные технические требования, но наиболее трудоемким из них является сортирование и идентификация.

Регенерация пластмассы включает измельчение, отмывку, сепарацию и предварительную переработку. Полученная регенерированная пластмасса может пойти как более дешевое сырье на формирование нового изделия,

изготовление необходимых рецептур компаундов – наполненных, армированных, огнестойких, основанных на вторичных пластиках, а также как добавка к первичному сырью при производстве новых изделий. Однако для получения качественных изделий знание характеристик используемого вторичного сырья является обязательным.

Обычно выделяются две подлежащие рециклингу категории пластмасс: однородные (чаще всего полиэтилентерефталатные или полиэтиленовые отходы) и смешанные пластмассы, большая часть которых используется для производства низкосортных материалов. Наиболее легко обрабатываются вторично термопласты и в большинстве случаев с минимальными потерями свойств.

Рециклинг «отслуживших» пластмасс осуществляется в США, Японии и в 16 промышленно развитых странах Европы.

Для расширения применения рециклированной пластмассы в США при Американской ассоциации по испытанию материалов создан подкомитет по вторичной пластмассе и Совет по переработке твердых отходов при секторе промышленных пластмасс.

В целом предполагается, что американский рециклинг пластмасс должен в ближайшие годы увеличиться и в итоге составить 50-60%.

Выделяются три основных направления развития технологии повторной переработки пластмасс: вторичная переработка гранул и сырьевых компонентов; переработка профилированных продуктов производства; муниципальное развитие технологии рециклинга индивидуально по специфике продукции.

В связи с тем, что свободных территорий для складирования твердых отходов в Японии практически нет, основной акцент в решении проблемы переработки отходов пластмасс уделяется сжиганию (термическая деструкция) без образования вторичных продуктов загрязнения. На протяжении последних лет основополагающей политикой в области переработки всех твердых отходов является практика локального сбора вторичного сырья на местах образования с максимальной рециклизацией.

В странах ЕС, по данным английской фирмы «Фрост Салливан», занимавшейся анализом вторичной переработки полимеров, количество отработанной пластмассы, включенной в рециклинг, увеличится с 914 тыс. т

в 1991 г. до 2,4 млн т к 1996 г. Соответственно стоимость восстановленных полимеров поднимется с 224 до 775 млн ф.ст. Наибольшее количество рециклированной пластмассы по стоимости среди стран ЕС приходится на Германию – 74 млн ф. ст. В настоящее время объем пластмассовых отходов в Германии составляет около 2,5 млн т, из которого 500 тыс. т подвергается рециклингу, 500 тыс. т сжигается и более 1 млн т без всякой обработки поступает на свалки.

В Великобритании Британская федерация пластмасс подготовила отчет о деятельности 60 компаний, занимающихся рециклингом пластмасс. Количество образующихся отходов пластмасс в стране оценивается в 1260 тыс. т/г. Ежегодно из отходов регенерируется и возвращается в цикл 150 тыс. т пластмасс.

Одним из новых направлений решения проблемы пластмассовых отходов является создание второго поколения пластиков – биodeградебельных, способных разлагаться в природных условиях под действием микроорганизмов до безвредных соединений. В связи с этим определяются два основных пути создания полимерных материалов: синтез биоразлагаемых пластмасс с помощью микроорганизмов (биополиэфиры, биополисахариды); биоразлагаемые пластмассы на основе природных веществ (природные полисахариды, смесь полиэтилена и крахмала) и получаемые методами химического синтеза (синтетические полиэфиры).

Многочисленные фирмы, главным образом в США, Японии, странах Европы ведут разработки новых видов пластмасс, способных саморазрушаться в воде и почве. Еще в 70-х гг. исследователи получили полубiodeградебельные пластмассы путем последовательного вкрапления крахмала в полимерные цепочки. Этот вид пластмассы использовался для сумок, контейнеров, почтовых упаковок и других целей.

Подобный тип пластмасс, основанный на крахмале, разработан в Австрии для производства biodeградебельных чашек, полотенец, емкостей для яиц, кухонной посуды и др.; в Великобритании – биополимер введен для производства biodeградебельных тарелок, подносов, чашек. В одной из франкфуртских лабораторий получен biodeградебельный полимер на основе масла овощей (жирные кислоты масла связываются для получения полимера), который является полностью безопасным для окружающей

среды. Его стоимость будет не выше стоимости полимеров, произведенных из нефти

Американская компания ICI создала в 1990 г. первый в мире биodeградебельный термопластик – биопол. Отчасти обладающий свойствами, подобными свойствам полипропилена, новый полиэфир образуется путем ферментации сахаров бактериями *Alcaligenes eutrophus*. Новый полимер будет использоваться в производстве пленок, бутылей, упаковочных нетканых материалов.

Аналогичный тип пластмассы получен и в Японии в Токийском институте технологии.

Таким образом, для многих стран мира поиск путей эффективного решения процессов сбора, утилизации, переработки или сжигания пластмассовых отходов является проблематичным. При создании новых способов удаления пластмассовых отходов первостепенное значение приобретает их безопасность для окружающей среды. Осуществление рециклинга пластмассовых отходов позволит высвободить полезные посевные площади от неконтролируемых свалок и улучшить экологическую обстановку в регионе. Однако организация многоступенчатых способов рециклирования требует больших затрат на отбор и сортировку отходов, которые могут быть существенно сокращены при маркировке пластмассовых изделий в процессе их изготовления. Попавшие в отходы маркированные недеградебельные изделия после вторичной переработки могут быть вновь использованы для изготовления новых изделий, что даст существенную экономию средств.

Оптимальным решением проблемы предотвращения полимерных свалок является создание экологически чистых биodeградебельных пластмасс, которым, очевидно, принадлежит будущее. Первый шаг в этом направлении был сделан в получении саморазрушающихся пластмасс путем последовательного смешивания синтетических материалов с полисахаридами или синтезирования биodeградебельных материалов микроорганизмами. Наибольший прогресс в производстве новых биodeградебельных пластмасс произойдет после создания фундаментальной технологии изготовления полимерных материалов с различными свойствами, основные принципы которой разрабатываются в настоящее время крупнейшими лабораториями и фирмами зарубежных стран.

Стеклянные банки утилизируются двумя путями: повторным использованием либо отправлением на переплавку на заводы по производству стеклянной тары. Основным примером повторно используемой тары в Великобритании являются молочные бутылки, которые собираются каждое утро у населения. Однако основная масса стеклянной тары используется однократно, после чего ее направляют на переплавку. Основной проблемой утилизации использованной стеклянной тары является ее извлечение из массы городских отходов.

Сбор стеклянной тары облегчается, когда ее удельная масса в отбросах значительна. Например, в гостиницах, барах по продаже напитков, на стадионах или в местах массового отдыха населения. Проблему составляет сбор стеклянной тары у населения и извлечение ее из нерассортированного бытового мусора. Для решения этой проблемы производители стекла устанавливают контейнеры для населения, в которые собирается отдельно использованная стеклянная тара. Это особенно важно для Великобритании, где производится много цветной стеклянной посуды, которую надо собирать отдельно.

С ростом общественного движения за чистоту окружающей среды утилизация стеклянной тары во многих странах будет осуществляться и в том случае, если она и нерентабельна. В Западной Европе усилия по утилизации использованной стеклянной тары координируются Европейской федерацией стеклянной тары. Координацией охвачены 17 стран.

Швейцария, Нидерланды, Австрия и Бельгия утилизировали более половины использованной стеклянной тары. В Швейцарии, где утилизировано 55% стеклянной тары, в настоящее время изготавливаются бутылки и банки с использованием утилизированного стекла для 75% продукции. При этом их зеленые бутылки почти полностью изготавливаются из стеклянного боя.

Германия собирает большую часть стекла.

Производители стекла пытаются улучшить качество собираемой тары, а также увеличить объем собираемого материала. Особенно это касается отдельного сбора тары из цветного стекла. В связи с широко развитым виноделием в Западной Германии используется намного больше цветного

стекла, чем в Великобритании. Около 56% немецких бутылок изготовлены из зеленого стекла, в Великобритании – менее 20%.

Относительно медленное развитие в Великобритании индустрии утилизации использованной стеклянной тары связано с экономическими и социальными факторами. По ряду причин утилизация стеклянной тары в Великобритании не так рентабельна, как в других странах Европы. Несмотря на это, прогресс в этой области деятельности наблюдается.

Степень утилизации использованных алюминиевых и жестяных банок сильно варьирует в промышленно развитых странах: в Великобритании она составляет 3,5%, в странах Западной Европы -13%, а в США – 55%. В странах Западной Европы предполагается увеличение степени утилизации использованных алюминиевых банок в будущем, так как на получение из них алюминия необходимо затратить лишь 5% энергии от той, которую пришлось бы израсходовать на его производство из натуральной сырья.

За рубежом существуют разные взгляды на проблему удаления олова с банок перед их переработкой, что делает их утилизацию относительно дорогостоящей. Американские и английские фирмы, производящие очистку банок от олова, считают эту операцию оправданной. На заводе в Великобритании в год производится обработка около 360 млн использованных банок, в результате собирается значительное количество олова и жести. Повсеместно на территории Великобритании планируется строительство заводов по переработке использованных жестяных банок.

Лом металлов образуется в виде отходов промышленности (67%), амортизационного лома (31%) и металла, извлекаемого из шлаковых отвалов (2%). Промышленные отходы образуются на 45% в металлургии и на 22% в металлообработке. Амортизационный лом – это списанные и изношенные оборудование и инструменты, военный и судовой лом, металлоизделия и инвентарь. Образование амортизационного лома характеризуется сроком службы металла и степенью его использования при утилизации.

	Средний срок оборота, лет	Использование металла, %
Автомобили	12	90
Линии электропередач	50	80

Рельсы	30	85
Мосты	100	40
Вагоны	30	95
Суда	25	80

Отходы вторичных черных металлов классифицируют по следующим признакам:

- по содержанию углерода – на два класса (стальной лом и отходы; чугунный лом и отходы) и лом и отходы вне класса;
- по наличию легирующих элементов – на две категории (А – углеродистый лом и отходы; Б – легированный лом и отходы);
- по показателям качества – на 25 видов;
- по содержанию легирующих элементов – на 67 групп;
- по линейным размерам – на габаритные и негабаритные.

Например, отходы черных металлов марки 20Х: класс – стальной лом и отходы; категория – 5 (легированный лом и отходы); вид – N 1 (стальной лом и отходы), группа – лом и отходы низколегированных конструкционных и инструментальных сталей, легированных хромом, и сочетание хрома с другими элементами марок данной группы, кроме никеля (хром 0,2-1,8; никель  $\leq 0,3$ ; кремний 0,15-1,8; марганец 0,15-2,1; титан  $\leq 0,09$ ; бор  $\leq 0,005\%$ ); максимальные габаритные размеры 300x200x150 мм.

Наиболее крупными поставщиками лома и отходов цветных металлов являются предприятия металлургии, электротехнической, автомобильной и судостроительной промышленности, сельскохозяйственного машиностроения. Значительная доля отходов этого вида образуется в виде амортизационного лома (алюминий 30, медь – 40, свинец – 80%).

Лом и отходы цветных металлов классифицируются по следующим признакам:

- по наименованию металлов – на 15 наименований (алюминий и алюминиевые сплавы; вольфрам, вольфрамсодержащие химические соединения, сплавы вольфрама; кадмий; кобальт и его соединения и сплавы; магний и магниевые сплавы; медь и сплавы на медной основе; молибден, молибденосодержащие химические соединения и сплавы; никель и никелевые сплавы; олово и оловянно-свинцовые сплавы; ртуть и ее соединения; свинец и свинцовые сплавы; титан и титановые сплавы; цинк и цинковые



сплавы; лом сложный, состоящий из двух или более цветных металлов; лом бытовой);

- по физическим признакам – на классы (А – лом и кусковые отходы; Б – стружка; В – порошкообразные отходы; Г – прочие отходы; Д – ртуть отработанная; Е – отходы ртутьсодержащие твердые; Ж – кабели; З – листовая обрезь; И – прочий лом сложный; К – аккумуляторы щелочные; Л – биметаллы; М – лом и отходы алюминия, покрытые селеном; И – катализаторы);

- по химическому составу – на 143 группы;

- по показателям качества – на 4 сорта.

Например, лом марки АЛ8: наименование металла – алюминий и алюминиевые сплавы; класс – А (лом и кусковые отходы алюминия и алюминиевых сплавов); группа – сплавы алюминиевые литейные с высоким содержанием магния (содержание в сплаве цинка < 0,2; железа < 1,5; кремния < 1,3; меди < 0,3; магния < 13,0%); сорт- 1 (лом и кусковые отходы, не засоренные другими металлами и сплавами).

Все отходы металлургического предприятия можно разделить на две группы отраслевого и межотраслевого назначения. Первые целесообразно использовать в качестве вторичного сырья в металлургических переделах, вторые – передавать в другие отрасли. Внутри групп следует выделить подгруппы кондиционных и некондиционных отходов. Кондиционные отходы представляют ценность как новый вид сырья, некондиционные – могут использоваться на закладку отвалов, выработок, шахт и т. д. Подгруппа кондиционных отходов может быть детализирована с учетом отраслевой направленности, подготовленности к переработке, степени экологической вредности, состава получаемых продуктов, способа переработки, объема дополнительных капитальных и текущих затрат. Научно-технический прогресс в промышленности и наличие природного сырья могут изменить существующую оценку отходов, и ранее некондиционные отходы могут стать экономически выгодным сырьем.

## 1.7. Ископаемое топливо

Он отживет свое  
и никогда уже нельзя  
призвать его назад.  
*Лукреций. О природе вещей.*

Энергетические ресурсы – это любые источники механической, химической и физической энергии. Их можно классифицировать по источникам и местоположению, скорости исчерпания, возможности самовосстановления и другим признакам.

Таблица 1.1

### Физико-химические характеристики органических видов топлива

Вид топлива	Состав, %			Теплотворная способность	
	вода	зола	сера	МДж/кг	ккал/кг
Уголь: Канско-Ачинского бассейна	12	7-15	0,3-1,0	12-15	3000-3600
Кузнецкого бассейна	8-12	18-22	0,3-0,5	16-25	4000-6100
Сланцы	10-12	50	1,5-1,6	10-11	2500-2600
Торф	до 50	9-3	0,3-0,4	8-9	1900-2500
Мазут	0,3-1,5	0,05-0,1	0,5-3,5	40-41,5	9500-9800

Большая часть ресурсов твердых органических топлив и урана расположена на территории промышленно развитых стран, тогда как ресурсы нефти и гидроэнергии сосредоточены в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки. Большая часть извлекаемых запасов органического топлива сосредоточена в странах Северной Америки (40%) и Азии (35%), меньше запасов в Западной Европе (12%), Африке (7%), Южной Америке и Океании (по 3%).

В табл. 1.1 приведены основные физико-химические характеристики органических видов топлива.

На X конгрессе МИРЭК проводилась оценка мировых геологических ресурсов и разведанных извлекаемых запасов невозобновляемых источников энергии (табл. 1.2).

Общегеологические запасы угля на территории стран СНГ – около 6 трлн т (50% мировых), в том числе каменные угли – 4,7 и бурые угли – 2,1 трлн т. Калорийность изменяется от 3,5 (канско-ачинские) до 7 тыс. ккал (кузбасские). Ежегодная добыча угля – более 700млн т, из них 40 % открытым способом.

Таблица 1.2

**Мировые запасы топливно-энергетических ресурсов**

Вид топлива	Геологические ресурсы	Разведанные извлекаемые ресурсы
Уголь, млрд т	4880-5560	609
Нефть, млрд т	207-252	72-98
Природный газ, трлн м <sup>3</sup>	260-270	49-74
Газовый конденсат, млрд т	33-34	6-9
Искусственное жидкое топливо (из сланцев и битуминозных пород), млрд т	342	36
Уран, млн т*	3,2	1,6

\* Запасы, которые могут быть извлечены со значительными издержками на 1 кг содержания оксида урана в урановом концентрате.

Мировой запас нефти оценивается в 840 млрд т условного топлива, из них 10% – достоверные и 90% – вероятные запасы. Основной поставщик нефти на мировой рынок страны Ближнего и Среднего Востока. Они располагают 66% мировых запасов нефти, Северная Америка – 4%, Россия – 8-10%. Отсутствуют месторождения нефти в Японии, ФРГ, Франции и многих других развитых странах. Специалистами прогнозируется значительный ежегодный рост спроса на нефть.

Запасы природного газа оцениваются в 300-500 трлн м<sup>3</sup>. Наибольшие запасы имеются в Ираке, Саудовской Аравии, Алжире, Ливии, Нигерии, Венесуэле, Мексике, США, Канаде, Австралии, Великобритании, Норвегии, Голландии. В России 30 % мировых запасов. Наиболее крупные месторождения в Уренгое, Заполярье. Ежегодно в России добывается 800-850 млрд м<sup>3</sup> природного газа.

Потребление энергоресурсов в мире непрерывно повышается.

Потребность в энергии будет расти, сейчас в среднем на 1 чел приходится в Японии 1,5-5 т, в США – около 7 т, а в развивающихся странах 0,15-0,3 т в нефтяном эквиваленте.

К концу XX в. доля атомной энергии в общем энергообеспечении составила примерно 15 %. В отдельных странах ее доля значительна уже сейчас, %:

США – 24; ФРГ – 25;

Франция – 65; Япония – 23.

Швеция – 40;

Потребность в уране при этом составляет 135 тыс. т. Запасы урана в недрах – более 4 млн т, из них по 50 % достоверные и предполагаемые.

В развитых странах большая часть добываемых ресурсов приходится на нефть, уголь и газ, а в развивающихся – на биомассу, уголь и нефть. При этом душевое потребление энергоресурсов в развитых странах в 6 раз выше, чем в развивающихся.

Добыча ископаемого топлива сопровождается изменением рельефа местности, разрушением плодородного слоя земли, загрязнением атмосферы и вод.

## **1.8. Возобновляемые источники энергии**

По прогнозу к 2020 г. эти источники заменят около 2,5 млрд т топлива, их доля в производстве электроэнергии и теплоты составит 8%.

Использование источников возобновляемой энергии вызвано экологическими проблемами. На земную поверхность в течение года поступает солнечное излучение, эквивалентное 178 тыс. ГВт лет (что примерно в 15 тыс. раз больше энергии, потребляемой человечеством). Однако 30% этой энергии отражается обратно в космическое пространство, 50% – поглощается, 20% – идет на поддержание геологического цикла, 0,06% – расходуется на фотосинтез. Из всей получаемой человечеством энергии 18% приходится на восстанавливаемые источники (включая электроэнергию).

Солнце – источник энергии очень большой мощности. 22 дня солнечного сияния по суммарной мощности, приходящей на Землю, равны всем

запасам органического топлива на Земле. Проблема в том, как использовать солнечную энергию в производственных и бытовых целях.

Например, на Ковровском механическом заводе (г. Жуковск) выпускают солнечные тепловые коллекторы для подогрева воды производительностью до 100 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Американские эксперты считают многообещающей солнечную термo-энергию, для производства которой используются солнечные рефлекторы, собирающие и концентрирующие тепло и свет, при посредстве которых нагревается вода.

Фирма LUZ из Лос-Анджелеса построила в 1984-1988 гг. в калифорнийской пустыне Мохаве несколько коммерческих солнечных термоэлектростанций суммарной мощностью 275 МВт. Фирма строит в районе Харпер-Лейк в Южной Калифорнии еще две такие установки модульной конструкции мощностью 80 и 300 МВт. В их первичном контуре используется нефть. При необходимости для производства пара – рабочего тела турбин – в дополнение к солнечной энергии могут подключаться газовые горелки. Установка мощностью 80 МВт будет состоять из 852 солнечных коллекторов длиной по 100 м, она должна быть сооружена за 9 мес. (ТЭС строится 6-12 лет), стоимость производимого электричества – 10 центов/кВт · ч.

Кроме США солнечные термоэлектростанции действуют в Испании (станция мощностью 30 МВт в Алмерии) и в Иордании (станция мощностью 30 МВт, созданная в рамках европейского проекта «Фобос»).

Фотоэлектрическая энергия производится полупроводниковыми приборами, преобразующими солнечное излучение в электрический ток. Это, как полагают американские эксперты, – квинтэссенция энергетики, поскольку фотоэлектрические установки не оказывают воздействия на природную среду, бесшумны, не имеют движущихся частей, требуют минимального обслуживания, не нуждаются в воде. Их можно монтировать в отдаленных или засушливых районах, мощность таких установок составляет от нескольких ватт (портативные модули для средств связи и измерительных приборов) до многих мегаватт (площадь несколько миллионов квадратных метров). Они могут сооружаться рядом с потребителями энергии: солнечная батарея с КПД 12% площадью 40 м<sup>2</sup>, смонтированная на южном скате крыши дома в среднем по инсоляции районе США, способна обеспечить все бытовые потребности в электроэнергии. Стоимость таких батарей бы-

стро уменьшается (в 1970г. 1 кВт · ч электроэнергии, вырабатываемой с их помощью, стоил 60 дол., в 1980 г. – 1 дол., сейчас – 20-30 центов). Благодаря этому спрос на солнечные батареи растет на 25% в год, ежегодный объем их продажи превышает (по мощности) 40 МВт. КПД солнечных батарей, достигавший в середине 70-х гг. в лабораторных условиях 18%, составляет в настоящее время 28,5% для элементов из кристаллического кремния и 35% – из двухслойных пластин из арсенида галлия и антимона галлия. Разработаны многообещающие элементы из тонкопленочных (толщиной 1-2 мкм) полупроводниковых материалов: хотя их КПД низок (не выше 16% даже в лабораторных условиях), стоимость очень мала (не более 10% от стоимости современных солнечных батарей).

Фотоэнергетика весьма перспективна для сельских районов развивающихся стран. Так фотоэлектрическая установка, если учитывать весь ее жизненный цикл, более выгодна, чем дизель-генератор мощностью до 20 кВт. В Индии, где действуют 4-5 млн дизельных водяных насосов средней мощностью 3,5 кВт каждый, объем продажи фотоэлектростанций для их замены может достичь 1 тыс. МВт – в 25 раз больше их нынешнего мирового сбыта.

Солнечная энергия может быть использована для теплоснабжения (горячего водоснабжения, отопления), сушки различных продуктов и материалов, в сельском хозяйстве, в технологических процессах в промышленности.

Солнечное теплоснабжение получило развитие во многих зарубежных странах. Большинство установок солнечного теплоснабжения оборудовано солнечным коллектором. Только в США эксплуатируются солнечные коллекторы площадью 10 млн м<sup>2</sup>, что обеспечивает годовую экономию топлива до 1,5 млн т. В нашей стране аналогичная площадь не превышает 100 тыс. м<sup>2</sup>.

Ветроэнергия при скоростях более 5 м/с используется для выработки электроэнергии.

В России осваивается производство ветроэнергетических систем, состоящих из 10-15 установок мощностью до 1-2 МВт. Общие запасы ветроэнергии на территории России огромны, но пока из-за низкого КПД (0,25-4,7) и большой металлоемкости (до 500 кг/кВт) ветроустановки неконкурентоспособны с традиционными источниками.

Национальные программы освоения энергии ветра развернуты в Канаде, ФРГ, США, Франции, Швеции и других странах.

Геотермальные тепловые электростанции (ГеоТЭС) используют в качестве источника энергии естественные парогидротермы, залегающие на глубине до 5 км. Геотермальная энергетика развивается достаточно интенсивно в США, на Филиппинах, в Мексике, Италии, Японии, России. Самая мощная ГеоТЭС (50 МВт) построена в США – ГеоТЭС Хебер.

Запасы геотермальной энергии составляют 200 ГВт. Геотермальные ресурсы распределены неравномерно, и основная их часть сосредоточена в районе Тихого океана.

В России геотермальные источники экономически расположены невыгодно. Камчатка, Сахалин и Курильские острова отличаются слабой инфраструктурой, высокой сейсмичностью, малонаселенностью, сложным рельефом местности. Общие запасы этого вида энергии в России оцениваются в 2000 МВт. Например, в России действует Паужетская ГеоТЭС на Камчатке мощностью 11 МВт.

Основное направление развития геотермальной энергетике – отбор теплоты не только термальных вод, но и водовмещающих горных пород путем закачки отработанной воды в пласты, преобразование глубинной теплоты в электрическую энергию. Такое использование глубинной теплоты обеспечит экологическую безопасность технологии ее использования.

Для производства электрической и тепловой энергии в лесоперерабатывающей промышленности широко используется биомасса – энергоносители растительного происхождения, образуемые в процессе фотосинтеза. Содержание серы в биомассе составляет менее 0,1%, зольность – 3-5% (в угле эти показатели равны 2-3 и 10-15% соответственно). Если производство биомассы соизмеримо с ее сжиганием, содержание углекислого газа в атмосфере остается неизменным. Наиболее оптимальный способ использования биомассы – ее газификация с последующим срабатыванием в газовых турбинах. Предварительные расчеты, проведенные в Принстонском университете, показывают, что турбогенераторы, работающие на продуктах газификации биомассы, могут успешно конкурировать с традиционными тепловыми, ядерными и гидравлическими энергоустановками. Наиболее перспективными областями применения таких турбогенераторов уже в ближайшем будущем могут стать отрасли экономики, в которых скапливаются большие объемы биомассы (в частности, сахарные и винокуренные заводы, перерабатывающие сахарный тростник). Так, в Бразилии при ис-

пользовании биомассы с винокуренных предприятий образуется столь значительный избыток электроэнергии, что ее реализация делает спирт дешевле нефти. Только из сахарного тростника может быть произведено 50% энергии, которая вырабатывается сейчас всеми источниками в 80-ти развивающихся странах, где выращивают эту культуру.

Синтетическое топливо, по мнению американских ученых, может стать важным источником энергии в XXI в. Специалисты обращают внимание на метанол, отличающийся простотой транспортировки и меньшим, чем бензин, уровнем местного загрязнения окружающей среды (если метанол производится на основе природного газа). Однако в продуктах сгорания метанола, синтезированного из угля, содержится в два раза больше углекислого газа, чем его выделяется при сжигании бензина. Выход может быть найден на пути синтеза метанола при газификации древесной биомассы.

Альтернативой метанолу считается этанол, производимый при ферментации получаемого из биомассы сахара (исходные продукты – сахарный тростник, как в Бразилии, и кукуруза, как в США). Пока технология производства этанола достаточно дорогостояща, но использование энзимов может снизить стоимость ферментации и сделать его конкурентоспособным с бензином.

Потенциальное использование биомассы в США может позволить заменить всю нефть, расходуемую сейчас в качестве горючего для легковых автомобилей, а также уголь, сжигаемый для производства электричества. При этом число выбросов углекислого газа сократилось бы наполовину.

Ежегодный объем органических отходов (биомассы) в СНГ составляет 500 млн т. Их переработка потенциально позволяет получить до 150 млн т условного топлива в год: за счет производства биогаза (120 млрд м<sup>3</sup>) – 100-110 млн т, этанола – 30-40 млн т.

Окупаемость современных технологий производства биогаза из отходов по оценкам специалистов составляет от 3 до 5 лет.

За счет использования биогаза к 2000 г. можно получить годовую экономию органического топлива 6 млн т, а к 2010г. – в 3 раза больше. Для этого необходимо создать высокоэффективные штампы анаэробных микроорганизмов, специальные виды энергетической биомассы, технологии, эффективное оборудование.

Океаны содержат потенциальную энергию в виде тепла, энергии течений, волн и приливов. Технический энергипотенциал приливов оценивает-



ся в 780 млн кВт. В Канаде эксплуатируется приливная станция мощностью 20 МВт (Аннаполис). В России имеется небольшая станция в районе Мурманска мощностью 400 кВт, разрабатываются станции для Дальневосточного района мощностью 87 млн кВт.

Потенциальная выработка приливных электростанций в США оценивается в 350 млрд кВт·ч, во Франции – в 40 млрд кВт·ч в год.

## 1.9. Вторичные энергоресурсы

Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – это энергия различных видов, покидающая технологический процесс или установку, использование которой не является обязательным для осуществления основного технологического процесса. Экономически она представляет собой побочную продукцию, которая при соответствующем уровне развития техники может быть частично или полностью использована для нужд новой технологии или энергоснабжения других агрегатов (процессов) на самом предприятии или за его пределами.

В настоящее время особенно велики потери теплоты на электростанциях, в металлургической, химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в сельском хозяйстве. Теплота уносится также с вентиляционным воздухом, с канализационными и бытовыми стоками. Согласно расчетам из 1,7 млрд т условного топлива, расходуемого в стране за год, полезно используется примерно 700 млн т. Утилизация ВЭР позволит получить большую экономию топлива и существенно уменьшить капитальные затраты на создание соответствующих энергоснабжающих установок, так как при одинаковом эффекте затраты на улучшение использования энергоресурсов в 1,5-2 раза ниже затрат на добычу топлива. Рациональное и возможно более полное использование вторичных энергоресурсов дает большую экономию материальных, денежных и трудовых затрат, обеспечивает снижение выбросов вредных веществ, в том числе и тепловых.

ВЭР разделяются на три основные группы: избыточного давления, горячие и тепловые.

ВЭР избыточного давления – это потенциальная энергия покидающих установку газов, воды, пара с повышенным давлением, которая может быть еще использована перед выбросом в атмосферу. Основное направле-

ние использования таких ВЭР – силовое (для получения электрической или механической энергии).

Горючие ВЭР – это горючие газы и отходы одного производства, которые могут быть применены непосредственно в виде топлива в других производствах. К ним можно отнести: щепки, опилки, стружку (в деревообрабатывающей промышленности); щелок (в целлюлозно-бумажной); твердые и жидкие топливные отходы (в химической и нефтеперерабатывающей промышленности); доменный газ (в металлургической промышленности).

Тепловые ВЭР – это физическая теплота отходящих газов, основной и побочной продукции производства; золы и шлаков; горячей воды и пара; рабочих тел систем охлаждения технологических установок. Тепловые ВЭР могут использоваться как непосредственно в виде теплоты, так и для отдельной или комбинированной выработки теплоты, холода, электроэнергии в утилизационных установках.

На предприятиях машиностроения тепловыми отходами являются физическая теплота уходящих газов, охлаждения нагревательных и термических печей и вагранок, теплота отработанного пара кузнечно-прессового оборудования.

К тепловым ВЭР в черной и цветной металлургии относятся физическая теплота основной продукции и отходов производства, теплота отходящих газов доменных и мартеновских печей, конверторов, нагревательных печей прокатного производства, а также теплота, отводимая при охлаждении металлургических агрегатов. В химической промышленности значительное количество тепловых ВЭР образуется в результате производства аммиака, серной и азотной кислот, каустической соды, удобрений, полимерных материалов, химических волокон. Это прежде всего теплота дымовых газов, физическая теплота охлаждаемых жидкостей промывочных ванн, теплообменников, теплота конденсата и отработанного пара и т. п.

Для предприятий нефтеперерабатывающей промышленности характерны тепловые ВЭР в виде физической теплоты производственного потока, уходящих газов трубчатых печей и печей сжигания сероводорода, установок регенерации катализатора, а также физической теплоты сжигания вредной органики, физической теплоты охлаждающей воды.

Вторичные энергоресурсы имеются также на тепло- и гидроэлектростанциях (ТЭС и ГЭС). На ГЭС отходы теплоты образуются в результате тепловыделения в электрогенераторах. Для ТЭС наиболее существенный

источник ВЭР – низкопотенциальная теплота нагретой охлаждающей воды конденсационных устройств, с которой может теряться до 50% теплоты топлива, расходуемого на электростанции. Источником ВЭР считаются также дымовые газы котельных установок на паротурбинных станциях или отходящие продукты сгорания в газотурбинных установках. Источником ВЭР может быть и нагретая охлаждающая вода из системы охлаждения генераторов электростанций. Значительные тепловые отходы имеются на АЭС: теплота конденсата, охлаждающих систем.

Вторичные тепловые энергетические ресурсы являются наиболее распространенным видом ВЭР. В черной металлургии они составляют 35-40% от общего количества вторичных энергоресурсов.

Утилизация тепловых ВЭР – один из видов энерготехнологического комбинирования, которое заключается в комплексном использовании топлива для технологических и энергетических нужд и в основном для выработки тепла, идущего на покрытие потребностей металлургических предприятий. Объем теплотенергии, выработанной за счет тепловых ВЭР, составляет в структуре теплоэнергетического баланса около 25%. На передовых металлургических заводах доля утилизационной теплотенергии в тепловом балансе составляет более 40%.

Собственные потребности в теплотенергии отрасль в настоящее время покрывает на 30% за счет теплотенергии, выработанной на базе тепловых ВЭР, а на передовых заводах – на 70-80%. Это говорит о том, что по мере увеличения единичных мощностей металлургических агрегатов, улучшения их конструкции и технического совершенствования утилизационной техники утилизационное производство встало вровень со специализированным энергетическим хозяйством металлургического предприятия по объему вырабатываемой теплотенергии, по ее теплотехническим параметрам и технико-экономическим показателям.

Паропроизводительность котлов-утилизаторов в результате увеличения емкости мартеновских печей со 100 до 600 т возросла с 10 до 45т/ч с повышением давления пара до 4,5 МПа. Возможная выработка тепла СИО при увеличении объема доменной печи с 1000 до 3000 м<sup>3</sup> возросла в 5 раз и составляет 20 т/ч. Пар, вырабатываемый в первых УСТК, имел давление 1,5-2,0 МПа, и производительность их не превышала 20т/ч. В настоящее время производительность УСТК увеличилась до 40т/ч при давлении вырабатываемого пара 4,5 МПа. Выработка паров в котлах-охладителях конвертеров составляет 200-250 т/ч с давлением 14,0 МПа.

К настоящему времени трудовые затраты теплосиловых цехов, в составе которых находится утилизационная техника, на металлургических заводах составляют 65-75% от затрат на ТЭЦ-ПВС и 7-11% от затрат всей энергосистемы предприятий. Основные средства теплосиловых цехов составляют 50-70% от средств ТЭЦ-ПВС и 15-20% от средств всей энергосистемы. Себестоимость утилизационной теплоэнергии на 20-40% ниже себестоимости теплоэнергии промышленных котельных.

Однако, несмотря на то, что практика использования ВЭР подтверждает их высокую экономическую эффективность, уровень использования тепловых ВЭР и ВЭР избыточного давления остается низким. Так, в настоящее время при возможной годовой выработке за счет тепловых ВЭР 452,6 млн ГДж тепла фактическая выработка освоенными видами утилизационного оборудования составляет 33,9%, а на ряде предприятий значительно ниже. К их числу относятся НТМК, ММК, Карагандинский металлургический комбинат, Криворожский металлургический завод, на которых степень утилизации тепловых ВЭР находится в пределах 10-20% от возможной.

Выработка электроэнергии за счет использования избыточного давления доменного газа может быть оценена в 6,0 млрд кВт·ч/год. Фактическая выработка составляет 4,9%. Практика использования избыточного давления природного газа отсутствует совсем, хотя ресурсы его составляют 8,6 млрд кВт·ч в год.

В настоящее время даже на передовых предприятиях с высокой степенью утилизации ВЭР имеются значительные резервы. Так, например, на Череповецком, Челябинском и Коммунарском металлургических заводах фактическая выработка теплоэнергии на базе тепловых ВЭР составляет соответственно 50,1, 34,9 и 45,8% от возможной.

Применение ВЭР на металлургических предприятиях является отражением наметившегося в последнее время сдвига в формировании топливно-энергетического баланса металлургических предприятий в сторону выработки тепловой энергии в утилизационных установках, использующих тепловые ВЭР, и повышения за счет этого эффективности топливоиспользования в металлургии. Эту проблему необходимо рассматривать в комплексе со всем теплоэнергетическим хозяйством завода.

В целом следует отметить, что использование ВЭР во многих случаях экономически эффективно, поскольку удельные капитальные вложения в установку по утилизации тепловых ВЭР, отнесенные к 1 т сэкономленного

топлива, ниже, чем цена топлива с учетом его транспортировки. Поэтому важное значение имеют планирование и стимулирование использования ВЭР.

Для наиболее полного выявления и эффективного использования ВЭР на каждом действующем предприятии, в объединении при разработке паспорта предприятия обеспечивается учет всех образующихся ВЭР, возможных направлений использования и способов их утилизации. Все включаемые в план мероприятия по повышению уровня использования ВЭР должны быть экономически обоснованы. При ограниченности капиталовложений в первую очередь следует предусматривать мероприятия, осуществление которых обеспечивает наибольший экономический эффект.

Одним из методов стимулирования использования ВЭР является тарифная политика в управлении энергопотреблением. Тарифы на электрическую и тепловую энергию должны обеспечивать нормальное функционирование отрасли и отдельных предприятий в условиях рыночной экономики. С этих позиций первостепенное значение имеют обоснование общего уровня тарифов и соотношение тарифов на электрическую и тепловую энергию. Учитывая широкую взаимозаменяемость электрической и тепловой энергии с энергетическим топливом, тарифы на энергию и цены на топливо должны находиться в таком соотношении, чтобы стимулировать потребителей к их рациональному использованию.

Однако прежде, чем появятся вполне экономически рентабельные способы использования ВЭР, необходимы принятие государственных законодательных и подзаконных юридических актов, широкая система просвещения, образования и пропаганды. Под влиянием этой системы начальные этапы технологических поисков, обычно малозакономерные, получают дополнительный импульс к совершенствованию. Наконец, наступает момент, когда все еще недостаточная экономическая рентабельность уже не оказывается непреодолимым препятствием на пути прогресса. Социальные и экологические требования оправдывают ту долю экономических убытков, которые несет общество, отказываясь от использования ВЭР, поскольку вовлечение ВЭР в производство имеет двойное экологическое значение: во-первых, снижается влияние технологических процессов на окружающую среду, а во-вторых, уменьшается расход первичных топливно-энергетических ресурсов, частично или полностью заменяемых ВЭР.

## Контрольные вопросы

1. Для какой отрасли промышленности характерно наибольшее водопотребление?
2. Какая из отраслей народного хозяйства «дает» наибольший объем загрязненных сточных вод?
3. В чем проявляется отрицательное влияние сброса в водоемы загрязненных сточных вод?
4. Объясните назначение атмосферы в экосистеме земли.
5. Каким негативным воздействиям подвергается атмосфера в результате производственной деятельности человека?
6. Оцените состояние атмосферы в настоящее время.
7. Перечислите тенденции экологических изменений, происходящих в растительном мире.
8. В чем состоит назначение земли как природного ресурса?
9. За счет чего происходит безвозвратное изъятие земли?
10. Рассмотрите на примерах содержание различных элементов в земной коре.
11. В чем отличие отходов производства от отходов потребления?

## ГЛАВА 2.

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

### 2.1. Экологический паспорт предприятия

Экологический паспорт предприятия – это комплексный документ, содержащий характеристику взаимоотношений предприятия с окружающей средой. Экологический паспорт содержит общие сведения о предприятии, используемом сырье, описание технологических схем выработки основных видов продукции, схем очистки сточных вод и аэровыбросов, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а также сведения о наличии в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы. Вторая часть паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду, с указанием сроков, объемов затрат, удельных и общих объемов выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия.

Экологический паспорт отражает несколько принципиальных моментов:

- переход от изучения следствий (состояния окружающей среды) к детальному дифференцированному анализу причин (ситуация по каждому в отдельности и группам родственных предприятий);
- переход от рассмотрения общего объема выбросов к удельным показателям, относимым к единице производимой и сопоставляемым с наилучшими показателями, достигнутыми в мире.

Экологическая характеристика предприятия предполагает оценку прогрессивности технологии, полноту использования сырья и топлива, применяемые схемы очистки сточных вод и аэровыбросов, характеристику потоков отходящих воды и газа, отчуждаемой территории, обычно экономическую оценку ущерба, наносимого предприятием окружающей среде, и детализацию этой оценки по видам продукции и технологическим переделам.

Программа мероприятий по снижению нагрузки на окружающую среду должна предусматривать перспективную стратегию и ближайший план с указанием сроков реализации, объемов необходимых затрат, достигаемых

снижений выбросов и их концентрации, снижения ущерба окружающей среде.

Во многих случаях необходимые технологические решения известны и реализованы в мировой практике, на передовых отечественных предприятиях. Проблема их внедрения уже не научная, а организационная и экономическая.

Показатели влияния предприятия на состояние окружающей среды следующие:

1) экологичность выпускаемой продукции (доля продукции с улучшенными экологическими показателями; выпуск экологически чистой продукции);

2) влияние на водные ресурсы (объемы забираемой воды по различным источникам; использование воды на производственные цели; объемы воды, переданной другим предприятиям и организациям; сброшенные сточные воды; доля загрязненных сточных вод; концентрация вредных веществ в загрязненных сточных водах; степень очистки сточных вод; изменение объемов и качества сточных вод);

3) влияние на воздушные ресурсы (объем используемого атмосферного воздуха; количество отходящих вредных веществ по видам и источникам; количество вредных веществ, поступающих на очистные сооружения; доля улавливаемых и обезвреживаемых вредных веществ от общего количества отходящих вредных веществ; количество вредных веществ, поступающих в атмосферу после очистки по видам; изменение объемов и качества выбросов вредных веществ в атмосферу по сравнению с предшествующим периодом);

4) Влияние на материальные ресурсы и отходы производства (объем утилизируемых вредных веществ, извлеченных из сточных вод; объем утилизируемых вредных веществ, извлеченных из отходящих газов; количество образующихся твердых отходов; количество утилизированных твердых отходов; количество твердых отходов, подлежащих захоронению; степень извлечения основных компонентов из минеральной сырья);

5) влияние на земельные ресурсы (коэффициент застройки – отношение площади, занятой под здания и сооружения, к общей площади предприятия; объем продукции предприятия, выпускаемой с 1 га земли; соотношение основных, вспомогательных и обслуживающих площадей; величина производственной площади на 1 рабочего, единицу оборудования, агрега-



та; общая площадь либо протяженность коммуникаций, подъездных путей, водоснабжения, канализации, энергоснабжения; площадь земель, отводимых под культурно-бытовое и жилищное строительство; доля площади, занятой под отходы производства; доля площади, занимаемой санитарно-защитной зоной; площадь рекультивируемых земельных участков).

В качестве показателей организационно-технического уровня природоохранной деятельности предприятия можно выделить:

1) оснащенность источников загрязнения очистными устройствами (количество источников вредных выбросов; количество неорганизованных источников вредных выбросов);

2) пропускную способность имеющихся очистных сооружений (количество и мощность основного технологического оборудования, функционирование которого сопровождается выделением определенных видов загрязнения; доля определенного вида загрязнений, образующихся при производстве единицы основной продукции; количество и мощность природоохранного оборудования, предназначенного для очистки определенных видов оборудования);

3) прогрессивность применяемого очистного оборудования (КПД применяемого очистного оборудования; доля очистного оборудования с высоким КПД; доля вредных выбросов, очищенных на оборудовании с высоким КПД);

4) контроль за функционированием очистного оборудования (уровень обеспеченности очистного оборудования контрольно-измерительной аппаратурой; коэффициент фактического использования контрольно-измерительной аппаратуры; доля прогрессивных приборов в общем количестве применяемых контрольно-измерительных приборов; доля очистных сооружений, работающих под контролем прогрессивных приборов; доля очистного оборудования, работающего под централизованным контролем над выбросами, в общем количестве оборудования, работающего под контролем);

5) рациональность существующей организационной структуры природоохранной деятельности (наличие природоохранных служб и отделов; уровень централизации управления природоохранной деятельностью; оперативность руководства природоохранных служб и отделов при принятии решений; оснащенность природоохранных служб и отделов вычислитель-

ной техникой; информационная обеспеченность; степень экономической самостоятельности природоохранных служб и отделов);

б) прочие показатели (отношение результата природоохранной деятельности к стоимости основных производственных фондов; отношение результата природоохранной деятельности к стоимости очистного оборудования; отношение результата природоохранной деятельности к стоимости материалов, используемых в ходе ее; отношение результата природоохранной деятельности к общей численности работников и к численности работников, занятых природоохранной деятельностью).

Выделяют общие и частные показатели для анализа затрат на природоохранную деятельность. В качестве общих показателей используется отношение экономического эффекта от применения природоохранных мероприятий к общей величине затрат на их проведение.

В качестве частных показателей могут применяться:

- доля капитальных затрат на природоохранные мероприятия в общем объеме капитальных затрат предприятия;
- доля текущих затрат на природоохранную деятельность в общем объеме текущих затрат предприятия;
- доля затрат на охрану воздушного бассейна в общем объеме затрат на природоохранную деятельность;
- доля затрат на охрану и рациональное использование водных ресурсов в общем объеме затрат на природоохранную деятельность;
- доля затрат на уничтожение и обезвреживание твердых и жидких отходов в общем объеме затрат на природоохранную деятельность;
- доля затрат на разработку и внедрение прогрессивных технологий (малоотходных, безотходных, бессточных и т. п.) в общем объеме затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
- доля затрат на оплату услуг сторонних организаций и природоохранную деятельность в общем объеме этих затрат предприятия.

## 2.2. Влияние энергетического предприятия на окружающую среду

Взаимодействие энергетического предприятия с окружающей средой происходит на всех стадиях добычи и использования топлива, преобразования и передачи энергии (табл. 2.1). Тепловой электростанцией активно потребляется воздух. Образующиеся продукты сгорания передают основную часть теплоты рабочему телу энергетической установки, часть теплоты рассеивается в окружающую среду, а часть уносится с продуктами сгорания через дымовую трубу в атмосферу. Продукты сгорания, выбрасываемые в атмосферу, содержат оксиды азота  $NO_x$ , углерода  $CO_x$ , серы  $SO_x$ , углеводороды, пары воды и другие вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях. В табл. 2.1 приведены усредненные показатели загрязнения атмосферы ТЭС при их работе на различных видах топлива (по данным Международного института прикладного системного анализа). В табл. 2.2 указаны расходы топлива и выбросы ТЭС, работающих на органическом топливе, мощностью 1000 МВт.

Таблица 2.1

Загрязнение атмосферы при работе ТЭС на разных видах топлива, г/кВт-ч

Выброс	Вид топлива			
	Каменный уголь	Бурый уголь	Мазут	Природный газ
$SO_2$	6,0	7,7	7,4	0,002
$NO_x$	21,0	3,4	2,4	1,9
Твердые частицы	1,4	2,7	0,7	-
Фтористые соединения	0,05	1,11	0,004	-

## Выбросы и расход топлива ТЭС, тыс. т/год

Выброс	Вид топлива		
	Газ, $1,9 \cdot 10^6$ м <sup>3</sup>	Мазут*, $1,57 \cdot 10^6$ т	Уголь**, $2,3 \cdot 10^6$ т
SO <sub>2</sub>	0,012	52,66	139,00
NO <sub>x</sub>	12,08	21,70	20,88
CO	Незначительно	0,08	0,21
Твердые частицы	0,46	0,73	4,49
Гидрокарбонаты	Незначительно	0,67	0,52

\* Содержание: S<sup>p</sup> = 1,6%, A<sup>p</sup> = 0,05%.

\*\*Содержание: S<sup>p</sup> -3,5% (15% остается в золе); A<sup>p</sup> - 9%; коэффициент золоулавливания 97,5%.

Приведенные в табл. 2.1 и 2.2 данные о расходе топлива и выбросах относятся к установившимся режимам работы оборудования. Работа оборудования с переменным режимом, особенно с остановками блоков, приводит к существенному увеличению расходов топлива и суммарных выбросов.

Удаляемые из топки зола и шлак образуют золошлакоотвалы на поверхности литосферы. В паропроводах от парогенератора к турбоагрегату, в самом турбоагрегате происходит передача тепла окружающему воздуху. В конденсаторе, а также в системе регенеративного подогрева питательной воды теплота конденсации и переохлаждения конденсата воспринимается охлаждаемой водой. Кроме конденсаторов турбоагрегатов потребителями охлаждающей воды являются маслоохладители, системы смыва и другие вспомогательные системы, выделяющие сливы на поверхность или в гидросферу.

Одним из факторов воздействия угольных ТЭС на окружающую среду являются выбросы систем складирования топлива, его транспортировки, пылеприготовления и золоудаления. При транспортировке и складировании возможно не только пылевое загрязнение, но и выделение продуктов окисления топлива. По-разному (в зависимости от принятой системы золошлакоудаления) воздействует на окружающую среду удаление шлака и золы.

Распространение перечисленных выбросов в атмосферу зависит от рельефа местности, скорости ветра, перегрева их по отношению к температуре окружающей среды, высоты облачности, фазового состояния осадков и их интенсивности. Так, крупные градирни в системе охлаждения конденсаторов ТЭС существенно увлажняют микроклимат в районе станции, способствуют образованию низкой облачности, туманов, снижению солнечной освещенности, вызывают морозящие дожди, а в зимнее время – иней и гололед. Взаимодействие выбросов с туманом приводит к образованию устойчивого сильно загрязненного мелкодисперсного облака – смога, наиболее плотного у поверхности земли. Одним из видов воздействия ТЭС на атмосферу является все возрастающее потребление воздуха, необходимого для сжигания топлива.

Взаимодействие ТЭС с гидросферой характеризуется в основном потреблением воды системами технической водоснабжения, в том числе безвозвратным потреблением воды.

Основными потребителями воды на ТЭС и АЭС являются конденсаторы турбин. Расход воды зависит от начальных и конечных параметров пара и от системы технического водоснабжения. По некоторым оценкам на перспективу можно принимать следующие расходы воды на охлаждение конденсаторов: на ТЭС –  $120 \text{ кг}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ , на АЭС –  $220 \text{ кг}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ .

При промывке поверхностей нагрева котлоагрегатов образуются разбавленные растворы соляной кислоты, едкого натра, аммиака, солей аммония, железа и других веществ. В целом воздействие ТЭС на водный бассейн зависит от организации системы технического водоснабжения, конструкции фильтров и сбросных устройств.

Основными факторами воздействия ТЭС на гидросферу являются выбросы теплоты, следствиями которых могут быть: постоянное локальное повышение температуры в водоеме; временное повышение температуры; изменение условий ледостава, зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределения осадков, испарений, туманов. Наряду с нарушением климата тепловые выбросы приводят к зарастанию водоемов водорослями, нарушению кислородного баланса, что создает угрозу для жизни обитателей рек и озер.

Основными факторами воздействия ТЭС на литосферу являются осаждение на ее поверхности твердых частиц и жидких растворов продуктов выбросов в атмосферу, потребление ресурсов литосферы, в том числе вы-

рубка лесов, добыча топлива, изъятие из сельскохозяйственного оборота пахотных земель и лугов под строительство ТЭС и для устройства золоотвалов. Следствием этих преобразований является изменение ландшафта.

Основной особенностью атомной станции является наличие ядерного реактора, в котором обеспечиваются поддержание регулируемой цепной реакции деления ядер атомов урана, тория и плутония и преобразование энергии, освобождающейся при этой реакции, в теплоту. Основным видом ядерных реакций, протекающих в реакторах и сопровождающихся выделением энергии, являются реакции деления ядер нейтронами. Преобразование кинетической энергии осколков и продуктов деления в тепловую энергию происходит в активной зоне ядерного реактора. При этом почти вся тепловая энергия ядерной реакции передается в активной зоне теплоносителю. В зависимости от типа ядерного реактора и схемы электростанции теплоноситель может быть рабочим телом термодинамического цикла (в одноконтурных схемах АЭС), передавать теплоту в парогенераторе (в двухконтурных схемах) или в теплообменнике (в трехконтурных схемах).

При нормальной эксплуатации АЭС дают значительно меньше вредных выбросов в атмосферу, чем ТЭС, работающие на органическом топливе. Так, работа АЭС не влияет на содержание кислорода и углекислого газа в атмосфере, не меняет ее химического состояния. Основными факторами загрязнения окружающей среды здесь выступают радиационные показатели. Радиоактивность контура ядерного реактора обусловлена активацией продуктов коррозии и проникновением продуктов деления в теплоноситель, а также наличием трития. Наведенной активности подвергаются практически все вещества, взаимодействующие с радиоактивными излучениями. Прямой выход радиоактивных отходов ядерных реакций в окружающую среду предотвращается многоступенчатой системой радиационной защиты.

Наибольшую опасность представляют аварии АЭС и неконтролируемое распространение радиации. Поэтому проекты АЭС должны гарантировать меры обеспечения ядерной безопасности окружающей среды при любом возможном единичном нарушении любой системы АЭС.

Еще одна проблема эксплуатации АЭС – тепловое загрязнение. Основное тепловыделение АЭС в окружающую среду, как и на ТЭС, происходит в конденсаторах паротурбинных установок. Однако большие удельные расходы пара у АЭС определяют и большие удельные расходы воды.

Сбросы охлаждающей воды ядерных энергетических установок не исключают их радиационное воздействие на водную среду, в частности поступление радионуклидов в гидросферу.

Потребление воздуха на АЭС определяется необходимостью разбавления загрязняющих выбросов и обеспечения нормальных условий жизнедеятельности персонала.

Важными особенностями возможного воздействия АЭС на окружающую среду являются переработка радиоактивных отходов, которые образуются не только на АЭС, но и на всех предприятиях топливного цикла, а также необходимость демонтажа и захоронения элементов оборудования, обладающих радиоактивностью, по окончании срока службы или по другим причинам.

Гидроэлектростанции (ГЭС) также оказывают существенное влияние на природную среду, которое проявляется как в период строительства, так и при эксплуатации. Сооружение водохранилищ перед плотиной ГЭС приводит к затоплению значительной части прилегающей территории (лесных и сельскохозяйственных земель, жилых поселков, месторождений полезных ископаемых) и влияет на рельеф побережья в районе сооружения ГЭС, особенно при ее строительстве на равнинных реках. Изменение гидрологического режима и затопление территорий вызывает изменения гидрохимического и гидробиологического режимов водных масс. При интенсивном испарении влаги с поверхности водохранилищ возможны локальные изменения климата: повышение влажности воздуха, образование туманов, усиление ветров и т.п.

Специфичны изменения термического режима водных масс водохранилищ и воды, поступающей в нижний бьеф. Так, при глубинном заборе воды в нижний бьеф будет поступать холодная вода, которая может угнетать там теплолюбивые растения и микроорганизмы, служащие питательной средой для подводного животного мира, что может привести к изменению видового состава ихтиофауны.

Сооружение ГЭС существенно влияет на ледовый режим водных масс: на сроки ледостава, толщину ледяного покрова и т. п.

При сооружении крупных водохранилищ ГЭС создаются условия для развития сейсмической активности, что обусловлено возникновением дополнительной нагрузки на земную кору и интенсификацией тектонических процессов.

### 2.3. Добыча, транспорт и переработка угля

Процесс добычи углей сопровождается пылевыми и газовыми выбросами. При подземной разработке угля основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются газопылевые выбросы из горных выработок и газопылевые выделения из породных отвалов. С газопылевыми выбросами и образуемыми при взрывах газами в окружающую среду выделяются вещества, обладающие токсичным воздействием. Добыча 2 млрд т угля сопровождается выделением 27 млрд м<sup>3</sup> метана и 16,8 млрд м<sup>3</sup> диоксида углерода. Из подземных горных выработок шахт в атмосферу Земли ежегодно поступает около 0,2млн т пыли.

Поскольку при производстве взрывных работ в шахтах возможно воспламенение метана и угольной пыли, то для предотвращения воспламенения газо-пылевоздушной смеси применяют различные способы создания предохранительной среды: водораспылительные и форсуночные завесы, воздушно-механическую пену, заполнение шпуров или скважин водой, распыление порошкообразных ингибиторов (пламегасящих солей) и др. Высокими защитными свойствами обладают водные форсуночные завесы, однако они требуют применения насосов производительностью до 106-200 л/мин.

Для создания нормальных условий труда в угольных шахтах на разрезах особое внимание необходимо уделить предупреждению окисления и самовозгорания угля. Эндогенные пожары, возникающие в подземных выработках шахт, приводят к большим материальным затратам, созданию опасных ситуаций для горнорабочих, потерям полезных ископаемых. Окисление угля в шахтах, разрезах загрязняет атмосферу на рабочих местах.

Существенным фактором загрязнения атмосферного воздуха является также выделение значительного количества пыли, газообразных, в том числе ядовитых продуктов и дыма с поверхности отвалов пород (терриконов), что обусловлено эрозией, окислением и горением в терриконах породы, содержащей значительное количество угля (от 5 до 20%), пирита (10%), серы (от 5% и более). В результате при горении отвалов выделяется до 180 м<sup>3</sup>/т углерода и серы на 1м<sup>2</sup> поверхности террикона.

Открытая разработка углей сопровождается еще более интенсивным загрязнением окружающей среды в результате машинного разрушения по-



род, бурения скважин, транспортировки угля, эрозии поверхности отвалов. Так, бурение взрывных скважин ведет к выбросу пыли от 30 до 120 мг/с при пылеулавливании и до 2200 мг/с без пылеулавливания; при технологическом взрыве в воздух выбрасывается на значительную высоту до 100-200 т пыли. Погрузка сухой горной массы также сопровождается выделением до 500-8000 мг/с пыли. Пылеобразование на автомобильных дорогах, в карьерах составляет 70-90% всей выделяемой пыли. Все перечисленные факторы приводят к загрязнению окружающей среды такими токсичными веществами, как  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , углеводородами, а также минеральной пылью, в результате чего значительное количество минеральных солей попадает в водную сеть.

Для предотвращения указанных явлений в карьерах и на автомобильных дорогах применяют специальные методы борьбы с пылью. При работе экскаваторов, бульдозеров, скреперов, погрузочных машин на различных пересыпах основным способом пылеподавления в карьерах является орошение. При работе буровых станков, где широко используются пылеулавливающие установки, применяют водовоздушные смеси. Удельный расход воды при этом составляет от 100 до 1200 л/т выбуриваемой горной массы. В зимнее время (при температуре воздуха до  $-20^\circ\text{C}$ ) применяют растворы солей хлоридов магния, кальция или натрия. Удельный расход этих соединений на 1 м<sup>3</sup> воды может колебаться в пределах от 40 кг при  $-2^\circ\text{C}$  до 300 кг при  $-20^\circ\text{C}$ .

На автомобильных дорогах разрезов и карьеров используют орошение водой или растворами гигроскопических солей, покрытие порошкообразными, гранулированными гигроскопическими солями и другими пылесвязывающими веществами. Разработка угольных бассейнов открытым способом приводит к трансформации растительного покрова, нарушению ландшафтов, обеднению видового состава флоры.

Весьма значительной является площадь земли, отчуждаемой от сельскохозяйственного производства под терриконы и открытую разработку угля. Это требует больших затрат на дальнейшую рекультивацию этих земель с целью возвращения ее в хозяйственный оборот.

Транспортировка угля, особенно по железной дороге в открытых вагонах, сопровождается потерями до 1,5% топлива. Хранение значительных запасов угля сопряжено с большими трудностями, обусловленными само-

нагреванием углей вплоть до самовозгорания. Это требует применения мер для изоляции угля от доступа воздуха, выполнения определенной технологии формирования и разборки крупных штабелей угля специальными механизмами, создания системы контроля за качеством хранящегося угля.

Приготовление и сжигание топливной пыли в парогенераторах требует решения проблемы взрывобезопасности, так как эти взрывы приводят к тяжелым авариям с несчастными случаями и разрушением оборудования. Ее решение связано, с одной стороны, с профилактикой, направленной на недопущение отложений пыли, а с другой стороны – с предотвращением разрушений оборудования, если взрыв произошел. Эта задача должна решаться за счет изготовления корпусов оборудования, выдерживающих максимальное давление взрыва, активного подавления взрывов ингибиторами.

Эффективным средством снижения этих потерь является комплексная переработка твердых видов топлива: коксование каменных углей, полукоксование твердых видов топлива, газофикация топливного сырья, гидрогенизация твердого топлива, энерготехнологическая переработка топлива. При этом удастся существенно снизить содержание в продуктах переработки, предназначенных для дальнейшего сжигания в печах или котлах ТЭС, оксидов серы и азота. Однако, к сожалению, в настоящее время широко применяются лишь коксование каменных углей и частично сланцепереработка. Остальные технологии пока находятся в стадии экспериментальных или опытно-промышленных испытаний и требуют решения еще многих организационных и экономических вопросов.

Экологическое влияние ТЭС в значительной мере определяется качеством топлива. Потенциальная вредность топлива может проявиться лишь в процессе его использования и зависит от применяемой технологии и таких факторов, как состав топлива, технология сжигания и очистки продуктов сгорания. Обобщенный (суммарный) показатель вредности топлива, рассчитываемый на тонну условного топлива, складывается из частных показателей вредности отдельных ингредиентов. Основная доля суммарной вредности приходится на золу, на втором месте – оксиды серы, на третьем – оксиды азота.

Ранжирование топлива по показателям вредности продуктов сгорания: уголь (экибастузский, черемховский, кузнецкий, азейский, назаровский, ирша-бородинский); мазут; газ.

Суммарный удельный ущерб зависит не только от вида угля, но и от таких факторов, как плотность населения и степень золоулавливания. В структуре экономического ущерба от комплексного воздействия на природную среду крупной ТЭС и угольного разреза ущерб от загрязнения атмосферы составляет около 80%, а загрязнения водных источников и изъятия земель – по 10% соответственно.

## 2.4. Воздушные линии электропередач

Воздействие воздушных линий электропередач (ВЛ) на окружающую среду связано с отчуждением земли, сокращением сельскохозяйственных, лесных и охотничьих угодий (табл. 2.3). ВЛ нарушают целостность полей и кормовых угодий, способствуют росту сорняков, создают помехи для обработки полей с воздуха, применения агротехники, орошения. Особенно большой ущерб наносится лесным угодьям, поскольку просеки под трассами линий полностью выводятся из хозяйственного оборота, увеличивается лесоповал (вдоль трасс линий). Периодические (1 раз в 5 лет) расчистки трасс линий механическим путем и с помощью гербицидов выводят из процесса воспроизводства кислорода в атмосферу Земли тысячи гектаров лесных угодий.

Таблица 2.3

### Характеристика воздушных линий электропередач

Показатель	Напряжение, кВт				
	220	300	500	750	1150
Протяженность ВЛ, тыс. км	116,4	29,4	38,1	0,2	1,3
Расстояние между крайними проводами, м	14	18,5	3,5	40	47
Ширина просеки, м	54	58,5	63,5	80	87
Отчуждение земли в лесных массивах, тыс. га*	300	84	120	25	6

\* При условии, что половина трассы ВЛ проходит в лесном массиве.

Электрические поля под линиями вызывают накопление зарядов и повышение потенциала по отношению к земле на изолированных от земли телах, в том числе на теле человека, в обуви, на теле копытных животных, на корпусах механизмов на резиновом ходу. Повышенный потенциал на теле человека и животных приводит к возникновению разрядов с тела на траву или ветви кустарников. Из-за малости токов такие разряды не опасны для организмов, однако они вызывают неприятные ощущения и могут стать причинами травмы вторичного характера вследствие потери внимания, нескоординированных, произвольных движений, испуга и т.п.

Система мер по снижению ущерба от ВЛ состоит из двух групп мероприятий.

1. Совершенствование конструкций воздушных линий электропередач с целью уменьшения площади, отчуждаемой под трассы линий, увеличения их пропускной способности и ограничения напряженности электрического поля под проводами линий.

Для реализации этих задач могут быть использованы следующие технические решения: уменьшение межфазных расстояний за счет проведения мероприятий по снижению расчетной кратности перенапряжения; применение тросов биозащиты; переход от традиционных к компактным линиям электропередач повышенной пропускной способности и сниженного экологического влияния; применение комбинированных электропередач, выполненных как многоцепные электропередачи по типу «цепь под цепью», при условии сдвига векторов напряжения верхней и нижней цепей относительно друг друга; использование растительных массивов для обеспечения экологической безопасности линий.

2. Рациональное использование трасс линий электропередач: рекультивация и окультуривание земель, отведенных под трассу, с целью вовлечения их в сельскохозяйственный оборот, передача пользователям под покосы, для разведения овощных культур, под парниковое хозяйство; передача земель пользователям для создания плантаций новогодних елок, выращивания технических и плодово-ягодных культур, а также кустарников, ветки которых систематически подрезаются и используются как корм для скота; передача земли для строительства ферм по разведению кур, уток, кроликов, нутрий и т. п.; передача земли под садовое строительство с соблюдением правил по сооружению жилых построек вблизи трасс ВЛ.

Акустический шум, влияющий на экологическую обстановку на трассе воздушных линий электропередач сверхвысокого напряжения (ВЛ СВН), является проявлением звукового эффекта интенсивной короны, особенно при дожде. В настоящее время в отечественной практике проектирования линий электропередач установлен допустимый уровень акустических шумов в плохую погоду на расстоянии 100 м от проводов крайней фазы, соблюдение которого проверяется соответствующими расчетами еще на стадии проектирования. При повышении установленной нормы требуется корректировка параметров проводов фазы и их размещения в пространстве.

Вредное воздействие магнитного поля проявляется только при его допустимой напряженности при нахождении в 1,0-1,5 м от проводов фазы линий, т. е. опасно только при работах под напряжением.

Выполнение этих условий для ВЛ СВН с применением указанных выше средств защиты обеспечивает самовосстановление физиологического состояния организма в течение суток без остаточных реакций и функциональных или патологических изменений. На подстанциях СВН обеспечение допустимых напряженностей электрического поля достигается применением мер по экранированию рабочих мест.

Для персонала посторонних организаций и местного населения установлены следующие нормативы: 20 кВ/м для труднодоступной местности; 15 кВ/м для ненаселенной местности. Кроме того, нормируется допустимая напряженность на границах жилых застроек – 0,5 кВ/м, что допускает пребывание человека в электрическом поле по 24 часа в сутки.

Кроме указанных экологических воздействий ВЛ являются также источником возникновения радиопомех и помех в высоковольтных каналах связи ВЛ. На их уровень влияют конструктивные параметры проводов, погодные условия и состояние поверхности проводов (ГОСТ 22012-76).

## **2.5. Влияние машиностроительного предприятия на окружающую среду**

Из большого объема промышленных выбросов, попадающих в окружающую среду, на машиностроение приходится лишь незначительная его

часть – 1-2%. В этот объем входят и выбросы военно-ориентированных отраслей, оборонной промышленности, являющейся значительной составной частью машиностроительного комплекса. Однако на машиностроительных предприятиях имеются основные и обеспечивающие технологические процессы и производства с весьма высоким уровнем загрязнения окружающей среды. К ним относятся:

- внутризаводское энергетическое производство и другие процессы, связанные с сжиганием топлива;
- литейное производство;
- металлообработка конструкций и отдельных деталей;
- сварочное производство;
- гальваническое производство;
- лакокрасочное производство.

По уровню загрязнения окружающей среды районы гальванических и красильных цехов как машиностроительных в целом, так и оборонных предприятий сопоставимы с такими крупнейшими источниками экологической опасности, как химическая промышленность; литейное производство сравнимо с металлургией; территории заводских котельных – с районами ТЭС, которые относятся к числу основных загрязнителей.

Таким образом, машиностроительный комплекс в целом и производства оборонных отраслей промышленности как его неотъемлемая составная часть являются потенциальными загрязнителями окружающей среды:

- воздушного пространства (выбросы газа, паров различных веществ, дымов, аэрозолей, пыли и т.п.);
- поверхностных водоемов (сточные воды, утечка жидких продуктов или полупродуктов и т.п.);
- почвы (накопление твердых отходов, выпадение токсичных веществ из загрязненного воздуха, сточных вод).

При всем многообразии подотраслей машиностроения, и в том числе военно-ориентированных, оборонных предприятий, по специфике загрязнения окружающей среды их можно разделить на две группы: ресурсо- и наукоемкие. Особенности наукоемких подотраслей машиностроения и военно-ориентированных производств (производство средств связи, вычислительной техники и периферийного оборудования, электронно-вычислительных приборов, электронных компонентов, оптических и других точных приборов) – их небольшая материало- и энергоемкость, малое

водопотребление и, соответственно, значительно меньший выброс загрязняющих веществ в окружающую среду по сравнению с ресурсоемкими (остальными подотраслями оборонной промышленности). Эти подотрасли и производства характеризуются небольшим выбросом в атмосферу таких традиционных массовых загрязняющих веществ, как диоксид серы, оксид азота и др., но в то же время выбрасываются другие загрязняющие вещества, не столь свойственные для ресурсоемких подотраслей машиностроения. Несмотря на наблюдающуюся в последнее время в промышленно развитых странах тенденцию опережающего развития наукоемких подотраслей машиностроения по сравнению с ресурсоемкими, последние остаются доминирующими в обрабатывающей промышленности развитых стран. Их доля в условно чистой продукции обрабатывающей промышленности США и стран Западной Европы в конце 80-х гг. составляла от 60 до 67%. Это же характерно и для оборонных подотраслей машиностроительного комплекса. Поэтому соответственные для ресурсоемких отраслей экологически опасные технологические процессы являются преобладающими и среди оборонных подотраслей промышленности.

Отдельные виды основных и обеспечивающих технологических процессов и производств машиностроения, и в том числе предприятий оборонной промышленности, характеризуются своим набором экологически опасных веществ, выбрасываемых в окружающую среду. Гальваническое производство – один из наиболее крупных источников образования сточных вод в машиностроении. При этом объем сточных вод оборонных производств составляет 30-50% общего объема сточных вод машиностроительных предприятий. Основными загрязнителями сточных вод гальванических производств являются ионы тяжелых металлов, неорганических кислот и щелочей, цианиды, поверхностно-активные вещества. В сбросах сточных вод данных производств, составляющих до  $1 \text{ м}^3/\text{г}$ , содержится 50 тыс. т тяжелых металлов, 100 тыс. т кислот и щелочей и др. Ионы тяжелых металлов и неорганические кислоты также являются основными загрязнителями, образующимися в процессах травления и активации поверхностей (в среднем для группы из 8-10 предприятий).

Загрязнители, образующиеся в процессе обезжиривания поверхностей, определяются типами используемых растворителей, в качестве которых наиболее широко применяются растворы щелочей, хлорорганические растворители и фреоны.

Основными загрязнителями красильных производств машиностроительных предприятий являются лакокрасочные материалы и их составляющие: синтетические смолы, органические растворители, пластификаторы, катализаторы и инициаторы пленкообразования, неорганических пигментов.

Наибольшую экологическую опасность при пескоструйной гидроабразивной очистке поверхности представляет образование в ходе данных процессов пылевидных частиц.

Типовой состав сточных вод машиностроительных предприятий представлен в табл. 2.4.

Таблица 2.4

### Сточные воды машиностроительных предприятий

Тип цехов и убытков	Виды сточных вод	Основные примеси	Концентрация примесей, кг/м	Температура, °С
Металлургические	От охлаждения печей	Взвешенные вещества Масла	0,01 ... 0,05 0,01	40 ... 45
Литейные	От влажной газоочистки	Мелкодисперсионная минеральная пыль	2 ... 4	65
	От грануляторов стержневых смесей	Песок, частицы шлака	20 ... 40	50
	От гидровывивки литья и регенерации земель	Песок, окалина, глина Органические вещества	0,5 ... 15 0,05	15 ... 30
Кузнечно-прессовые	От охлаждения поковок и оборудования	Взвешенные вещества минерального происхождения	0,1 ... 0,2	30 ... 40
		Окалина	5 ... 8	
		Масла	10 ... 15	
Механические	Отработанные смазочно-охлаждающие жидкости	Взвешенные вещества	0,2 ... 1	15 ... 20
	Из гидрокамер окрасочных отделений	Сода	5 ... 10	
		Масла	0,5 ... 2	
	Из отделений	Органические растворители	0,1 ... 0,2	15 ... 25
		Масла, краска	0,1 ... 0,3	
		Взвешенные вещества	0,1 ... 0,2	15 ... 20



	гидравлических испытаний	Масла	0,03 ... 0,05	
Термический	Промывные растворы	Окалина	0,02 ... 0,03	50 ... 60
		Щелочи	0,02 ... 0,03	
		Масла	0,01 ... 0,02	
	Из заколоченных ванн	Взвешенные вещества минерального происхождения	0,05 ... 0,25	30 ... 40
		Тяжелые металлы	0,03 ... 0,15	
		Масла	0,001 ... 0,01	
		Цианиды	0,002 ... 0,05	
Травильные	Промывочные воды	Механические	0,4	15 ... 25
		Маслоэмульсии	0,05 ... 0,1	
		Щелочи	0,02 ... 0,2	
		Кислоты	0,02 ... 0,25	
	Отработанные растворы	Механические	10 ... 20	15 ... 25
		Маслоэмульсии	10	
		Щелочи	20 ... 30	
		Кислоты	30 ... 50	
Гальванические	Промывные воды	Хром	0,005 ... 0,2	20 ... 30
		Циан	0,005 ... 0,15	
	Отработанные электролиты	Тяжелые металлы	0 ... 10	
		Кислоты	0,04 ... 20	
		Щелочи	0,02 ... 30	
		Масла	0,02 ... 0,05	
		Хром	5 ... 200	
		Циан	10 ... 1000	

Наиболее экологически опасными загрязнителями, образующимися в литейном производстве, являются оксид и диоксид серы и оксиды азота, а также твердые вещества, входящие в состав литейных форм.

Основными загрязнителями, образуемыми в процессе производства энергии из ископаемого топлива на предприятиях машиностроения, являются диоксид серы, оксиды азота, взвешенные частицы, оксид углерода и углеводороды. В частности, в структуре выбросов загрязняющих установок по сжиганию угля в Нидерландах приходится: на диоксид серы – 66,9%; на оксиды азота – 32,02; на оксид углерода – 6,8 и на взвешенные частицы – 3,2%.

Наиболее экологически опасные загрязнители при металлообработке – индустриальные масла, металлическая пыль и др.

Твердые отходы машиностроительного производства содержат амортизационный лом (модернизация оборудования, оснастки, инструмента), стружки и опилки металлов, древесины, пластмасс и т.п., шлаки, золы, шламы, осадки и пыль (отходы систем очистки воздуха и др.).

Количество амортизационного лома зависит от намеченного списания в лом изношенного оборудования и имущества, а также от замены отдельных деталей в планово-предупредительном ремонте. На машиностроительных предприятиях 55% амортизационного лома образуется от замены технологической оснастки и инструмента. Безвозвратные потери металла вследствие истирания и коррозии составляют примерно 25% от общего количества амортизационного лома.

Размеры отходов металла в производстве зависят от количества металлов и сплавов, подлежащих переработке, и установления коэффициента отходов. В основном на машиностроительных предприятиях образуются отходы от производства проката (концы, обрезка, обдирочная стружка, опилки, окалины и др.); производства литья (литники, сплески, шлаки и съемы, сор и др.), механической обработки (высечки, обрезки, стружки, опилки и др.). На предприятиях машиностроения отходы составляют 260 кг на 1 т металла, иногда эти отходы составляют 50% массы обрабатываемых заготовок (при листовой штамповке потери металла достигают 60%). Основными источниками образования отходов легированных сталей являются металлообработка (84%) и амортизационный лом (16%).

В машиностроении на 1 млн т потребляемых черных металлов безвозвратные потери металла, исчисляемые в тыс. т, составляют 5,4 – при обдирке, шлифовке, распиловке и других видах обработки; 2,1 – ковке, горячей штамповке и термической обработке (потери от окалины); 14- травление металла; 15,2- за счет неполного сбора отходов. Окончательными отходами считают такие, переработка которых нерентабельна из-за незначительного содержания в них металлов. Отнесение к нерентабельным и перевод их в отвальные шлаки и окончательные отходы решаются руководством министерства или ведомства.

Шламы из отстойников очистных сооружений и прокатных цехов содержат большое количество твердых материалов, концентрация которых составляет от 20 до 300 г/л. После обезвреживания и сушки шламы ис-

пользуют в качестве добавки к агломерационной шихте или удаляют в отвалы. Шламы термических, литейных и других цехов содержат токсичные соединения свинца, хрома, меди, цинка, а также цианиды, хлорофос и др.

В небольших количествах промышленные отходы могут содержать ртуть, вылитую из вышедших из эксплуатации приборов и установок. Отходы, образующиеся на предприятиях машиностроения в результате использования радиоактивных веществ, обычно содержат небольшое количество изотопов с коротким периодом полураспада до 15 сут. Отходы производства, технология переработки которых еще не разработана, складировать и хранить до появления новой (рациональной) технологии переработки отходов.

Обычно твердые отходы машиностроительного предприятия составляют:

	т/год
Шлак, окалина, зола	40000
Горелая формовочная земля	3800
Шламы, флюсы	600
Абразивы	0,5-48
Древесные отходы	100-1500
Пластмассы	780
Бумага, картон	2,6-12
Мусор	150-20000

Проблема минимизации экологического ущерба в условиях промышленного производства, и в том числе в машиностроительных и военно-ориентированных отраслях может в принципе решаться в двух направлениях:

- за счет повышения эффективности существующих методов очистки промышленных выбросов в окружающую среду (сточные воды, отработавшие газы, дымы и другие взвешенные частицы), ликвидации (переработки) твердых отходов;

- за счет внедрения новых альтернативных технологий (экологически чистых, безотходных).

На практике за рубежом прослеживается в последнее время тенденция сочетания этих направлений в едином комплексном подходе к решению

экологических проблем. Вопросы сокращения опасных выбросов в окружающую среду реализуются на всех стадиях производства – от подготовки сырья, выпуска полупродуктов и до конечных этапов технологического процесса, вплоть до ликвидации (обезвреживания, утилизации) отходов.

При этом упор делается на поиск альтернативных технологий, не загрязняющих окружающую среду, а также централизацию процессов очистки водной среды, воздушного пространства и почвы. В результате в последние десятилетия в ряде индустриально развитых стран наметилась тенденция некоторого снижения объема вредных выбросов, например во Франции.

Методы, применяемые в промышленном производстве в целях обеспечения его экологической безопасности, отличаются большим разнообразием по эффективности, надежности, экономичности и другим показателям. За рубежом при выборе оптимального метода для конкретного производства (технологического процесса) руководствуются, как правило, следующими критериями:

- эффективность очистки (удаление, ликвидация) загрязнителей, характерных для данного вида производства;
- токсичность (ядовитость) загрязнителей, характерных для данного вида производства;
- область рационального применения каждого метода (или группы методов, их возможное сочетание);
- экономические показатели.

Экологическая безопасность атмосферы, минимизация выбросов загрязняющих веществ могут быть обеспечены применением методов обезвреживания (удаления) загрязнителей или использованием безотходных технологий. К этим методам относят обычно следующие.

*Отстаивание.* Основано на разделении системы "воздух – твердые частицы" под действием силы тяжести. Применяется в основном для отделения взвешенных грубо- или мелкодисперсных примесей. Метод используется также для очистки сточных вод от взвешенных частиц.

*Фильтрация.* Основано на разделении системы "газ – твердые частицы" или "газ – жидкая фаза" с помощью пористого материала (пористые, тканевые, зернистые фильтры). Метод используется также для очистки воды от твердых и жидких загрязнителей.

*Коагуляция.* Процесс основан на разделении системы "газ – твердые частицы" путем укрупнения выделяемых дисперсных загрязнителей и удаления их физическими или механическими методами. В качестве коагулянтов могут быть соли железа, алюминия, магния и т. п. Технология очистки газов от твердых частиц этим методом протекает по следующей схеме: газоздушный поток, содержащий твердые частицы, поступает в смеситель, где взаимодействует с коагулянтом; далее смесь направляется на электрофильтры, где происходит отделение укрупненных частиц. Метод используется также для очистки сточных вод от твердых и жидких мелкодисперсных частиц.

*Магнитный метод.* Сущность метода заключается в том, что дисперсная система с определенной скоростью пропускается через аппарат, в котором создается магнитное поле; под действием поля изменяется траектория движения частиц и создаются условия для их отделения от очищаемой среды. Применяется также для очистки воды от взвешенных примесей.

*Ультразвуковой метод.* Основан на воздействии звуковых колебаний на дисперсные системы (дым, пыль, туман и т. п.), вследствие этого протекает быстрая коагуляция аэрозолей и взвесей с образованием осадков. Применяется для обработки сточных вод.

*Адсорбция.* Основана на поглощении загрязняющих примесей адсорбентом, имеет широкое распространение для очистки газов (воздуха). Наиболее эффективными адсорбентами являются активированные угли. Широко применяется в промышленности также и для регенерации растворителей, очистки сточных вод.

*Абсорбция.* Метод, основанный на поглощении газов поглотителем. В промышленности широко применяется для очистки технологических газов от кислых и побочных продуктов, разделения газовых смесей.

*Нейтрализация.* Деструктивный метод переработки отходов; он осуществляется смешением щелочных и кислых потоков, фильтрованием кислых газов через нейтрализующие материалы, применением нейтрализующих реагентов, промывкой газов водными нейтрализующими растворителями (химическая адсорбция). Используется также для обработки сточных вод (один из этапов комплексной переработки).

*Восстановление.* Метод основан на восстановлении неорганических и органических соединений с изменением их валентности или структуры.

Например, для очистки воздушной среды от окислов азота в промышленной практике используют в качестве восстановителей  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ , получая продукты восстановления: азот, воду и угольную кислоту. Метод используется также при очистке сточных вод от нитросоединений.

*Флотация.* Основана на образовании комплексов «частица – воздушные пузырьки», которые всплывают и могут быть удалены в виде пенного слоя с поверхности жидкости; применяется в основном для очистки сточных вод от нефти, жиров, нефтепродуктов.

*Флокуляция.* Процесс агрегирования взвешенных частиц при добавлении в воду высокомолекулярных веществ (флокулянты), например, неорганические (кремниевая кислота), природные (крахмал, декстрин и т.д.), синтетические органические (полиакриламид, полиэтиленмин и др.). В результате образуются очищенная от взвешенных частиц вода и осадки, сорбирующие на своей поверхности органические соединения.

*Экстракция.* Метод основан на различной растворимости извлекаемого химического соединения в воде и растворителе, используемом в качестве экстрагента. Очистка сточных вод экстракцией является многостадийной: 1 – смешение с экстрагентом; 2 – разделение экстрагента и рафината; 3 – разделение извлекаемого соединения в экстрагенте; 4 – выделение экстрагента из рафината путем десорбции газа или воздуха.

*Десорбция.* Основана на удалении органических и неорганических соединений через открытую водную поверхность с использованием инертного газа или воздуха.

*Обратный осмос и ультрафильтрация.* Метод основан на разделении растворов фильтрованием через мембраны с диаметром пор 1 нм (обратный осмос) и 5-200 нм (ультрафильтрация). Эти мембраны пропускают молекулы воды и непроницаемы для гидратированных ионов или недиссоциированных соединений.

*Ионный обмен.* Метод основан на улавливании катионов и анионов химических соединений естественными материалами или синтетическими смолами с последующей регенерацией последних и получением уловленных продуктов. Для очистки сточных вод, как правило, применяют искусственные смолы, органические катионы и природные минеральные катионы (например, доломит, вермикулит и др.). Метод применим в основном для очистки сточных вод (а также газов, не содержащих взвешенных частиц).

*Перегонка и ректификация.* Метод основан на разделении и удалении через открытую жидкую поверхность соединений, имеющих разную температуру кипения. Для очистки сточных вод применяют простую перегонку; перегонку с водяным паром; перегонку с инертным носителем; азеотропную перегонку; ректификацию в присутствии перегретого пара и азеотропную ректификацию. Эти методы экономически целесообразно использовать для очистки небольших количеств концентрированных сточных вод, загрязненных ценными примесями.

*Концентрирование.* Метод основан на разделении растворенных в воде соединений путем изменения их растворимости с изменениями температуры или путем удаления части, а иногда и всего объема воды.

*Метод образования осадков.* Очистка сточных вод данным методом заключается в связывании катиона или аниона, подлежащего удалению, в труднорастворимые или слабодиссоциированные соединения. Определение осадков достигается путем отстаивания, фильтрации и центрифугирования.

*Окисление химическими реагентами.* Метод основан на окислении загрязнителей (присутствующих в сточных водах) неорганических и органических с целью их обезвреживания. Используется в сочетании с методами отстаивания, фильтрования, ионообмена, сорбцией, биохимическим окислением.

*Электрохимическая очистка.* Метод основан на электролизе промышленных сточных вод путем пропускания через них постоянного электрического тока (анодное окисление, катодное восстановление, электролиз и др.).

## Контрольные вопросы

1. Что такое экологический паспорт предприятия и каков его состав?
2. На основании чего составляется программа мероприятий по снижению "нагрузки" на окружающую среду?
3. Перечислите показатели деятельности предприятий, влияющие на:
  - а) водные ресурсы;
  - б) воздушные ресурсы;
  - в) земельные ресурсы;
  - г) использование материальных ресурсов и отходов производства.
4. Назовите показатели организационно-технического уровня природоохранной деятельности предприятия.
5. Приведите примеры показателей, используемых для анализа затрат на экологическую деятельность предприятия.



## ГЛАВА 3.

# ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РОССИИ: РАЗВИТИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

### 3.1. Тенденции изменения запасов топливно-энергетических ресурсов и их добыча

Россия обладает крупнейшими в мире запасами топливно-энергетических ресурсов: 12% мировых запасов нефти, 35% газа, 12 % угля сосредоточены на ее территории. В структуре полезных ископаемых страны более 70% приходится на ресурсы для топливно-энергетического комплекса (ТЭК), что составляет около 20 трлн дол. Общая стоимость разведанного и оцененного ископаемого сырья страны равна 28,5 трлн дол., из которых на оставшуюся долю нерудных ископаемых приходится 15%, металлов – 13%, алмазов и драгоценных металлов – 1 %.

Россия также является крупнейшим в мире производителем и экспортером топливно-энергетических ресурсов. На ее долю приходится примерно 10% мировой добычи нефти, 30% газа, около 6% каменного угля. Однако, продолжая обладать огромным сырьевым потенциалом, наша страна все в большей степени начинает ощущать тенденцию сокращения запасов энергоносителей.

В принципе этот процесс характерен для всего мира. По оценкам специалистов, при современном потреблении запасы сырой нефти могут быть исчерпаны немногим более чем через 30-40 лет, природного газа – через 50 – 60, а каменного угля – через 200. В этих тенденциях отражаются противоречия между потребностями в энергоносителях при современном уровне производства и структуре их потребления, с одной стороны, и возможностями природной среды – с другой. В то же время в России в сторону уменьшения запасов действуют и специфические причины, связанные с историческими, природно-климатическими условиями, а также с тем хозяйственным механизмом, который существовал в нашей стране в течение десятилетий.

Первая и наиболее очевидная причина сужения сырьевого потенциала состоит в том, что с распадом СССР Россия лишилась доступа ко многим

месторождениям полезных ископаемых вообще и топливно-энергетических ресурсов в частности. Только по добыче было потеряно около 10% нефти, 25% газа и 50% угля.

Другая причина состоит в том, что более 70% запасов этих ресурсов расположены в Северных, отдаленных от мест потребления регионах. В нынешних условиях от 20 до 85% запасов (по месторождениям) оказываются нерентабельными для добычи, что существенно снижает сырьевой потенциал.

Третья причина заключается в том, что в последние годы отмечается снижение объемов геологоразведки. Поэтому приросты запасов по всем видам ресурсов оказываются меньше, чем используется, «гасится» в производстве. Так, ежегодный прирост запасов нефти составляет около 200 млн т, а добыча – более 300 млн т. По газу эти показатели составляют 230 и 600 млрд м<sup>3</sup> соответственно. Отсюда – высокая степень вовлеченности запасов в промышленное освоение (по нефти, например, 72% от общих запасов), что говорит об отсутствии большого «задела» на будущее.

Четвертая причина сокращения запасов – высокая энергоёмкость экономики, увеличение которой никогда не сопровождалось адекватным ростом физического объема конечного продукта, но всегда поддерживало высокий спрос на энергоносители.

Пятая причина – экспортная политика, носящая во многом вынужденный характер и стимулирующая увеличение вовлечения дополнительных объемов ресурсов в экспортно-импортный оборот (подробнее об этом будет сказано ниже).

Сокращение запасов усугубляется нерациональным и некомплексным использованием сырья в условиях уменьшения его добычи.

### **Нефть**

Во всем мире добывается примерно 3,5 млрд т сырой нефти. Около 2/3 всех ее запасов находится в Саудовской Аравии, Кувейте, Иране, Ираке и Объединенных Арабских Эмиратах, однако добывалось нефти больше всего в СССР.

### **Газ**

По мировым разведанным запасам газа на долю России приходится около 40%. Далее следуют Иран, Катар, США, Саудовская Аравия, Ниге-

рия. По добыче газа Россия также находится на первом месте в мире. Ее доля по добыче составляет примерно 30%.

### Уголь

Около 70% мировых разведанных запасов угля находится на территориях США, Китая и стран СНГ, включая Россию. По добыче на первых местах находятся Китай (1,3 млрд т) и США (около 1 млрд т). Всего же в мире ежегодно добывается примерно 5 млрд т каменного угля.

В связи с возникшей ситуацией обычно делается вывод о необходимости значительного увеличения капитальных вложений в топливно-энергетический комплекс для разработки новых и усиления эксплуатации действующих месторождений, строительства новых энергопроизводящих предприятий различных типов.

В принципе, такая политика и проводится. На долю ТЭКа в настоящее время уже приходится пятая часть всех инвестиций в основной капитал (на топливную промышленность – 15%).

Вместе с тем добыча нефти, газа, угля, само функционирование и развитие топливно-энергетического комплекса оказывают чрезвычайно большое и дестабилизирующее воздействие как на воспроизводство природных ресурсов, так и на окружающую среду. На долю ТЭК приходится около половины всех выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, более 15% сбросов загрязненных сточных вод. Большая часть загрязнения воздуха в крупных городах приходится на транспорт, сжигающий продукты переработки нефти. Разработка открытых, наиболее дешевых месторождений приводит к появлению нарушенных земель на огромных площадях. Поэтому с точки зрения природопользования важен поиск альтернативных, природосберегающих вариантов решения энергетических проблем.

Большой природоохранительный эффект может дать широкое использование «мягких» (альтернативных) источников энергии, являющихся – в отличие от топливно-энергетических – возобновимыми ресурсами и как правило, не загрязняющих окружающую среду. В настоящее время получили распространение следующие виды такой энергии:

- солнечная;
- геотермальная;
- ветровая;

- энергия морских приливов и отливов.

Сейчас солнечная (гелио) энергетика получила распространение в южных регионах планеты (южные штаты США, Израиль, ряд арабских стран) для получения электричества и тепла в коммунальном хозяйстве.

Источниками геотермальной энергии является вода высокой температуры, находящаяся на больших глубинах в земной коре, откуда она поднимается по трещинам в коре или извлекается на поверхность по буровым скважинам. Наиболее эффективно использование этой энергии в районах вулканической деятельности. В России имеется Паужетская геотермальная электростанция, построенная на юге Камчатки в 1966 г.

Все большее внимание в мире привлекает ветровая энергия, простая по технологии и сравнительно недорогая. Она широко использовалась в Европе несколько столетий назад. Классический пейзаж с ветряными мельницами был характерен для многих стран. Сейчас ветровые энерготехнологии наиболее распространены в Дании, где они позволяют получать уже несколько процентов от общего производства энергии в стране.

К «мягким» источникам энергии относится и энергия морских приливов и отливов. Здесь пионером является Франция, где на берегу Ла-Манша построена довольно мощная приливная электростанция. В России в 1968 г. была введена в строй небольшая приливная электростанция на побережье Баренцева моря в губе Кислой.

Энергетический потенциал «мягких» альтернативных источников энергии огромен, однако сейчас их широкое использование связано со значительными техническими трудностями и экономическими ограничениями. И хотя имеется много примеров удачного и относительно дешевого применения технологий для нетрадиционных энергоисточников, массовое их распространение возможно лишь по мере удешевления научно-технических решений в данных областях (см. табл. 3.1).

*Таблица 3. 1.*

**Стоимость производства электроэнергии при различных технологиях**

Способ получения электроэнергии	Стоимость электроэнергии (цент/кВт.ч)
Теплоэлектростанции, работающие на угле	2
Ветровая энергия	6,4

Геотермальная энергия	5,8
Энергия биомассы	6,3
Газовые турбины с поддувом пара	4,8-6,3
Атомные электростанции	12,5
Солнечные батареи с фотоэлементами	28,4
Повышение эффективности использования энергии	2,0-4,0

Как видно из табл. 3.1, наиболее дешевыми способами получения электроэнергии являются энергосбережение и угольные ТЭС. Однако последние значительно загрязняют окружающую среду. Ущерб от загрязнения при сжигании угля оценивается в 1,5 цента на 1 кВт.ч, что существенно удорожает «угольную» энергию. Сейчас наиболее дорогой является солнечная энергия. Уже достаточно конкурентоспособны ветровая и геотермальная энергия, но их применение ограничено необходимыми природными условиями (наличие в районе сильных ветров, близость к поверхности геотермальных вод и т.д.).

### 3.2. Использование топливно-энергетических ресурсов

Почти 90 % энергии, с помощью которой функционируют технологии во всех сферах жизнедеятельности человека, образуется за счет сжигания ископаемого топлива. С другой стороны, основной объем добываемого сырья используется для производства энергоносителей. Исключение составляет нефть, только треть добываемого объема которой представляет собой топливо. Как топливо используется 85% получаемого газа (остальное поступает в качестве сырья в химическую промышленность) и 80% угля (20% коксующегося угля используется в металлургическом комплексе).

В принципе такая же картина наблюдается и в развитых странах мира. В США только для нужд транспорта используется 60% потребляемой нефти (только 7% идет в промышленную переработку для производства нетопливной продукции), на выработку энергии идет 80 % газа, сжигается 70% добываемого угля. Однако роль каждого из этих ресурсов в выработке энергии различна.

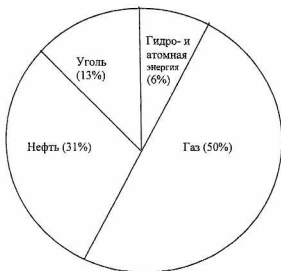


Рис.3.4. Структура баланса топливно-энергетических ресурсов в России.

Что касается выработки электроэнергии, то на долю ГЭС приходится 18% , атомных станций – 13% . Вся остальная электроэнергия вырабатывается практически за счет ископаемых ресурсов на тепловых электростанциях.

Если говорить о тенденциях изменения доли каждого из этих ресурсов, то следует отметить возрастание удельного веса газа при сокращении всех остальных. Такая ситуация, по-видимому, будет сохраняться и в перспективе, так как в предстоящие годы вряд ли удастся увеличить добычу нефти, расширить мощности гидро- и атомных станций. В определенной степени есть вероятность повышения доли угля, что связано с его относительной дешевизной при получении энергии. Однако следует иметь в виду, что в эти затраты не включают величины расходов, необходимых для восстановления территорий, нарушенных вследствие добычи угля. В особенности они велики, когда уголь добывается открытым способом – самым дешевым с точки зрения самого процесса добычи. В России по этим причинам нарушено более 100 тыс. га, из которых рекультивировано не более 2%. Существуют также эколого-экономические ограничения, которые, во-первых, связаны с увеличением затрат на контроль за загрязнением от сжигания угля и, во-вторых, – с самим загрязнением, так как уголь являет-

ся самым «грязным» ископаемым топливом. Его использование повсеместно отравляет окружающую среду.

При анализе использования топливно-энергетических ресурсов важно оценить резервы, имеющиеся в этой области. В обобщенном виде их можно представить как резервы использования при добыче, резервы использования в переработке, резервы транспортировки, резервы использования в потреблении и внешнеторговые резервы.

*Резервы использования при добыче* очень существенны для нефти. Коэффициент нефтедобычи в России составляет 0,5. Это означает, что из недр извлекается не более половины нефти. В принципе эта ситуация характерна для многих нефтедобывающих стран. Известны и технические способы решения проблемы, однако существуют серьезные экономические ограничения – высокая стоимость подъема «тяжелой» нефти делает этот процесс недостаточно выгодным. По этой причине в России с применением методов повышения нефтедобычи добывается не более 10% нефти.

Кроме того, при добыче (а также в переработке) нефти ежегодно теряется примерно 5 млрд м<sup>3</sup> попутного газа, сжигаемого в факелах и дополнительно загрязняющего атмосферу.

Потери угля при добыче подземным способом (таким способом добывается 42% угля) составляют около 15 млн т (12% от добычи), при переходе к открытой добыче потери снижаются.

*Резервы использования при переработке.* Снижается глубина переработки нефти, а следовательно, ухудшается структура производства нефтепродуктов. В России производство мазута в 2 раза превосходит производство бензина и в 1,5 раза – дизельного топлива. В переработке газа (особенно попутного) используются не все полезные компоненты – например, теряется около половины гелия и две трети этана.

В переработке и использовании угля серьезной проблемой является снижение его качества – повышение зольности и уменьшение калорийности, снижение устойчивости к дальним перевозкам. Выход из этой ситуации может быть найден в перспективе путем переработки угля в газообразное или жидкое топливо – синтетический аналог нефти. По мере удешевления таких технологий доля угля в электробалансе страны может быть увеличена. Для использования угля также важен вопрос, что делать с огромным объемом отходов вскрышных и вмещающих пород (использует-

ся не более половины от их годового образования) и с отходами сжигания (используется менее 1% золы и шлаков ТЭС).

*Резервы использования топливно-энергетических ресурсов в непосредственном потреблении* также достаточно велики. Главное, конечно, состоит в структурной перестройке экономики с точки зрения уменьшения ее энергоемкости, однако важное значение имеет и так называемая «малая» экономия топлива и энергии как на производстве, так и в быту. Контроль за отопительной и нагревательной техникой, учет поступающего газа и тепла, возможности регулировки этих процессов могут дать большой эффект в масштабах страны.

*Резервы транспортировки топливно-энергетических ресурсов* (в основном, нефти и газа) сводятся к безаварийной работе нефтепроводов, нефтепродуктопроводов и газопроводов, а также к работе транспорта. В настоящее время общая длина проводных систем в России составляет более 200 тыс. км. Ежегодно по причине их прорывов только нефти теряются миллионы тонн.

*Внешнеторговые резервы.* Экспортная политика России природоёмка, причем вывозятся, в основном, невозобновимые ресурсы. Только на долю топливно-энергетического сырья приходится половина объема всего экспорта страны (с учетом других видов сырья этот показатель превышает 65 %).

Такая структура экспорта сложилась достаточно давно и характерна по сути для всего исторического периода существования СССР, а теперь и России. Изменение подходов к внешнеторговой политике – стратегическая задача на длительную перспективу, однако даже при нынешнем положении можно использовать резервы, имеющиеся в данной области.

В настоящее время из России ежегодно вывозится примерно 40% всей добытой нефти (10% – доля стран СНГ), более 30% природного газа (на СНГ приходится 12%), 12% каменного угля. Если даже не учитывать страны СНГ, то все равно доля нефти и газа в общей товарной (стоимостной) структуре экспорта будет достаточно высока – около 35%. При такой структуре экспорта акцент делается на необработанное сырье: вывоз нефтепродуктов, например, по объему составляет в последние годы в два-три раза меньшую величину, чем экспорт сырой нефти, а объем экспорта кокса по сравнению с вывозом каменного угля вообще представляет собой незначительную величину – около 1%. Сырое сырье стоит дешевле продукции хотя бы первичной переработки, поэтому, помимо прочего, сохраняя



такую структуру экспорта топливно-энергетических ресурсов (далее будет показано, что это касается и других видов сырья), страна теряет часть доходов от внешнеэкономической деятельности.

Указанные выше резервы имеют большое значение для стабилизации топливно-энергетического комплекса, однако их использование ни в коей мере не снимает проблему его радикальной перестройки.

### **3.3. Альтернативные варианты решения энергетических проблем**

Для обоснования эффективной и более безопасной энергетической политики необходимо ответить на ряд принципиальных вопросов. Во-первых, каковы действительные причины энергетического кризиса? Не является ли он в значительной степени следствием неправильно выбранных приоритетов в развитии ТЭК и народного хозяйства? Во-вторых, почему в современной энергетической политике так мало внимания уделяется колоссальным резервам экономии энергетических ресурсов, потенциал которых достигает 40-45% от современного энергопотребления? В-третьих, где взять новые огромные инвестиции для увеличения добычи нефти, газа, угля, наращивания производства электроэнергии?

К сожалению, этим важным вопросам уделяется мало внимания в разработках новых энергетических программ. Нет обоснованных концепций энергосбережения. Все это чрезвычайно опасно для перспектив социального, экономического и экологического развития России. Можно с большой долей вероятности предположить, что реализация традиционных экстенсивных подходов в энергетике, закладываемых сейчас в будущие программы, на самом деле обострит кризис всей экономики и ухудшит экологическую ситуацию.

Необходимы новая идеология в развитии энергетики, нетрадиционные методы решения энергетических проблем.

Рассмотрим возможности альтернативных вариантов решения этих проблем, потенциал структурной перестройки ТЭК и всего хозяйства. Прежде всего необходима ориентация развития энергетики на конечные, а не на промежуточные результаты в виде добычи энергоресурсов и произ-

водства энергии и тепла. Главной основой новых энергетических программ должны стать альтернативные методы решения энергетических проблем (не путать с альтернативными источниками энергии). Эти методы зачастую не связаны непосредственно с развитием ТЭК. Рассмотрим их возможную реализацию на примере выделенных выше направлений экологизации экономики: структурной перестройки, изменения экспортной политики, конверсии.

Современный энергетический кризис порожден прежде всего нерациональным использованием энергетических ресурсов и энергии, а не их нехваткой. В России на душу населения на порядок и даже два порядка добывается больше нефти и газа, производится больше электроэнергии, чем в большинстве развитых стран. Однако показатели конечных экономических достижений прямо противоположны. И надо себе ясно представлять, что при современной нерациональной экономической структуре в стране никогда не хватит энергии, сколько бы ее не производилось.

Для перестройки энергоемкой структуры народного хозяйства на энергосберегающую структуру необходимо срочно заменять старые «прожорливые» технологии на экономичные. Ярким примером такой экономии энергии может стать металлургический комплекс. По расчетам специалистов, широкое использование в металлургии энергосберегающего оборудования позволит сэкономить примерно 1- 2 % вырабатываемой энергии, что практически соответствует ее производству на всех АЭС. Многие виды энергосберегающего оборудования были изобретены в нашей стране, однако используются значительно хуже, чем в промышленно развитых странах мира.

Огромные резервы экономии энергоресурсов связаны с реализацией таких энергосберегающих вариантов в энергосберегающей структурной перестройке, как сокращение неэффективных производств и ненужных видов продукции. Они появились в результате самоедских тенденций в экономике, производства ради производства, огромных диспропорций в развитии промышленности средств производства и предметов потребления.

Нужно также отметить превосходящую всякие разумные пределы энергоемкость коммунального хозяйства. Подземные коммуникации, дома, квартиры щедро отапливают окружающую среду. Примерно треть всех коммуникаций находится в аварийном состоянии. Пример других стран показывает, что экономия энергии, используемой для отопления и освеще-

ния зданий, может составить до 15% расходуемой энергии. Например, Россия тратит на отопление в 5 раз больше на 1 м<sup>2</sup>, чем Швеция, хотя климатические условия двух стран сходны.

Таким образом, самые скромные оценки возможной экономии энергии в результате структурной перестройки народного хозяйства составляют 30%. Это означает, что при современном уровне добычи нефти, угля, газа, производстве электроэнергии при рациональных и нормальных экономических структурах можно было бы увеличить эффективное энергопотребление почти на треть. Такого бы количества дополнительной энергии хватило бы на многие годы самого бурного социально-экономического развития.

Очевидны преимущества энергосберегающих вариантов и в области экологической безопасности. Негативные экологические последствия здесь минимальны по сравнению с новым энергопроизводством, о чем говорит опыт стран, уже прошедших стадию структурного энергосбережения. Огромен и экономический эффект. Затраты в энергосбережение в 5 раз меньше по сравнению с добычей новых энергоносителей и производством энергии.

С точки зрения экономической эффективности значительную часть инвестиций, идущих сейчас на добычу энергоресурсов в болотах Сибири, вечной мерзлоте тундры и т.д., следовало бы вложить в инфраструктуру и перерабатывающую промышленность, в частности АПК. Быстрый рост инфраструктурных и перерабатывающих отраслей АПК является эффективным, относительно дешевым и экологически безопасным альтернативным вариантом снижения нагрузки на энергетический фундамент страны.

Перечисленные альтернативные варианты решения энергетических проблем позволяют сберечь огромное количество энергии и обеспечить устойчивое развитие народного хозяйства на перспективу даже при сокращении добычи и потребления первичных энергоресурсов.

О возможностях энергосберегающего развития говорит опыт многих стран, где экономический рост в последние годы обеспечивался только за счет экономии энергоресурсов без строительства новых станций и разработки новых месторождений. Для этого широко использовались как прямое регулирование, так и рыночные механизмы и методы стимулирования.

### 3.4. Выбор приоритетов в энергетической политике

Включение в анализ энергетических проблем более широкого круга вопросов, связанных с развитием неэнергопроизводящих отраслей, энергосбережением, позволяет выйти из замкнутого круга многих современных дискуссий: какой вид энергии более безопасен – тепловая или ядерная, каково экологическое воздействие различных энергопроизводящих производств, оценки их риска и ущерба, где и сколько добывать нефти, газа, угля и пр. Все эти проблемы находятся в плоскости дополнительного производства энергии. Реальная энергетическая проблема находится в другой плоскости, на более высоком иерархическом уровне. Главный вопрос должен заключаться в определении энергетических потребностей для реализации конечных народнохозяйственных результатов. В связи с этим по-другому, в более широком аспекте, должны рассматриваться и вопросы риска, опасности и т.д.

Энергетическая политика, базирующаяся на альтернативных вариантах, структурной перестройке экономики, не означает, конечно, отказа от разработки новых месторождений, строительства новых электростанций. Там, где есть такая потребность и возможности экономии энергоресурсов незначительны, их необходимо создавать. Значительная часть месторождений уже исчерпана, что требует новых источников энергоресурсов для предотвращения резкого спада производства энергии в народном хозяйстве. Следует отметить и необходимость определенного периода времени для структурной перестройки народного хозяйства, создания энергосберегающих структур. В этих условиях необходимо вести разведку и разработку новых месторождений, создавать новые энергетические мощности. Все дело в масштабах и в приоритетах распределения ресурсов. С экономической точки зрения очевидно, что эффективно совмещать экстенсивный рост производства энергии в народном хозяйстве и энергосберегающую политику и реконструкцию невозможно. Уже сейчас в ТЭК идет значительная часть всех инвестиций в народное хозяйство, и дальнейший рост этой суммы связан с крайне негативными последствиями для других народнохозяйственных комплексов и отраслей.

Требуется определить приоритеты в развитии энергетики и стимулировать основную часть инвестиций в выбранное направление: или дальнейшее чрезвычайно капиталоемкое валовое наращивание энергии, осно-

ванное на строительстве новых станций, все более дорогой разработке месторождений в крайне неблагоприятных условиях (с огромным экологическим, социальным, экономическим ущербом в северных и сибирских регионах), или ориентация на рост конечных экономических результатов, базирующихся на экономии энергии. Весь мировой опыт доказывает, что переход на энергосберегающий тип экономического развития гораздо эффективнее с экономических, экологических, социальных позиций.

Лозунг «стране нужно больше угля, нефти, газа, энергии» есть прямая дорога в экономическую и экологическую пропасть. Стране требуется больше потребительских товаров, нужной конечной продукции, но это уже совсем другое экономическое мышление и другие подходы.

## Выводы

Россия обладает огромным топливно-энергетическим потенциалом, используемым нерационально. Сложившаяся структура экономики поддерживает высокую потребность в энергии, предъявляет требования к гипертрофированному развитию топливдобывающих отраслей. С другой стороны, сам ТЭК является основой этой структуры, которая деформирует экономику. На его долю приходится четверть всего объема товарной продукции, большая часть инвестиций в основной капитал, около 40% экспортной выручки. Крупные резервы существуют в добыче и использовании энергетического сырья.

Велика роль ТЭК в загрязнении окружающей среды, воздействию на воздух, воду, лесные ресурсы и почву. Только энергетика дает ежегодно около четверти всех выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников, потребляет примерно 70% промышленной воды. Добыча и сжигание ископаемых ресурсов приводят к образованию большого объема отходов разного вида.

Кардинальное решение эколого-экономических проблем ТЭКа, а следовательно, во многом, и всей экономики страны в целом, видится в вариантах, альтернативных расширению топливдобывающих отраслей, в энергосбережении в самом широком смысле этого понятия.

## Контрольные вопросы

1. Как ТЭК влияет на структуру экономики?
2. Как структура экономики влияет на ТЭК?
3. Какова в настоящее время структура топливно-энергетического баланса; какие его изменения возможны в перспективе?
4. В чем причины высокой энергоемкости продукции в России?
5. Какие меры можно противопоставить расширению добычи энергоресурсов? В чем состоит их экологический и экономический смысл?

## Образцы тестовых вопросов

1. Каковы в последние годы тенденции в добыче топливно-энергетических ресурсов?
  - а) добыча газа незначительно растет, всех остальных ресурсов падает;
  - б) добыча всех ресурсов падает, но не одинаковыми темпами;
  - в) добыча всех ресурсов растет, но незначительно;
  - г) добыча ресурсов падает, кроме нефти и газа;
  - д) добыча стабилизировалась по всем ресурсам кроме угля.
2. Какова доля АЭС в выработке электроэнергии?
  - а) меньше 10%;
  - б) 10-15%;
  - в) 15-20%;
  - г) 20-25%;
  - д) больше 25 % .

## ГЛАВА 4. КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

### 4.1. Чистый экономический эффект природоохранных мероприятий

Определение чистого экономического эффекта природоохранных мероприятий производится с целью:

а) технико-экономического обоснования выбора наилучших вариантов природоохранных мероприятий, различающихся между собой по воздействию на окружающую среду, а также по воздействию на производственные результаты предприятий, объединений, министерств, осуществляющих эти мероприятия (обоснование экономически целесообразных масштабов и очередности вложений в природоохранные мероприятия при реконструкции и модернизации действующих предприятий; распределения капитальных вложений между одноцелевыми природоохранными мероприятиями, включая малоотходные технологические процессы; обоснования эффективности новых технических решений в области борьбы с загрязнением);

б) экономической оценки фактически осуществленных природоохранных мероприятий.

Определение чистого экономического эффекта природоохранных мероприятий основывается на сопоставлении затрат на их осуществление с достигаемым благодаря этим мероприятиям экономическим результатом. Чистый экономический эффект в отличие от полного экономического эффекта ориентирован на годовые хозрасчетные результаты деятельности предприятия, реализующего природоохранное мероприятие. Следует различать определение фактического и ожидаемого (планово-проектного, прогнозного) чистого экономического эффекта природоохранных мероприятий. Фактический экономический эффект определяется для уже осуществленных мероприятий одновариантно на основе сопоставления фактически имевших место затрат и достигнутого экономического результата. Ожидаемый чистый экономический эффект определяется на этапах формирования планов НИОКР, проектирования, создания и освоения новой

природоохранной техники с целью выбора варианта природоохранных мероприятий, обеспечивающих достижение максимальной величины чистого экономического эффекта при соблюдении установленных требований к качеству окружающей среды и выделенных на разработку ресурсов.

При наличии технической возможности предотвращения образования или утилизации отходов производства и потребления одноцелевые природоохранные мероприятия должны обязательно оцениваться по экономическому эффекту с многоцелевыми мероприятиями, предусматривающими утилизацию ценных веществ. При этом в составе затрат по многоцелевым мероприятиям необходимо учитывать затраты на поддержание материально-технической базы для подготовки и обработки отходов, на эксплуатацию специализированных участков, цехов, предприятий и других производств по переработке отходов, на сооружение и оборудование мест складирования или захоронения неутилизованных отходов, обеспечивающих полное соблюдение природоохранных требований.

Показатели затрат и результатов природоохранных мероприятий определяются применительно к первому году после окончания планируемого (нормативного) срока освоения производственной мощности природоохранных объектов. Затраты, результаты и эффект определяются в годовом исчислении.

Экономический результат природоохранных мероприятий  $P$  выражается в величине предотвращаемого благодаря этим мероприятиям годового экономического ущерба от загрязнения среды  $\Pi$  (для одноцелевых природоохранных мероприятий) или в сумме величин предотвращаемого годового экономического ущерба и годового прироста дохода (дополнительного дохода) от улучшения производственных результатов деятельности предприятия или групп предприятий  $D$  (для многоцелевых природоохранных мероприятий), т. е.

$$P = \Pi + D.$$

Определение годового прироста дохода от улучшения производственных результатов вследствие проведения многоцелевого природоохранного мероприятия  $D$  осуществляется по следующей формуле:

$$D = \sum_i q_i^{(1)} \cdot z_i - q_i^{(0)} \cdot z_i,$$



где  $q_i^{(0)}$  – количество товарной продукции  $i$ -того вида (качества), получаемой до осуществления оцениваемого мероприятия ( $i = 1, m$ );  $q_i^{(1)}$  – то же после его осуществления ( $j = 1, n$ );  $z_i$  – оценка (себестоимость, оптовая цена) единицы продукции.

Оценка продукции, дополнительно получаемой в результате предотвращения образования отходов или их утилизации, производится по замыкающим (кадастровым) ценам на аналогичную продукцию, получаемую из первичного сырья. Оценка наилучшего из нескольких вариантов природоохранных мероприятий в этом случае осуществляется по формуле

$$R = (P - Z),$$

где  $Z$  – годовые затраты на осуществление природоохранных мероприятий.

Так как период внедрения и использования природоохранного оборудования характеризуется существенным изменением экономических или организационных условий, то целесообразно рассмотреть «поток» годовых результатов  $P(t)$  и затраты  $Z(t)$  с количественным анализом влияния отдельных параметров на их изменение.

## 4.2. Оценка вариантов очистки промышленных сточных вод

При оценке вариантов очистки промышленных сточных вод используются следующие частные показатели: коэффициент очистки сточных вод, экономичность очистки, эффективность очистки.

Система очистки сточных вод предполагает наличие издержек по ее эксплуатации:

$$И = C + Y_1 - Y_0 + P + S + \sum C_l m_l,$$

где  $C$  – текущие издержки на эксплуатацию системы очистки;

$Y_0$  и  $Y_1$  – ущерб, наносимый окружающей среде сточными водами до и после их очистки;  $P$  – плата за природные ресурсы, используемые при эксплуатации системы;  $S$  – изменение издержек в основном производстве;  $C_l$  и  $m_l$  – затраты на утилизацию отходов  $l$ -того вида из сточных вод после очистки и их количество.

Кроме издержек по эксплуатации системы очистки сточных вод, необходимо учитывать единовременные затраты на нее:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4,$$

где  $K_1$  – затраты на проектирование, разработку и внедрение системы;  $K_2$  – затраты на отчуждение территории;  $K_3$  – затраты на изменение оборудования в основном производстве;  $K_4$  – плата за ресурсы.

**Пример.** Определить экономическую целесообразность внедрения различных систем очистки сточных вод на промышленном предприятии. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Основные показатели сравниваемых вариантов**

Выбрасываемые примеси, т/год	Без очистки	С очисткой		Показатель относительной опасности, усл. т/т
		Вариант 1	Вариант 2	
Взвешенные вещества	41,0	8,0	9,1	1,33
Ксантогенат бутиловый	0,8	-	-	1000,0
Нитрат аммония	13,3	2,7	1,5	2,0
Цианиды	30,0	-	-	20,0
Фтор	20,0	4,0	2,0	20,0
Нитраты (по азоту)	7500,0	900,0	750,0	0,11
Сульфаты	6500,0	800,0	850,0	0,01
Хлориды	400,0	200,0	150,0	0,03

	Вариант 1	Вариант 2
Годовой объем очищаемых сточных вод, тыс. м <sup>3</sup>	2500	2500
Капитальные вложения в очистные сооружения, тыс. руб.	20000	23000
Текущие расходы при очистке воды, руб./тыс. м <sup>3</sup>	1040	1135
Время работы очистного сооружения, лет	10	10

1. Приведенная масса выбросов:

$$m_0 = 41,0 \cdot 1,33 + 0,8 \cdot 1000,0 + 13,3 \cdot 2,0 + 30,0 \cdot 20,0 + 20,0 \cdot 20,0 + 7500,0 \cdot 0,11 + 6500,0 \cdot 0,01 + 400,0 \cdot 0,03 = 2783,13 \text{ усл. т/год};$$

$$m_1 = 8,0 \cdot 1,33 + 2,7 \cdot 2,0 + 4,0 \cdot 20,0 + 900,0 \cdot 0,11 + 800,0 \cdot 0,01 + 200,0 \cdot 0,03 = 209,04 \text{ усл. т/год};$$

$$m_2 = 9,1 \cdot 1,33 + 1,5 \cdot 2,0 + 2,0 \cdot 20,0 + 750,0 \cdot 0,11 + 850,0 \cdot 0,01 + 150 \cdot 0,03 = 150,6 \text{ усл. т/год.}$$

2. Коэффициент очистки сточных вод:

$$КОВ_1 = (2783,13 - 209,04) / 2783,13 = 0,92;$$

$$КОВ_2 = (2783,13 - 150,6) / 2783,13 = 0,95.$$

3. Эффективность очистки (в натуральных величинах):

$$Э_1 = (2783,13 - 209,04) / (1040 \cdot 2500) = 0,99 \cdot 10^{-3} \text{ усл.т/руб.};$$

$$Э_2 = (2783,13 - 150,6) / (1135 \cdot 2500) = 0,93 \cdot 10^{-3} \text{ усл. т/руб.}$$

В качестве норматива удельного экологического ущерба примем 2217,5 руб./усл. т. Предполагаем, что средства могут быть взяты в банке в кредит. Процентная ставка банка 20%.

4. Снижение экологического ущерба (экономического ущерба от загрязнения окружающей среды) за период эксплуатации очистных сооружений (10 лет). Экономический смысл  $Y_1$  и  $Y_2$  – предотвращенный ущерб в связи с осуществлением рассматриваемого природоохранного мероприятия:

$$Y_1 = \sum_{t=1}^{10} 2217,5 \cdot 0,95 (2783,13 - 209,4) (1 + 0,2)^t = 22,734 \text{ млн руб.},$$

где 0,95 – коэффициент, учитывающий район сброса примесей (Кольский полуостров);

$$Y_2 = \sum_{t=1}^{10} 2217,5 \cdot 0,95 (2783,13 - 150,6) (1 + 0,2)^t = 23,250 \text{ млн руб.}.$$

5. Экономическая эффективность очистки:

$$e_1 = (22,734 \cdot 10^6 - \sum_{t=1}^{10} 1040 \cdot 2500 (1 + 0,2)^t) / (20 \cdot 10^6) = 0,592 \text{ руб./руб.};$$

$$e_2 = (23,250 \cdot 10^6 - \sum_{t=1}^{10} 1135 \cdot 2500 (1 + 0,2)^t) / (23 \cdot 10^6) = 0,487 \text{ руб./руб.}.$$

На основании проведенных расчетов очевидно, что первый вариант является более экономически целесообразным. Однако возможно изменение состава выбрасываемых примесей (в основном, фтора и нитратов), текущих расходов на очистку, капитальных вложений в очистное оборудование, норматива удельного экологического ущерба. Анализ зависимостей позволяет сделать вывод, что использование первого варианта очистки более эффективно по сравнению со вторым.

### 4.3. Оценка вариантов очистки промышленных выбросов в атмосферу

Частными показателями при оценке вариантов очистки газового потока являются: коэффициент очистки, производительность, экономичность и эффективность.

Издержки по эксплуатации системы очистки газового потока складываются из составляющих:

$$И = C + Y_1 - Y_0 + P + S,$$

где  $C$  – производственные издержки на эксплуатацию системы очистки;  $Y_0$  и  $Y_1$  – ущерб, наносимый окружающей среде потоком газа до и после его очистки;  $P$  – плата за природные ресурсы, используемые при эксплуатации системы;  $S$  – изменение издержек в основном производстве. В составе  $Y_1$  целесообразно выделять ущерб от неполной очистки газового потока и ущерб, наносимый в результате эксплуатации системы очистки.

Единовременные затраты на систему очистки газового потока составляют:

$$\Phi = K + Z + F + \Pi,$$

где  $K$  – затраты на проектирование, разработку и внедрение системы;  $Z$  – затраты на отчуждение территории;  $F$  – затраты на изменения в основном оборудовании;  $\Pi$  – плата за ресурсы, безвозвратно теряемые и возвращае-

мые в хозяйственную деятельность при списании оборудования системы очистки.

**Пример 1.** Оценить варианты очистки газов сталеплавильного цеха при объеме выпуска стали 9 млн т/год.. Предполагается, что цех работает 10 лет. Учетная ставка банка 20% (средства будут взяты в кредит). Характеристика потока газа по вариантам представлена в табл. 4.2. Показатель, учитывающий характер рассеивания, равен 10. Относительная опасность выбросов пыли составляет 85,0; SO<sub>2</sub> – 22,0; CO<sub>2</sub> – 1,0; NO<sub>x</sub> – 21,1 усл. т/т. Норматив удельного экологического ущерба от выбросов в атмосферу 16,5 руб./усл. т (1993 г.).

Таблица 4.2

**Характеристика сравниваемых вариантов**

Показатели очистки	До очистки	Варианты	
		I	II
Выбрасываемые вещества, кг/т стали:			
пыль	27,0	4,3	2,7
SO <sub>2</sub>	0,4	0,01	-
CO <sub>2</sub>	0,75	0,04	-
NO <sub>x</sub>	0,03	0,001	-
Себестоимость стали (с учетом затрат на эксплуатацию системы), руб./т	14000	14150	14200
Капитальные вложения, млн. руб.	-	191,6	198,6

1. Коэффициент очистки газового потока по вариантам очистки:

$$КОГ_1 = ((27,0 - 4,3) 85,0 + (0,4 - 0,01) 22,0 + (0,75 - 0,04) 1,0 + 0,03 - 0,001) 21,1) / (27,0 \cdot 85,0 + 0,4 \cdot 22,0 + 0,75 \cdot 1,0 + 0,03 \cdot 21,1) = 0,84;$$

$$КОГ_2 = ((27,0 - 2,7) 85,0 + 0,4 \cdot 22,0 + 0,75 \cdot 1,0 + 0,03 \cdot 21,1) / (27,0 \cdot 85,0 + 0,4 \cdot 22,0 + 0,75 \cdot 1,0 + 0,03 \cdot 21,1) = 0,90.$$

2. Эффективность по вариантам очистки (в натуральных единицах):

$$\mathcal{E}_1 = ((27,0 - 4,3) 85,0 + (0,4 - 0,01) 22,0 + (0,75 - 0,04) 1,0 + 0,03 - 0,001) 21,1) 10 / ((14150 - 14000) = 12,96 \cdot 10^{-3} \text{ усл. т/руб.};$$

$$\mathcal{E}_2 = ((27,0 - 2,7) 85,0 + 0,4 \cdot 22,0 + 0,75 \cdot 1,0 + 0,03 \cdot 21,1) 10 / (14200 - 14000) = 10,26 \cdot 10^{-3} \text{ усл. т/руб.}.$$

3. Снижение экологического ущерба от использования очистки по вариантам:

$$Y_1 = \sum_{t=1}^{10} 16,5 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 10^6 ((27,0 - 4,3) 85,0 + (0,4 - 0,01) 22 + (0,75 - 0,04) 1,0 + (0,03 - 0,001) 21,1 \cdot 10^{-3} (1 + 0,2)^{-t}) = 121,1 \cdot 10^8 \text{ руб.};$$

$$Y_2 = \sum_{t=1}^{10} 16,5 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 10^6 ((27,0 - 2,7) 85,0 + 0,4 \cdot 22 + 0,75 \cdot 1,0 + (0,03 \cdot 21,1) 10^{-3} (1 + 0,2)^{-t}) = 127,7 \cdot 10^8 \text{ руб.}.$$

4. Экономическая эффективность способа очистки:

$$e_1 = (121,1 \cdot 10^8 - \sum_{t=1}^{10} (14150 - 14000) 9 \cdot 10^6 (1 + 0,2)^{-t}) / (191,6 \cdot 10^6) = 36 \text{ руб./руб.};$$

$$e_2 = (127,7 \cdot 10^8 - \sum_{t=1}^{10} (14200 - 14000) 9 \cdot 10^6 (1 + 0,2)^{-t}) / (198,6 \cdot 10^6) = 26 \text{ руб./руб.}.$$

Результаты оценки вариантов очистки показали, что первый вариант для реализации более целесообразен и может быть принят к реализации, несмотря на то, что коэффициент очистки у него хуже. Для более глубокого экономического анализа необходимо рассмотреть последствия принимаемого решения при изменении экономической ситуации: достижения проектных показателей очистки (содержания пыли), регламентируемого норматива удельного экологического ущерба, себестоимости стали, капитальных затрат, учетной ставки банка.

При увеличении капитальных вложений в очистное оборудование снижается эффективность очистки. Причем наиболее существенно это для первого варианта, поскольку коэффициент чувствительности, определяемый как отношение изменения экономичности очистки к соответствующему изменению капитальных вложений, у него выше (0,38 руб./руб./млн руб. против 0,25 руб./руб./млн руб. при себестоимости стали 14 тыс. руб./т).

Увеличение норматива удельного экологического ущерба влечет повышение эффективности вариантов, но вывод об их предпочтительности при этом не изменится.

Изменение учетной ставки банка влияет на величину эффективности очистки при ее увеличении эффективность падает. Однако первый вариант по-прежнему остается более экономически выгодным.

#### **4.4. Оценка вариантов переработки отходов**

Переработка твердых, жидких и газообразных отходов расширяет сырьевые ресурсы и уменьшает загрязнение окружающей среды. Интегральная экономическая оценка варианта переработки отходов должна учитывать расходы и ущерб от процесса переработки, снижение расходов и ущерб от получения и использования аналогичного природного сырья, расходы и ущерб от складирования или захоронения остатков переработки. При оценке должны учитываться и косвенные элементы изменения расходов. Так, сбор и переработка лома алюминиевых и медных сплавов, наряду с экономией природного сырья, обеспечивают снижение качества стали, поскольку попадание этого лома в лом черных металлов существенно ухудшает свойства стали, а в дальнейшем и металлоизделий.

Например, длительное хранение отходов топлива атомных станций требует специальных предприятий и соответствующих издержек, но если выбрасывать отходы, то фактически это означает для всех живых организмов изъятие из пользования соответствующей территории Земли.

Рассмотрим два варианта переработки титановой стружки.

Вариант 1: сортировка по видам, сортировка по крупности, электромагнитная сепарация, дробление в молотковой дробилке, обезжиривание, сушка.

Вариант 2: сортировка по видам, измельчение в щековой дробилке, сортировка по крупности, магнитная сепарация, обезжиривание, сушка.

Основное оборудование: автопогрузчик 4022 (сбор отходов), стилоскоп «Спектр» СЛ-12, конвейер пластинчатый КП-55 (сортировка), грохот инерционный ГИТ-32 (сортировка), электромагнитный железоотделитель П100 (сепарация), молотковая или щековая дробилка, моечная машина (обезжиривание), центрифуга (сушка).

Различаются варианты переработки только операцией дробления. Использование молотковой дробилки позволяет почти полностью извлечь

железные примеси и уменьшить размер получаемых частиц до 1,0 – 1,5 мм. Щековые дробилки дают размер частиц 40 мм.

Определим коэффициент изменения физического состояния стружки по вариантам:

$$\text{КИО}_1 = 75 / 1,5 = 50; \text{КИО}_2 = 210 / 40 = 5,25,$$

где 75 и 210 – размер частиц по вариантам до переработки, мм; 1,5 и 40 – размер частиц по вариантам после переработки, мм.

Производительность молотковой дробилки – 0,15 т/ч, а щековой – 360 т/ч.

Экономичность процессов характеризуется количеством перерабатываемой стружки на единицу затрат:

$$\text{Э}_1 = 550 / 7800 = 0,07 \text{ (т/руб.)}; \text{Э}_2 = 10000 / 5200 = 1,92 \text{ т/руб.},$$

где 550 и 10000 – годовой объем перерабатываемой стружки по вариантам, т; 7800 и 5200 – текущие затраты на переработку стружки по вариантам, руб./т.

Коэффициент отчуждения территории для размещения оборудования:

$$\text{КОТ}_1 = 0,25 / 550 = 0,0005 \text{ (м}^2\text{/т)}; \text{КОТ}_2 = 1,663 / 10000 = 0,0001 \text{ м}^2\text{/т.}$$

где 0,25 и 1,663 – площади под оборудованием по вариантам, м<sup>2</sup>.

Экологический ущерб от загрязнения окружающей среды связан с выбросами смачивателя ОП-7, используемого для очистки поверхности стружки. Общая масса годового сброса по 1-му варианту 69 т/год, по 2-му – 1250 т/год. Экологический ущерб составит:

$$Y_1 = 2217,5 \cdot 0,47 \cdot 3,33 \cdot 69 = 239,472 \text{ тыс. руб./год или } 435 \text{ руб./т};$$

$$Y_2 = 2217,5 \cdot 0,47 \cdot 3,33 \cdot 1250 = 4338,261 \text{ тыс. руб./год или } 434 \text{ руб./т},$$

где 2217,5 – удельный экологический ущерб от загрязнения водоемов, руб./усл. т; 0,47 – коэффициент, учитывающий месторасположение водоема (регион р. Невы); 3,33 – показатель относительной опасности сброса в водоем смачивателя, усл. т/т.

Существует несколько вариантов использования титановых отходов:

- как добавки при выплавке стали;
- в производстве титаносодержащих шлаков;
- при хлорировании в солевых расплавах;
- в выплавке серийных сплавов;
- в фасонном литье;
- при рафинировании (электролитическое и металлургическое);
- в порошковой металлургии.



Выбор варианта использования отходов определяется видом и ценой полученною продукта. Отходы, перерабатываемые по 1-му варианту, используются в черной металлургии, а по 2-му – при выплавке серийных титановых сплавов.

Коэффициент технологической ценности по вариантам равен:

$$КТЦ_1 = (7800 + 435) / 85000 = 0,09;$$

$$КТЦ_2 = (1620000 + 434) / 1950000 = 0,83,$$

где 7800 и 1620000 – затраты на производство продукции из отходов, руб./т; 85000 и 1950000 – затраты на производство продукции из первичною сырья, руб./т.

Таблица 4.3.

#### Оценочные показатели вариантов переработки отходов

Наименование показателя	Варианты	
	1-й	2-й
Коэффициент изменения физического состояния, мм/мм	49	4,25
Производительность процесса, т/ч	0,15	3,0
Экономичность процесса, т/руб.	0,07	1,92
Коэффициент отчуждения территории, м <sup>2</sup> /т	0,0005	0,0001
Годовой экологический ущерб от загрязнения окружающей среды, тыс. руб.	239,472	4338,26
Коэффициент технологической ценности, руб./руб.	0,09	0,83

Оценочные показатели вариантов (табл. 4.3) позволяют сделать вывод о целесообразности использования 1-го варианта.

### 4.5. Оценка технологических решений

Технологическое решение – это инженерное решение по изменению используемого сырья, параметров режима работы и состава оборудования или принципов осуществления процесса, ориентированное на снижение издержек при сохранении показателей выпускаемой продукции. К подобным решениям относятся интенсификация процесса выплавки стали за счет добавки кислорода, замена мартеновского процесса на конвертерный,

внедрение процессов с использованием меньшего количества низкосортного топлива.

Технологические решения можно разделить на три группы: простые (изменение параметров работы оборудования), сложные (замена оборудования), комплексные (изменение принципов технологии).

Влияние технологического решения на окружающую среду проявляется по девяти направлениям: использование сырья и энергии; выбросы в атмосферу и в воду; отчуждение земли; шумовое, тепловое и радиационное воздействие; связывание ресурсов в оборудовании. При оценке простых решений достаточно учесть изменения по отдельным направлениям, а для сложных и комплексных – необходим анализ по всем отмеченным направлениям.

Экологическую предпочтительность варианта технологического решения характеризует ряд специфических показателей: коэффициенты полезного использования сырья и энергии; производительность природных ресурсов и удельный ущерб по факторам воздействия на окружающую среду.

Коэффициент полезного использования сырья (КИС) – это отношение массы готового продукта (сырья, перешедшего в продукт) к массе исходного сырья. Он вычисляется в целом по сырью и по отдельным его компонентам. Дополнением к КИС являются коэффициенты безвозвратных, временных и условных потерь сырья. Первый – доля сырья, теряемая безвозвратно в ходе технологического процесса (угар; несобираемые выбросы; отходы, не подлежащие переработке). Второй – доля отходов производства, складываемых в отвалах из-за экологической нецелесообразности их использования в настоящее время, в массе сырья. Третий – доля отходов производства, продаваемых (передаваемых) для производственного или потребительского использования, в массе исходного сырья.

Коэффициент полезного использования энергии (КИЭ) – это отношение теплотемкости, теоретически необходимой на процесс, к теплотемкости общего количества затраченного топлива. При детализированном анализе КИЭ исходят из энергетического баланса процесса, где показаны приход и расход энергии.

Производительность природных ресурсов характеризует интенсивность их использования. Она определяется как выпуск продукции (в натуральном исчислении) на единицу отчуждаемой территории (основной,

вспомогательной, примыкающей, охранной и др.), на единицу сырья и энергии, на единицу массы и энергетической мощности оборудования.

Удельный ущерб окружающей среде вычисляется как отношение его общего размера к суммарному выпуску продукции за интервал времени. При расчете общего размера ущерба по каждому из факторов следует учитывать нормативные показатели воздействия на окружающую среду и аварийные ситуации с учетом вероятности их возникновения.

Экологический аспект анализа вариантов технологического решения является дополнительным по отношению к традиционному экономическому расчету, но не заменяет его.

Интегральная экономическая оценка издержек по технологическому процессу рассчитывается по формуле

$$И = С + Р + У,$$

где С – издержки производства; Р – плата за используемые природные ресурсы; У – ущерб окружающей среде.

Интегральная экономическая оценка единовременных затрат рассчитывается по формуле

$$Ф = К + З + П,$$

где К – единовременные производственные затраты на разработку и реализацию технологического процесса; З – плата за отчуждение территории под производство; П – плата за ресурсы, безвозвратно теряемые и возвращаемые в хозяйственную деятельность при списании основного и вспомогательного оборудования.

Во многих случаях новое технологическое решение влечет за собой разработку новой совокупности предшествующих и последующих производств. Конвертерное производство функционирует в едином комплексе с доменным и кислородным производством, непрерывная разливка стали, вытесняя блюминги и слябинги, вытесняет обеспечивающее их энергетическое и ремонтное хозяйство. Пластмассы, заменяя металл, вытесняют доменное и добывающее производства. Эти примеры показывают, что, оценивая технологическое решение, необходимо учитывать все смежные процессы. Для их выявления по анализируемому технологическому реше-

нию формируют зону (цепочку) влияния. За ее пределами деятельность человека и существование среды не изменяются при внедрении предлагаемого технологического решения.

Рассмотрим оценку технологического решения применительно к процессам производства стали: конвертерному и мартеновскому. При выборе варианта производства стали необходимо учитывать использование сырья и энергии, выбросы в атмосферу и воду, отчуждение земли и связывание ресурсов в оборудовании. Производство стали по этим технологиям предполагает оценку смежных производств: рудодобывающей промышленности, агломерационного коксового и доменного производств.

Коэффициент полезного использования сырья в доменном производстве рассчитывается по следующим материалам: агломерат, железная и марганцевая руда, известняк, металлические добавки, скрап и кокс (табл. 4.4). Безвозвратные потери сырья в доменном производстве велики по марганцевой руде, ее теряется до 9%. Коэффициент использованного сырья определяется выходом годного по процессу.

Таблица 4.4

#### Использование сырья при производстве чугуна

Сырье	Расход материалов, т/т чугуна	Безвозвратные потери, %	КИС
Агломерат	1,72	3	0,39
Железная руда	0,074	4	0,38
Марганцевая руда	0,04	9	0,33
Известняк	0,037	1	0,41
Металлические добавки	0,028	-	0,42
Скрап оборотный	0,015	-	0,42
Кокс	0,496	1	0,41

Расход материалов для производства агломерата определяется содержанием железа в концентрате (табл. 4.5).

Расход материалов в мартеновском производстве определяется долей чугуна в загружаемом сырье. Она может колебаться от 40 до 100%. В связи с этим КИС по всем видам сырья равен 0,92-0,94 (при разливке сверху) и 0,89- 0,91 (при разливке сифоном).

**Использование сырья при производстве агломерата  
(содержание железа в агломерате 61-64%)**

Сырье	Расход материалов, т/т агломерата	Безвозвратные потери, %	КИС
Агломерат	503-256	5	0,82
Концентрат железная руда	354-630	5	0,82
Марганцевая руда	15-18	5	0,82
Известняк	242-204	2	0,85
Колошниковая пыль	60	1	0,86
Окалина	18	-	0,87

Безвозвратные потери в виде угара, потерь железа со шлаком в результате неполного восстановления его из окисленной части лома, а также потерь металлошихты вследствие выгорания мусора и перехода в шлак глины и песка составляют 4,5 – 4,7% (при разливке сверху) и 5-7% (при разливке сифоном). Основные виды отходов, образующиеся в мартеновском производстве, %:

	При разливке сверху	При разливке сифоном
Скрап	0,3 – 1,9	1,0 – 2,8
Литники	0,5 – 2,9	-
Недоливки	0,4 – 1,0	-
Брак	0,2	1,5 – 1,0

Коэффициент полезного использования сырья в кислородно-конвертерном производстве определяется долей чугуна в сырье и колеблется от 0,85 до 0,87.

Производительность природных ресурсов (ППР) определяется с помощью четырех групп показателей: площадь отчуждаемой территории, масса сырья и энергии, масса оборудования, энергетическая мощность оборудования. Площадь отчуждаемой территории включает площадь цехов: агломерационной фабрики  $S_1$ , доменного  $S_2$  и сталеплавильного  $S_3$ , карьеров  $S_4$ , используемых для добычи руды и кокса отвалов  $S_5$ , складов для хранения металлолома  $S_6$ . При этом рассматриваются удельные показатели площадей ( $m^2/t$  продукта).

При производстве стали, т стали/м<sup>2</sup>:

$$\text{ППР}_1 = V / (k_1S_1 + k_2S_2 + S_3 + k_3S_4 + k_5S_5 + k_4S_6),$$

где V- объем стали;  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  – коэффициенты, учитывающие расход агломерата, чугуна, руды и кокса, металлолома и долю отходов, переходящих в отвалы.

Основные виды сырья: железная руда, кислород, природный газ, электроэнергия, коксовые угли. Определяется общее количество сырья, необходимое для производства стали по вариантам (с учетом всех переделов). Сравниваются удельные показатели в расчете на 1 т стали.

В массу оборудования входят массы сталеплавильного агрегата  $M_1$ , доменной печи  $M_2$ , агломашин  $M_3$ , коксовых батарей  $M_4$ , оборудования по добыче руды и кокса  $M_5$ .

При производстве стали, т стали/т оборудования:

$$\text{ППР}_2 = V / (k_1M_3 + k_2M_2 + M_1 + k_3M_5 + k_3M_4).$$

Энергетическая мощность оборудования устанавливается по всем видам основного и вспомогательного оборудования, участвующего в переделах. Наиболее энергоемки доменный и сталеплавильный переделы.

*Экологический ущерб.* В суммарный экологический ущерб от загрязнения окружающей среды при производстве стали входит экологический ущерб в сталеплавильном  $У_3$ , доменном  $У_2$ , агломерационном  $У_1$ , коксохимическом  $У_4$  производствах, при добыче руды и кокса  $У_5$  (табл. 4.6).

Таблица 4.6

**Исходные данные для расчета экологического ущерба от загрязнения окружающей среды различными производствами при выплавке стали**

Наименование показателей	Агломерационное	Коксохимическое	Доменное	Сталеплавильное	
				Марте-новское	Кислородно-конвертерное
Выход газов, м <sup>3</sup> /т продукта	4000	5000	2000	1770	180
Запыленность газов после очистки, мг/м <sup>3</sup>	230	390	4	100	100
Выбросы в атмосферу газов, г/м <sup>3</sup>					
CO	8,2	54	1	0,03	1,0
SO <sub>2</sub>	0,7	56	-	0,07	-

NO <sub>(x)</sub>	-	22	-	0,50	0,006
H <sub>2</sub> S	-	10	0,025	-	-
углеводороды	-	60	-	-	-
органические соединения	-	20	-	-	-
Расход воды на очистку газа, м <sup>3</sup> /1000 м <sup>3</sup>	1,0	0,23	5	1,5	1,1

Экологический ущерб в сталеплавильном производстве связан с загрязнением газов пылью, оксидами углерода, азота, серы и с выбросом загрязненных сточных вод. Сточные воды сталеплавильного производства содержат взвешенные частицы SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>. В доменном производстве происходит загрязнение атмосферы запыленными газами с оксидами углерода, азота, серы. Сточные воды доменного производства содержат большое количество пыли. Агломерационное производство имеет выход загрязненных газов с высоким содержанием пыли и оксидов углерода и серы. Наиболее загрязняющим является коксохимическое производство. Выбросы в атмосферу содержат большое количество загрязняющих веществ. Основной экологический ущерб от загрязнения окружающей среды горно-рудного производства связан с нарушением земель под отвалы пустых пород, отстойники и хвостохранилища обогатительных фабрик, провалы и прогибы вследствие ведения подземных горных работ. Зная удельный годовой экологический ущерб от нарушения земель (руб./га), площадь нарушенных земель (га) и период времени нарушения земель, определяем общий экологический ущерб от нарушения земель. Нарушение земель металлургическими производствами связано с большими площадями, которые занимает металлургическое предприятие. Площадь завода с полным металлургическим циклом составляет 1000 га и более.

По каждому из рассмотренных выше переделов экологический ущерб будет складываться из экологических ущербов от выбросов в атмосферу Y<sub>1</sub>, сбросов в водоемы Y<sub>2</sub>, от отчуждения территорий Y<sub>3</sub>. При этом необходимо учитывать расходные коэффициенты используемых материалов для последующего производства

$$Y = k_1 Y_1 + k_2 Y_2 + k_3 Y_4 + k_4 Y_5 + Y_3.$$

При сопоставлении вариантов сравнивают удельные показатели экологического ущерба с учетом периода эксплуатации и объема выпуска стали (руб./т стали).

*Текущие и единовременные издержки.* При определении экологической предпочтительности вариантов необходимо учесть текущие издержки производства И, которые складываются из дополнительных затрат на очистку  $\Delta C$  и себестоимости продукции С по агломерационному, коксохимическому, доменному и сталеплавильному переделам. При этом также учитываются расходные коэффициенты материалов. Плата за используемые природные ресурсы состоит из платы за воду  $\Pi_1$ , применяемую для очистки газов; платы за землю  $\Pi_2$  и платы за недра  $\Pi_3$  в связи с добычей руды. В состав текущих издержек входит также экологический ущерб окружающей среде У. Текущие издержки по переделам составляют:

$$И = \Delta C + C + \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + У.$$

Единовременные издержки состоят из дополнительных капитальных вложений, связанных с покупкой и установкой основного и очистного оборудования  $\Delta K$ , платы за теряемые ресурсы при списании основного и вспомогательного оборудования  $\Pi_4$  и платы за отчуждаемую территорию  $\Pi_5$ .

Выход из строя оборудования требует возмещения затрат на извлечение дополнительных ресурсов (железной руды, электроэнергии, коксовых углей, воды), которые будут использоваться, если это оборудование будет возвращено на повторное использование в виде лома. Например, плата за металлический лом определяется как произведение массы металлического лома на цену первичного сырья, которое этот лом заменяет.

Плата за отчуждаемую территорию зависит от норматива платы и ее площади. Наибольшую долю она составляет для горнорудного производства.



## 4.6 Оценка конструкторских решений

Конструкторское решение – это инженерное решение по разработке и созданию новой машины или агрегата. К подобным решениям относится разработка новых моделей автомобилей, судов, двигателей, турбин, телевизоров, мостов и многих других изделий. Всю совокупность конструкторских решений можно разделить на частные, общие и комплексные. В первом случае в изделии меняются отдельные узлы; во втором – создается новая модель агрегата, в третьем – система новых взаимосвязанных или взаимодополняющих машин.

Влияние конструкторского решения на окружающую среду проявляется по восьми направлениям: использование сырья и энергии; влияние на атмосферу, воду и землю; шумовое, тепловое и радиационное загрязнение. Спецификой конструкторского решения является наличие трех стадий влияния: изготовление, эксплуатация и списание.

На стадии создания машины экологические аспекты проявляются через применяемые материалы, материало- и энергоемкость изготовления узлов и конструкции в целом, влияние на окружающую среду основного сборочного и требуемых новых смежных производств.

Эксплуатация машины – наиболее длительная стадия в цикле ее жизни. Здесь влияние на окружающую среду связано с энерго- и материало-потреблением, функционированием необходимой обслуживающей системы, прямым воздействием на элементы среды. Например, выпуск новой модели самолетов может потребовать увеличения площади аэродромов, повышение скорости автомобилей потребовало создания ограждений вдоль трасс, выпуск моторных лодок с более мощными моторами ведет к снижению продуктивности рыб в водоемах.

Затраты на утилизацию материалов при окончании срока эксплуатации машины связаны с разделением ее конструкции на части и вовлечением их в виде вторичного сырья в производство. При этом конструкторские решения, эффективные для создания и эксплуатации машины, могут дать существенные потери при ее списании. Например, применение узлов, не допускающих разделения медных и стальных частей, ведет к потере меди как ресурса и загрязнению стали (ухудшению ее качества) при переплавке этого узла. Современные требования к конструкторским решениям пред-

полагают при создании новой машины одновременную разработку схемы ее утилизации с оценкой массы теряемых материалов.

Концепция проектирования, например, автомобиля предусматривает следующие условия: детали должны легко демонтироваться; материалы не должны содержать вредных веществ; следует избегать применения неразделимых сочетаний материалов; следует уменьшать количество материалов; необходимо применять легкоутилизируемые пластмассы, маркировать крупные детали.

Экологическая предпочтительность варианта конструкторского решения характеризуется тремя группами (по стадиям) показателей: удельные материал- и энергоемкость, производительность, удельный ущерб по факторам воздействия на окружающую среду. Рассмотрим эти показатели применительно к стадии эксплуатации машины.

Показатель удельной металлоемкости машины можно представить как

$$m = M / W,$$

где  $M$  – масса металлических деталей и узлов в машине;  $W$  – параметр потребительской ценности машины. От правильности выбора вида параметра  $W$  зависит правильность вывода о прогрессивности машины. Например, если в качестве  $W$  для автомобиля принять мощность двигателя, то выбранная модель при одинаковых  $W$ , но меньшей  $m$ , может в итоге привести к повышенному расходу металла в автомобилестроении. Это связано с тем, что при выборе не учитывались ресурс работы машины и потребность в металлоизделиях при ее ремонтах.

Таким образом, при оценке значения  $m$  в качестве  $M$  должна фигурировать масса металлических деталей и узлов в машине за срок ее жизни, а в качестве  $W$  – «работа» автомобиля – произведение мощности на время эксплуатации. При таком правиле вычисления показателя  $m$  металлоемкость машины будет улучшаться не только за счет массы металлоузлов, но и при повышении ее надежности, производительности, ремонтпригодности и других потребительских свойств.

Показатель вида  $m$  может быть вычислен по любому конструкционному материалу.

Показатель удельной энергоемкости машины вычисляется на единицу выполняемой работы. Для легкового автомобиля это будет расход топлива

на 1 км пути, грузовой машины – на 1 т/км, танкера – 1 м<sup>3</sup>/км, для электрической лампочки – расход электроэнергии на единицу светового потока в единицу времени и т.д. Технический прогресс обычно связан с наращиванием конструкторской энергетической мощности и со снижением его удельного значения.

Удельный ущерб окружающей среде вычисляется как воздействие от одной машины и от единицы выполняемой работы. Например, для модели танкера оценивают вероятность аварии и последствия ее в среднем на один танкер, для модели автомобиля оценивают содержание загрязняющих веществ в объеме выхлопных газов на единицу работы (1 т/км).

Сопоставление вариантов конструкторского решения возможно через их «экологический профиль» показателей.

Интегральная экономическая оценка конструкторского решения имеет вид

$$И = C_1 + Y_1 + P_1 + \sum_t (C_2(t) + Y_2(t) + P_2(t) (1 + e)^{-t}) C_3 + Y_3 + P_3$$

где  $C$  – издержки;  $Y$  – ущерб;  $P$  – плата за ресурсы. Индекс 1 соответствует стадии изготовления машины, 2 – эксплуатации, 3 – утилизации;  $t$  – срок службы машины.

#### 4.7. Оценка риска аварий

Насыщение производства и сферы услуг современной техникой резко повысило число происходящих техногенных катастроф. Из всех крупнейших промышленных аварий 56% произошло в течение последних десятилетий, в том числе 1/3 в последние 15 лет. Одновременно увеличились разрушительные последствия аварий. При аварии на АЭС в Уиндскейле (Великобритания) погибло 13 чел. при заражении площади в 500 тыс. км<sup>2</sup>; прямой ущерб от аварии на «Три Майл Айленд» (США, 1979 г.) составил 1 млрд дол.; при аварии на Чернобыльской АЭС погибло 30 чел., эвакуировано 115 тыс. чел., 17 млн чел. попали в зону заражения. В нефтеперерабатывающей промышленности ежегодно происходит около 60 катастроф, уносящих 100-150 чел. и наносящих ущерб до 100 млн дол.

Для выбора адекватных мер предупреждения аварий необходима количественная оценка риска их появления. Оценка вероятности экологической опасности необходима для мест хранения промышленных отходов, транспорта горючих и взрывоопасных грузов; химических и металлургических предприятий. Нормативные формализованные методики оценки риска необходимы при проектировании, строительстве, выборе способов транспортировки, энергообеспечения и технологии производства.

Оценка риска аварии необходима постоянно, так как она зависит не только от проектных параметров, но и от текущей ситуации, а главное, от сочетания управленческих действий, параметров осуществления процесса, состояния оборудования и персонала, внешних условий. Предупреждение аварии возможно при постоянном контроле за процессом и прогнозировании риска. Необходим постоянный анализ аварийных случаев, их причин и последствий, хода аварийно-спасательных работ.

Причинами технологических катастроф являются:

- существование источников риска (высокое давление, высокая температура, плотины, взрывоопасность, легковоспламеняемость, ядовитые вещества);
- действие факторов риска (взрыв, радиационное воздействие, обработка токсичными веществами, мощные потоки воды, перевозка опасных грузов);
- ошибки обслуживающего персонала;
- конструктивные ошибки в изготовлении и размещений оборудования;
- искажение информации при совместных действиях людей.

Риск возгорания и взрыва зависит от использования горючесмазочных материалов, системы складирования сырья и продукции, использования легковоспламеняющихся строительных и отделочных конструкций, наличия противопожарных систем, степени изоляции электрических сетей, использования сварочных работ, проведения исследовательских режимов работы, наличия высокотемпературных сред, повышенного давления, агрессивных материалов.

Разнообразие предприятий делает практически невозможным унификацию оценки риска.

В основе формализованной оценки риска лежит экспертная таблица локальных рисков. В таблице имеется две группы оценок:

- оценки риска по параметрам процесса;
- оценки риска по ситуациям.

Первая группа оценок риска формируется экспертами как вероятность аварии по интервалам значений параметров технологического режима: скорость, давление, температура, расстояние, масса, вибрация и т. д. Эта группа оценок риска формируется по отдельным агрегатам и участкам предприятия.

Вторая группа оценок риска формируется экспертами как вероятность аварии по комбинации значений нескольких параметров технологического процесса. Набор этих ситуаций составляется на базе имитационного исследования.

Для оценок риска возможно использование нескольких уровней, предусматривающих рост значения оценок в зависимости от состояния оборудования, квалификации персонала, внешних условий, а также снижение значения оценок при использовании систем автоматической защиты, постоянного контроля и предупреждения аварий.

На базе локальных оценок риска может быть вычислена комплексная оценка:

$$r = \sum_i (r_i + \Delta_i),$$

где  $r_i$  – локальная оценка риска;  $\Delta_i$  – поправка локальной оценки риска.

Итоговая оценка может быть сформирована как пессимистическая (гарантированный риск), оптимистическая (надежда на благоприятный исход) и осторожная (реальные взгляды). Их сочетание позволяет достоверно оценить риск, выбрать способы и средства защиты для минимизации риска, проанализировать последствия аварийных ситуаций при всех возможных воздействиях.

Зарождение технологических катастроф может происходить:

- взрывным процессом (минуты);
- ускоренно (часы);
- медленно (дни);
- незаметно (месяцы, годы).

Установить начало процесса зарождения катастрофы можно только с помощью регулярной системы контроля за отказами, сбоями, неполадками.

Комплекс профилактических мероприятий включает:

- разработку графиков работ отдельных служб и групп людей при возникновении каждого из вариантов аварийной ситуации;
- подготовку инструкций и методических материалов для персонала о порядке действий при угрозе аварии;
- оснащение оборудования, складов и транспорта средствами контроля;
- контроль загазованности воздуха в помещениях и выбросов в атмосферу;
- разработку правил взаимодействия с городскими властями и спасательными службами;
- проведение обучения персонала действиям в аварийной ситуации.

Ошибки обслуживающего персонала составляют одну из главных причин аварий, поэтому требуется комплекс мер по совершенствованию человеко-машинного взаимодействия через подготовку персонала на тренажерах, анализ действий на имитационных моделях, улучшения эргономики рабочих мест. Персонал должен соответствовать требованиям на психологическую устойчивость, дисциплинированность, профессиональную подготовку, умение принимать решения.

Для контроля за транспортировкой опасных грузов применяют централизованную диспетчерскую систему. В ряде стран правила перевозки опасных грузов определяются специальными законами.

## Контрольные вопросы

1. Какие показатели используются при оценке вариантов очистки сточных вод?
2. Сопоставьте элементы расходов, учитываемые при эксплуатации системы очистки газового потока, и выигрыш от использования продуктов утилизации.
3. Объясните, из чего складываются издержки и единовременные затраты при оценке системы очистки газового потока.
4. Дайте определение понятия «технологическое решение».
5. В чем проявляется влияние технологического решения на окружающую среду?
6. Определите коэффициент полезного использования сырья, если известны масса готового продукта и масса исходного материала.
7. Оцените удельный ущерб окружающей среде, если известны его полная величина – 1 млн. руб./год и суммарный выпуск продукции – 200 тыс. т/год.
8. Приведите примеры конструкторских решений.
9. Перечислите направления влияния конструкторских решений на окружающую среду.
10. Из каких составляющих складывается экономическая оценка конструкторского решения?
11. Какие подразделы входят в экологическую экспертизу проектов?
12. Определите массу выбросов при работе 100-тонной дуговой печи производительностью 21 т/ч за 100 дней непрерывной работы; удельные выбросы: пыль – 6,5; оксид углерода – 1,5; оксиды азота – 0,3 кг/т.

# ТЕХНОГЕННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Рассмотрим более подробно необходимость смены техногенного типа развития экономики России на устойчивый тип. Почему этот вопрос жизненно важен для нашего общества? Может быть, и при техногенном развитии удастся оздоровить экономику, перейти к рынку, повысить благосостояние? Сейчас часто встречается позиция, согласно которой сначала нужно решить текущие экономические проблемы, а затем, после улучшения экономической ситуации заниматься природой. Возможна ли такая последовательность: сначала экономика, а потом природа?

Для ответа на эти вопросы рассмотрим более подробно основные черты техногенного типа экономического развития, сложившегося у нас в стране. Можно выделить по крайней мере три ограничения, «тупика» техногенного типа развития: экологическое, экономическое (инвестиционное) и социальное.

### 5.1. Экологические ограничения

Экологические ограничения все более лимитируют экстенсивный экономический рост. Деградация природного фундамента экономики может произойти в самое ближайшее время, если не принять срочных мер. Например, по оценкам специалистов в ближайшие два десятилетия во многих сельскохозяйственных регионах можно ожидать экологический кризис, вызываемый деградацией земельных ресурсов.

Уже сейчас очевидны и в самой ближайшей перспективе можно ожидать усугубления кризисных последствий промышленного и аграрного развития для водных ресурсов в реках Волга, Дон, озере Байкал, Азовском и Каспийском морях и др. Они сверх допустимых норм загрязнены органикой, тяжелыми металлами, фенолом, нефтепродуктами и другими веществами. Острой проблемой становится широко распространенное, особенно в Европейской части России, загрязнение подземных вод. Это приводит



к обострению дефицита питьевой воды и сопровождается кризисом в обеспечении населения урбанизированных регионов водой.

Растет число отходов, в том числе токсичных. Их захоронение и утилизация организованы крайне неудовлетворительно.

Многие виды природных ресурсов близки к исчерпанию. Крупных промышленных запасов нефти в России осталось на 20-30 лет. Практически исчерпаны лесные ресурсы европейской части страны. Подобная ситуация сложилась и в использовании других видов природных ресурсов.

В ближайшие годы резко возрастает опасность возникновения крупных техногенных аварий и экологических катастроф. Это связано с колоссальным износом промышленного, транспортного и очистного оборудования. На многих предприятиях этот износ достигает 80-90 %. О возможных огромных экономических потерях по этим причинам свидетельствуют масштабные аварии нефтепроводов за последние годы.

## 5.2. Экономические (инвестиционные) ограничения

Вторым ограничением техногенного типа экономического развития является ЭКОНОМИЧЕСКОЕ или в более узком смысле – инвестиционное. Для поддержания техногенного, природоёмкого развития с каждым годом необходимо выделять все больше средств в природоэксплуатирующие народнохозяйственные комплексы и отрасли. Деградация и истощение природных ресурсов требует огромных капитальных вложений для разработки новых ресурсов или усиления эксплуатации уже имеющихся.

И с каждым годом эти затраты растут (прямо или относительно других инвестиций в экономику), однако их эффективность непрерывно падает. Увеличивается диспропорция между выходом продукции и затрачиваемыми для этого средствами. Это особенно хорошо видно на примере развития крупнейшего агропромышленного комплекса в бывшем СССР. С 20-х гг. парк тракторов в СССР увеличился в 100 раз к 1990 г., количество зерновых комбайнов – с 2 шт. в 1928 г. до 700 тыс. шт., парк грузовых автомобилей – примерно в 2500 раз, поставки минеральных удобрений – 350 раз и т.д.

Однако такое колоссальное наращивание производственного потенциала дало минимальный эффект: «гора родила мышь». Особенно показателен

тельно сопоставление роста в среднем за 80-е гг. выхода зерна с единицы площади в 2 раза и объема годовых капитальных вложений в сельское хозяйство более чем в 4000 раз по сравнению с их среднегодовым уровнем в 20-е гг. Площадь посевов зерновых культур возросла за это время менее чем в 2 раза. Таким образом, для получения единицы зерна к началу 90-х гг. требовалось в 1100 раз больше капитальных вложений по сравнению с 20-ми гг.

Приведенные цифры наглядно показывают, что если сейчас понадобится увеличить урожай с аналогичными затратами материально-технических средств, энергии, то для этого в экономике просто не хватит ресурсов.

Аналогичные тенденции сложились при добыче топливно-энергетических ресурсов, заготовке древесины и т.д.

Очевидно, что при таком типе экономического развития требуется все больше средств даже для поддержания на прежнем уровне объемов эксплуатации и добычи природных ресурсов и получаемой на их основе готовой продукции. Необходимы иные, ресурсосберегающие пути формирования переходной экономики, в основу которых должен быть положен учет экологических факторов.

### 5.3. Социальные ограничения

Сформировавшийся техногенный, природоёмкий тип экономического развития, наряду с экологическими и экономическими ограничениями, является в перспективе тупиковым и в силу чисто социальных причин. Среди этих причин на первом месте – ухудшение в глобальных масштабах здоровья населения. Этого уже достаточно для пересмотра концепции социально-экономического развития страны.

Во многих регионах наблюдается ухудшение качества сельскохозяйственной продукции, увеличение содержания в ней различных вредных веществ, тяжелых металлов и пр. Аналогичные процессы происходят с питьевой водой. Сейчас только 50 процентов питьевой воды в городах соответствует санитарным нормативам.

Обостряются экологические условия проживания, особенно в крупных индустриальных городах, где многократное превышение нормативов

загрязнения воздушного бассейна стало обычным явлением. Тяжелая обстановка складывается в промышленных центрах и городах, где сосредоточены промышленность и автомобильный транспорт. Только 15% городского населения России живет в нормальной экологической среде. В 84 крупных городах страны с общей численностью населения около 50 млн человек загрязнение воздуха превышает допустимые санитарно-гигиенические нормы в 10 и более раз.

Все это приводит к росту различного рода заболеваний, ослаблению иммунитета, генетическим изменениям. Плохое состояние окружающей среды определяет примерно 20-30% заболеваемости населения и 50% онкологических заболеваний.

Особенно негативно ухудшение экологической ситуации сказывается на детях. По уровню детской смертности Россию можно сравнить со слаборазвитыми странами. По данным медицинских учреждений только 12% выпускников школ могут считаться абсолютно здоровыми. Лишь 10% юношей годны без ограничений к службе в армии. По мнению В.И. Данилова-Данильянца, страна близка к критическому уровню генетической неполноценности, за которым начинается национальная деградация. Низкое качество окружающей среды, алкоголизм привели к резкому увеличению числа детей с различными генетическими отклонениями. Современный уровень рождаемости таких детей достигает 17%. Биологические законы существования живых видов показывают, что генные отклонения у 30% популяции приводят к ее гибели. Очевидно, что если деградация генофонда пойдет такими же темпами, как сейчас, то без преувеличения можно сказать, что сейчас экологическая ситуация в России убивает будущие поколения.

Среди других социальных проблем, порождаемых ухудшением состояния окружающей среды, следует упомянуть национальные и миграционные проблемы. Так, деградация природы в результате массовой добычи нефти и газа, строительства гигантских нефте- и газопроводов в районах Арктики и Сибири привела к утере традиционных мест обитания и занятий (олениводство, охота, рыболовство) для малых народностей Севера. В результате наблюдается люмпенизация, резкое сокращение продолжительности жизни, вымирание 7 из 26 народностей.

Реализация экономических проектов, связанных с крупномасштабными экологическими изменениями, приводит и к резкому усилению мигра-

ционных процессов. В международной практике это явление связано с термином «экологические беженцы». Например, строительство волжского каскада ГЭС привело к затоплению огромного количества городов и населенных пунктов, что сопровождалось выселением 1 млн 200 тыс. человек. Потеря традиционных мест обитания для десятков тысяч людей произошла и в результате Чернобыльской и Аральской катастроф, уже упомянутого разрушения природной среды Севера.

## Выводы

Необходимость смены техногенного типа развития на устойчивый тип во многом определяется теми ограничениями, которые сейчас сложились в экономике. Среди этих ограничений можно выделить три: экологическое, экономическое (инвестиционное) и социальное. Экологические лимиты техногенного развития обусловлены количественным исчерпанием и качественным ухудшением запасов природных ресурсов, загрязнением окружающей среды. Экономическое (инвестиционное) ограничение связано с растущей диспропорцией между затрачиваемыми на использование и добычу природных ресурсов средствами и получаемыми результатами. С каждым годом эксплуатация природных ресурсов требует все больше удельных затрат на единицу продукции. Социальные ограничения техногенного развития определяются ухудшением качества жизни, заболеваемостью населения из-за загрязнения окружающей среды, а также национальными и миграционными проблемами, вызываемыми деградацией окружающей среды.

## Контрольные вопросы

1. В чем суть ограничений техногенного типа экономического развития, обусловленных экологическими факторами?
2. Охарактеризуйте экологические ограничения.
3. Охарактеризуйте экономические (инвестиционные) ограничения.
4. Охарактеризуйте социальные ограничения.

## ГЛАВА 6.

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Существование экологических ограничений на пути техногенного развития российской экономики требуют поиска путей смены «тушикового» типа развития, экологизации экономики, перехода к устойчивому типу развития.

Рассмотрим принципиальные теоретические моменты в экологизации экономического развития. Необходимость анализа эффективности природопользования с позиций конечных экономических результатов, исследования целостной природно-продуктовой системы хорошо показывает реальные границы и объект экономики природопользования как науки. Большинство имеющихся представлений об экономике природопользования являются «суженными», они обычно рассматривают проблемы использования собственно природных ресурсов фактически только на первых этапах природно-продуктовой цепочки, борьбу с загрязнением окружающей среды как следствием экономического развития. Сейчас необходим макроподход, представление экономики природопользования как некой метанауки, в рамках которой необходимо исследовать все народное хозяйство с позиций экологизации экономического развития, снижения нагрузки на окружающую среду. Только разобравшись в сложившихся экономических структурах, особенностях функционирования комплексов, секторов и отраслей можно эффективно решить обостряющиеся экологические проблемы.

Попытки решать экологические проблемы на основе суженных подходов, разрабатывать экологические программы на локальном, а не на макроуровне не всегда эффективны. Можно сравнить нашу экономику с паровозом, который идет по железной дороге и страшно дымит. За ним бежит человек в белой рубашке и пытается сохранить ее чистоту. Так вот, проблема охраны окружающей среды в узком смысле этого слова – это проблема частоты смены рубашек для сохранения видимости их чистоты. С этих позиций лучший выход – поставить мощный фильтр на трубу, чтобы

она меньше дымил. Но такой подход ни в коей мере не улучшит плохую работу двигателя паровоза, огромное потребление им топлива с минимальным КПД, т. е. речь идет о борьбе с последствиями загрязнения и расточительного использования ресурсов. Очевидно, что необходимо забраться в сам двигатель, усовершенствовать или заменить его для того, чтобы он потреблял меньше ресурсов, повысил свой КПД и меньше дымил. Таким образом, в первую очередь необходимо переориентировать всю экономику на макроуровне на экологосбалансированные цели.

В связи с этим нужна и другая иерархия, последовательность в решении экологических проблем. Нужна новая идеология природопользования, принципиально отличные от «природных» подходы. Нецелесообразна следующая последовательность и приоритетность в экологизации экономики и решении экологических проблем:

- 1) альтернативные варианты решения экологических проблем (структурная перестройка экономики, изменение экспортной политики, конверсия);
- 2) развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий, технологические изменения;
- 3) прямые природоохранные мероприятия (строительство различного рода очистных сооружений, фильтров, создание охраняемых территорий, рекультивация и пр.).

## **6.1. Альтернативные варианты решения экологических проблем**

Перечисленные три направления в решении экологических проблем являются основными направлениями экологизации экономического развития, формирования его устойчивого типа. Как это ни парадоксально звучит, сейчас самым экологически и экономически эффективным направлением решения природоохранных проблем является развитие «внеприродных» отраслей и видов деятельности. И в первую очередь необходимо реализовать альтернативные варианты решения экологических проблем, т.е. те варианты, которые непосредственно не связаны с природоэксплуатирующей и природоохранной деятельностью. Непосредственно прямые

природоохранные мероприятия, меры по охране окружающей среды должны реализовываться лишь при невозможности решения экологических проблем при данном технологическом уровне на основе альтернативных вариантов или малоотходных и безотходных технологий.

Существенны различия в трех направлениях экологизации экономики и по уровню охвата. Реализация альтернативных вариантов предусматривает макроэкономический и отраслевой уровни. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии используются в основном на уровне предприятий (группы предприятий) и региональном уровнях. Аналогична сфера реализации и прямых природоохранных мероприятий.

Альтернативные варианты решения экологических проблем представляют собой совокупность таких экономических вариантов, которые базируются на развитии отраслей и видов деятельности, непосредственно не связанных с эксплуатацией природных ресурсов и с охраной окружающей среды. И здесь прежде всего надо отметить огромный потенциал экологического улучшения ситуации за счет радикальной структурной перестройки экономики.

## **Структурная перестройка экономики**

Для осуществления позитивных структурных изменений в экономике необходима разработка эффективной структурной политики. Это система целенаправленно осуществляемых мер по формированию, поддержанию и изменению пропорций в экономике для более эффективного использования всех видов ресурсов. Структурная политика предполагает выделение приоритетов в решении экономических, экологических, социальных, региональных, научно-технических и прочих проблем, и в соответствии с этими приоритетами развитие определенных отраслей и видов деятельности. К средствам реализации структурной политики относятся, прежде всего, инвестиционная политика, система рыночных стимулов (налоги, кредиты, субсидии и пр.), правовое регулирование и т.д.

Суть экологически ориентированного изменения структуры экономики состоит в стабилизации роста и объемов производства природоэксплуатирующих, ресурсодобывающих отраслей при быстром развитии на современной технологической основе всех производств в природно-



продуктовой вертикали, связанных с преобразованием природного вещества и получением на его основе конечного продукта, т.е. речь идет о глобальном перераспределении трудовых, материальных, финансовых ресурсов в народном хозяйстве в пользу ресурсосберегающих, технологически передовых отраслей и видов деятельности. Такая структурная перестройка экономики позволит значительно уменьшить природоемкость производимой продукции и услуг и снизить нагрузку на окружающую среду, сократить общую потребность в природных ресурсах.

Самые скромные оценки показывают, что структурно-технологическая рационализация экономики может позволить высвободить 20-30 % используемых сейчас неэффективно природных ресурсов при увеличении конечных результатов. В стране наблюдается гигантское структурное перепотребление природных ресурсов, что создает мнимые дефициты в энергетике, сельском и лесном хозяйствах и т.д.

Имеющиеся здесь резервы можно проиллюстрировать простой формулой:

$$N_a = N_r + N_s, (6.1)$$

где  $N_a$  – общее потребление природных ресурсов (ресурса);  $N_r$  – рациональное потребление природных ресурсов (ресурса);  $N_s$  – «структурное» потребление (перепотребление) природных ресурсов (ресурса).

Под «рациональным уровнем» потребления природных ресурсов ( $N_r$ ) понимается потребление в условиях рациональных экономических структур, ориентирующихся на конечный результат эффективного использования ресурсов, наличия прогрессивных технологических процессов и пр. «Структурное» перепотребление ресурсов ( $N_s$ ) происходит при нерациональных экономических структурах, диспропорции в развитии природоэксплуатирующих отраслей и обрабатывающих, перерабатывающих отраслей, ориентации на промежуточные результаты, отсталости технической базы, отсутствии стимулов для экономии ресурсов и пр.

С рациональным уровнем потребления природных ресурсов ( $N_r$ ) на микроуровне можно связать используемую в западных странах как в теории, так и на практике концепцию «наилучшей имеющейся технологии» (Best Available Control Technology, Best Available Technology Not Entailing Excessive Cost и т.п.), задающую высокие научно-технические стандарты для используемого оборудования. Так, в США и Англии власти задают та-

кие стандарты путем выбора наиболее совершенной технологии, которая коммерчески приемлема, легко контролируется и имеет разумную цену.

Формулу (6.1) можно использовать как для валовых показателей, так и для удельных, рассчитанных на единицу конечной продукции. В последнем случае имеет место использование показателей природоемкости. Разделим показатели в формуле (6.1) на  $V$  (конечную продукцию) и получим формулу структурной природоемкости (в отличие от стандартного показателя природоемкости):

$$e_a = \frac{N_a}{V} = \frac{N_r}{V} + \frac{N_s}{V} = e_r + e_s, \quad (6.2)$$

где  $e_a$  – общая природоемкость;  $e_r$  – «рациональная» природоемкость;  $e_s$  – «структурная» природоемкость.

Сравнение природоемкости российской экономики и развитых стран по формулам (6.1) и (6.2) дают довольно показательные результаты. Исследования показывают, что структура показателя общего потребления энергетических ресурсов ( $N_a$  в формуле (6.1) или  $e_a$  в формуле (6.2)) состоит на 10-25% из «рационального» потребления  $N_r$  (рациональной энергоёмкости  $e_r$ ) и на 75-90% в «структурного» перепотребления  $N_s$  (структурной энергоёмкости  $e_s$ ).

По затратам лесных ресурсов на 1 т бумаги Россия превосходит развитые страны в 4-6 раз («структурное» перепотребление составляет около 80%).

Рассмотрим более подробно экологические аспекты структурной перестройки народного хозяйства. Всю экономику можно представить в виде своеобразной пирамиды (или торта), разделенной на слои в соответствии с технологическими стадиями продвижения первичного сырья и переработки его в конечные продукты, т.е. слои можно представить и как этапы, стадии в природно-продуктовой вертикали. По мере удаления от основания пирамида сужается – доля отраслей более высокого уровня в валовом национальном продукте уменьшается.

В основании пирамиды находятся природозэксплуатирующие отрасли. Это нижний структурный слой или так называемая первичная экономика. Здесь находятся четыре сектора народного хозяйства: горнодобывающее производство (в том числе добыча всех энергоресурсов), сельское хозяйство, лесная промышленность и рыбное хозяйство.

Во второй слой входят отрасли, обеспечивающие первоначальную переработку природного сырья. Здесь находятся производство металла, электроэнергетики, простейшая деревообработка и т.д. В агрегированном виде сюда можно отнести отрасли черной металлургии, производящие чугун и сталь. В агропромышленном комплексе это отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье, – консервная, мясная, мукомольная промышленность, виноделие и пр.

В третьем слое нашей пирамиды идет дальнейшее углубление обработки продукции, вторичная переработка природного сырья. В металлургии на этих этапах природно-продуктовой цепочки происходят прокат, литье. В агропромышленном комплексе углубление переработки продукции и получение новых товаров связаны с кондитерской, швейной, обувной промышленностью.

В четвертом и более высоких слоях, на дальнейших этапах природно-продуктовой вертикали появляются машиностроение, производство сложных товаров и услуг.

На нижних слоях пирамиды важную роль играют природные ресурсы, первичное сырье и труд относительно низкой квалификации. По мере подъема по слоям, удлинения природно-продуктовых вертикалей эти факторы производства играют все меньшую роль, и на первый план начинают выступать высококвалифицированный труд, научные и технические достижения, высокие технологии, информация. Информация становится решающим фактором для верхних структурных слоев. В современной экономике на самом вершине пирамиды находится производство информации – патентов, лицензий, проектов, всевозможных научных услуг, программного продукта, вообще любых интеллектуальных продуктов, включая управление предприятиями.

Очевидно, что чем уже основание пирамиды-экономики и шире ее вершина – тем лучше. Это означает, что при меньших затратах всех видов ресурсов в нижних слоях, на начальных этапах природно-продуктовой вертикали происходит увеличение производства товаров и услуг в верхних слоях экономики. Процесс сужения основания пирамиды при расширении ее вершины и есть процесс экологизации экономики, когда происходит уменьшение нагрузки на окружающую среду при увеличении обеспеченности высококачественными товарами и услугами. Структура народного хозяйства с большим удельным весом первичной экономики, в виде классической пирамиды с мощным основанием называется индустриальной

структурой. Экономика с высоким уровнем развития более высоких слоев и с относительно небольшим основанием (перевернутая пирамида) имеет постиндустриальную структуру.

Для российской экономики характерна индустриальная структура с мощным и тяжелым основанием. К сожалению, в последние годы происходит «утяжеление» экономики страны, увеличивается основание пирамиды, она «расползается», что отражает рост нагрузки на природу. Тяжелое основание пирамиды давит не только на современную экономическую ситуацию, но и грозит задавить будущие ростки устойчивого развития. Это отражается в росте удельного веса в производстве, инвестициях первичной экономики, природоэксплуатирующих отраслей (прежде всего топливно-энергетического комплекса) при сокращении удельного веса прогрессивных наукоемких отраслей, от которых во многом и зависит переход к устойчивому развитию. При общем спаде промышленного производства с 1991 г. более чем на 50% кризис тяжелее всего сказался на наукоемких и ресурсосберегающих секторах (по некоторым оценкам здесь спад составил до 90%). Этот процесс иногда называют деиндустриализацией экономики (вектор этого процесса противоположен направлению перехода к постиндустриальным структурам). Тем самым важнейшие цели реформ, переход к рынку, ориентированные на создание более эффективной и прогрессивной экономической структуры, оказываются подорванными.

Отражением этой ситуации стало увеличение природоемкости во многих отраслях и по многим видам продукции. В условиях промышленного спада сократилось производство и потребление многих природных ресурсов, уменьшились суммарные выбросы и загрязнения. Однако удельные показатели затрат природных ресурсов и загрязнений в расчете на единицу конечной продукции возросли. В связи с этим достаточно показательным является ухудшение одного из важнейших показателей устойчивого и экологоориентированного развития – рост энергоемкости экономических показателей. Этот показатель для валового национального продукта существенно вырос за последнее время. Это означает, что для достижения конечных результатов в экономике приходится удельно затрачивать значительно больше нефти, газа, угля, электроэнергии, что безусловно ведет к истощению невозобновимых природных ресурсов.

Противоположная динамика энергоемкости сложилась в странах, прошедших структурную энергосберегающую перестройку. За 1970-1990

гг. энергоёмкость промышленной продукции стран – членов Организации экономического сотрудничества и развития уменьшилась в среднем на 35,3%. Некоторые страны практически не увеличили потребление энергии за 20 лет при быстром росте экономических результатов. Например, Дания при общем сокращении потребления энергии по сравнению с 1970 г. увеличила валовый национальный продукт в 1,5 раза.

На рис. 6.1 изображена в общем виде структура и динамика показателя энергоёмкости (формула (6.2)). После начала 70-х гг. («нефтяной кризис») и значительного подорожания нефти развитые страны за счет радикальных технологических и структурных изменений резко снизили энергоёмкость национальных экономик. На рис. 6.1 этому соответствует снижение показателя «рациональной» энергоёмкости ( $e_r$ ). В нашей стране в 70-е и 80-е гг. в условиях дешевизны энергетических ресурсов, торможения научно-технического прогресса такого снижения не произошло, а с началом экономического кризиса 90-х гг., «утяжеления» экономики «структурная» энергоёмкость ( $e_s$ ) значительно увеличилась (см. выше). На рис. 6.1 хорошо видна динамика ухудшения самой структуры общего показателя энергоёмкости ( $e_a$ ): в 90-е гг. удельный вес показателя «рациональной» энергоёмкости ( $e_r$ ) уменьшился при росте «структурной» ( $e_s$ ) энергоёмкости по сравнению с подобным соотношением в 70-80-е гг.

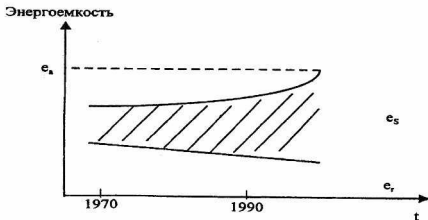


Рис. 6.1 Структура и динамика показателя энергоёмкости  
 $e_a$  - общая энергоёмкость;  $e_r$  - «рациональная» энергоёмкость,  
 $e_s$  - «структурная» энергоёмкость

Таким образом, экономика становится не только «глупее» с деградацией технологически прогрессивных отраслей, но и «грязнее» с увеличением удельного веса природоэксплуатирующих секторов экономики.

О необходимости глубоких структурных изменений в экономике говорит опыт зарубежных стран, где складываются постиндустриальные структуры и за последние десятилетия произошли колоссальные структурные сдвиги в пользу наукоемких и ресурсосберегающих видов деятельности. Здесь характерен пример Японии. В послевоенные годы в этой стране доминировала угольная промышленность. Потом пришел черед форсированного развития нефтяной и газовой энергетики, черной и цветной металлургии, обрабатывающей промышленности – прежде всего различных подотраслей машиностроения и химической промышленности. Однако, как и угольная промышленность, эти отрасли были отодвинуты на второй план следующей структурной волной. С 70-х гг. Япония стала сокращать объемы нефтепереработки, черной и цветной металлургии, энергоемких подотраслей химической промышленности, тяжелого машиностроения. Вместо этих отраслей стали быстро развиваться прогрессивные отрасли, связанные с информатикой, высокими технологиями, электроникой, робототехникой, наукоемкими видами деятельности и т.д. Такие структурные сдвиги привели к огромному сокращению природоемкости японской экономики, ее негативному воздействию на окружающую среду. Конечно, отсутствие собственной природно-сырьевой базы во многом способствовало формированию ресурсосберегающего развития. Однако современные экологические, экономические, социальные реалии в мире и в России делают необходимым скорейшее и эффективное решение экологических проблем вне зависимости от величины имеющегося природного капитала. И здесь природоохранный потенциал структурно-технологических изменений огромен.

Наряду со строительством новых предприятий, закрытием экологически и экономически неэффективных производств, к мерам по структурной перестройке относится и перепрофилирование производства. По своему экологическому эффекту эти меры сопоставимы с новым строительством и часто требуют гораздо меньше затрат.

В России особенно большие резервы природных ресурсов могут быть сэкономлены благодаря структурной перестройке в районах Сибири и Дальнего Востока. Здесь при фантастическом богатстве природы и масштабы первичной экономики положение в более высоких структурных

слоях, на стадиях переработки природного сырья чрезвычайно напряженное. В обрабатывающей промышленности технологии, соответствующие мировому уровню, составляют лишь 6-8 % , в горнодобывающей промышленности – менее 4%. В этих условиях происходят гигантские потери природных ресурсов.

Огромные резервы земельных и водных ресурсов, нефти, газа, угля могут быть высвобождены благодаря структурной перестройке в агропромышленном и топливно-энергетическом комплексах.

Таким образом, экологически ориентированная структурная перестройка должна предусматривать широкомасштабное перераспределение, перелив ресурсов из первичных (прежде всего сельское хозяйство и добывающая промышленность) во вторичные секторы экономики (обрабатывающая промышленность, строительство, транспорт, связь), а затем и в третичные (сферы преимущественно интеллектуальной деятельности и услуг). Существенную роль в таком перераспределении могут сыграть формирующиеся рыночные механизмы.

### **Изменение экспортной политики**

К альтернативным вариантам решения экологических проблем нужно отнести и изменение экспортной политики. В настоящее время неблагоприятное состояние окружающей среды существенно усугубляется природоёмкой, природоразрушающей экспортной политикой. Подавляющая часть экспортного потенциала Российской Федерации приходится на природные ресурсы, причем в основном на невозобновимые. Только на долю топливно-энергетических ресурсов в общем объеме экспорта приходится более 40%. А с учетом значительного вывоза из страны руды, концентратов, металлов, лесоматериалов и продуктов их переработки, удобрений, химических продуктов и другой природоёмкой продукции данная цифра существенно возрастет и составит более 80% всего экспорта (см. табл. 6.1). Чрезвычайно значительны объемы вывозимых природных ресурсов по отношению к объемам их производства. В то же время на долю высокотехнологичной продукции обрабатывающих отраслей (машины и оборудование) приходится менее 10%. Подобная природоёмкая структура экспорта еще более обостряет экологическую обстановку во многих регионах России.

## Товарная структура экспорта в зарубежные страны

Вид продукции	В % от общей суммы экспорта
Машины, оборудование и транспортные средства	8
Минеральные продукты	40
Металлы, драгоценные камни и изделия из них	30
Продукция химической промышленности, каучук	10
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	6
Прочие	6
<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

В настоящее время возможно значительное уменьшение нагрузки на природную среду за счет изменения экспортной политики, снижения природоемкости экспорта. Прежде всего это касается экспортно-импортной политики в области сельскохозяйственной продукции. В настоящее время значительная часть экспортной выручки идет на приобретение продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Удельный вес таких закупок составляет 25-30% ежегодно. Тем самым происходит своеобразный обмен в основном невозобновимых природных ресурсов на легко воспроизводимые сырьевые ресурсы.

В то же время значительная часть сельскохозяйственной продукции и сырья, производимых в стране, теряется – до 30%. С позиций снижения экологической нагрузки и экономической выгоды гораздо эффективнее ликвидировать потери продовольствия, чем расширять добычу топливно-энергетических ресурсов, руд для вынужденного экспорта в целях стабилизации внутреннего рынка продовольствия. Такая добыча требует все возрастающих затрат и приводит к тяжелым экологическим деформациям.

В этих целях необходимо существенно изменить структуру капитальных вложений как в отдельные секторы экономики, так и внутри них. В частности, на основе прямого регулирования и рыночных механизмов требуется стимулировать развитие инфраструктуры и перерабатывающей промышленности в агропромышленном комплексе, что позволит резко уменьшить потери продовольствия. Одним из источников новых инвестиций в аграрный сектор может стать сокращение затрат в топливно-



энергетический комплекс, направляемых на освоение новых труднодоступных месторождений нефти и газа.

Такое ресурсосберегающее изменение структуры народного хозяйства позволит уменьшить объемы экспорта природных ресурсов, их добычи и улучшит экологическую обстановку.

## Конверсия

Окончание «холодной войны» делает возможным проведение в России широкомасштабной конверсии, сокращение производства в оборонном комплексе. Конверсия имеет важное значение для стабилизации экологической ситуации в стране.

Существенную роль в совершенствовании природопользования может сыграть перепрофилирование предприятий оборонного комплекса на экологические нужды. Они могут выпускать экологическую, природоохранную технику и оборудование, создавать новые и увеличивать производство ресурсосберегающих технологий. В оборонных отраслях сосредоточен мощный научно-технический потенциал, высококвалифицированные кадры и передовые технологии. В связи с отсутствием в стране отрасли экологического машиностроения, слабым развитием производств, выпускающих комплексные технологии по улучшению использования природных ресурсов и охране окружающей среды, малоотходные технологии, экологически ориентированная конверсия позволит получить значительный природоохранный эффект.

Для смягчения остроты экологической ситуации во многих районах России целесообразно временно ограничить или остановить наиболее природоемкие предприятия оборонного комплекса, неконкурентоспособные на мировом рынке вооружений и не связанные с производством потребительских товаров или средств производства для них. Оборонный комплекс России потребляет десятки миллионов тонн нефти, угля, различных руд, десятки миллиардов кубических метров газа, огромное количество воды, его объекты занимают миллионы гектаров ценных земель, загрязняют в огромных количествах разными вредными веществами окружающую среду и т.д.

Реальный ущерб для природы гораздо выше, если учитывать косвенные показатели прямого потребления и использования природных ресур-

сов. Если использовать аппарат природно-продуктовых вертикалей, то масштабы вовлекаемых в оборонные отрасли ресурсов существенно возрастут. Например, производство танков, ракет, артиллерии и пр. требует большого количества металла. И здесь большую роль играет железная руда. Однако значительная часть железной руды высокого качества добывается на Курской магнитной аномалии, где расположены лучшие земли России – черноземные. Так как добыча в основном ведется открытым способом, то происходят в огромных масштабах отчуждение и потеря ценнейших сельскохозяйственных угодий. Тем самым наряду с прямым занятием земель объектами оборонного назначения происходит и значительное отчуждение земель, использование которых связано с производством военной продукции.

В этих условиях сокращение производства неконкурентоспособной военной продукции, уменьшение использования природных ресурсов и продукции, полученной на их основе, на оборонные нужды позволят значительно оздоровить экологическую ситуацию, уменьшить пресс на природу.

### **Положительные межсекторальные экстерналии**

Структурная перестройка во всей экономике и в отдельных секторах должна учитывать особенности межсекторальных эффектов. Эта особенность является результатом возможного секторального, отраслевого и продуктового несовпадения результатов мероприятий, имеющих значительный экологический эффект. Реализация в одном секторе программы развития определенных производств и видов деятельности, имеющей целью улучшить экологическую обстановку или даже только некие производственные цели и без экологической ориентации, может позволить существенно снизить экологическую нагрузку в другом комплексе, т. е. имеет место межсекторальный (межотраслевой) экологический эффект. Возникают своеобразные макроэкономические экстерналии. В данном случае в экономике имеют место положительные экстерналии, появляются возможности снижения общественных издержек экологического характера, а также снижения издержек для одного сектора/отрасли благодаря развитию другого сектора/отрасли.

Примером таких положительных межсекторальных экстерналий является развитие аграрного сектора для энергетического сектора (см. изменение экспортной политики). В свою очередь внутри аграрного сектора развитие инфраструктуры и перерабатывающей промышленности позволяет экономить используемые в сельском хозяйстве земельные и водные ресурсы за счет устранения потерь сельскохозяйственной продукции. Имеют место положительные межотраслевые экстерналии.

Существенной особенностью альтернативных вариантов решения экологических проблем является возможное региональное несовпадение территорий, на которых функционируют объекты данного сектора/комплекса, и территорий, где проявляется экологический эффект, положительные экстерналии от развития данного комплекса.

Перечисленные в данной главе альтернативные варианты решения экологических проблем обладают высокой эколого-экономической эффективностью. Конечно, этими вариантами весь круг возможных альтернативных решений не исчерпывается. Сейчас поиск и реализация альтернативных вариантов чрезвычайно актуальны и именно на этом направлении находятся самые большие возможности по смягчению экологической ситуации в России. Однако такой поиск не всегда легок и очевиден. Многие варианты можно найти' на основе межотраслевых балансов или других экономических инструментов. Нахождение некоторых вариантов затруднено в силу нетривиального характера связей между данным производством или видом деятельности и экологических проблем. Такие связи нередко довольно прихотливы и не лежат на поверхности.

Простым примером такой неочевидности может стать вопрос, как уменьшить негативное воздействие на хрупкие экосистемы Тюменской области, где добывается нефть, за счет строительства картофелехранилищ в Нечерноземье. При некоторой парадоксальности вопроса ответ оказывается довольно простым. Сейчас Россия вынуждена закупать огромное количество продовольствия за рубежом, расплачиваясь за это, прежде всего, своими невозобновимыми энергоресурсами. В то же время значительная часть сельскохозяйственного урожая в стране теряется. Тем самым строительство современной системы хранения сельскохозяйственной продукции позволит увеличить продовольственный фонд, а следовательно, сократить и экспорт нефти, и ее добычу.

Таким образом, нахождение и реализация альтернативных вариантов решения экологических проблем можно сравнить в какой-то степени с медицинским искусством акупунктуры. Нужно найти такую экономическую точку, воздействие на которую даст максимальный экологический эффект. Это и есть реализация проверенного экологического принципа «мыслить глобально, действовать локально».

Отдельным является вопрос о механизмах реализации альтернативных вариантов решения экологических проблем.

## **6.2. Развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий, технологические изменения**

Следующим направлением экологизации экономического развития является широкое развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий. Если альтернативные варианты решения экологических проблем связаны в основном с макроуровнем или отраслевым уровнем (комплексы, секторы, отрасли и пр.), то развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий носит скорее региональный характер и связано с экономическим микроуровнем (цех, предприятие, группа разнопрофильных предприятий на одной территории).

В материалах Европейской экономической комиссии ООН и Декларации о малоотходной и безотходной технологии, принятой в 1979 г. на совещании по общеевропейскому сотрудничеству в области охраны окружающей среды, малоотходная и безотходная технология определяется как практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и защитить окружающую среду. Из определения следует, что малоотходная технология решает двудленную задачу: эффективного использования природного сырья и продуктов его переработки, с одной стороны, и охраны окружающей среды от различного рода загрязнений, отходов – с другой.

Цель развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий – создание замкнутых технологических циклов, с полным использованием поступающего сырья, не вырабатывающих отходов, выходящих за их рам-

ки. Это попытка воспроизвести природные циклы, так как биосфера является закрытой системой, где все элементы взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Современная техногенная экономика является открытой системой, где получение относительно небольшого конечного продукта требует огромных затрат ресурсов и сопровождается большими отходами. По отношению к общему объему отчуждаемого природного вещества сейчас конечный продукт составляет всего 2-4%, а остальная часть идет в отходы (пустая порода, шлаки, стоки и т.д.).

Человечество знает относительно замкнутые экономические системы. Это сельское хозяйство, а точнее – натуральное сельское хозяйство, где количество отходов минимально. Система «земледелие – животноводство» утилизирует отходы внутри себя: земледелие дает животноводству корма, а также отходы переработки зерна, подсолнуха, сахарной свеклы и других культур; в свою очередь животноводство обеспечивает земледелие чрезвычайно полезными для плодородия органическими удобрениями. В результате создавался более или менее замкнутый кругооборот веществ.

Поэтапная трансформация традиционных технологий в малоотходные и ресурсосберегающие позволит постепенно перейти от открытых производственных систем со свободным входом ресурсов и выходом отходов к полуоткрытым с частичным использованием извлекаемых материалов и очисткой отходов, а затем и к системам закрытого типа с полной переработкой и утилизацией всех поступающих ресурсов и отходов и прекращением загрязнения последними окружающей среды. Такая трансформация меняет сам технологический принцип. Сейчас в большинстве технологий происходит борьба с загрязнениями и отходами практически уже на последнем технологическом этапе: фильтры, очистные сооружения и пр. (прямые природоохранные мероприятия). В английском языке такие технологии образно называют «технологиями конца трубы» (end-of-pipe technology). В отличие от них малоотходные технологии создают новые циклы, связи внутри самого технологического процесса.

Решающее значение для подобной технологической трансформации имеет научно-технический прогресс. Только на основе его достижений можно обеспечить переход от традиционных ресурсоемких технологий к ресурсосберегающим малоотходным и безотходным технологиям.

Постепенный переход к комплексам малоотходного и ресурсосберегающего производства, «комплексирование производства» позволяет зна-

чительно снизить нагрузку на окружающую среду, особенно на региональном уровне. Современные технологии, заменяя устаревшие и природоёмкие, дают возможность существенно уменьшить количество разрабатываемых месторождений, сохранить для будущих поколений запасы исчерпаемых, невозобновимых природных ресурсов. О гигантском потенциале малоотходных технологий говорят такие цифры. Сейчас из-за несовершенства технологий добычи в земле остается до 70% нефти, 30% угля, 20% железной руды и т.д. (см. гл. 2 и 3).

Перспективным подходом к формированию малоотходных систем производства могут стать территориально-производственные комплексы с их широкими возможностями по обмену сопряженной продукцией и отходами, замкнутостью отдельных производственных циклов. В настоящее время на территории России перспективны в этом отношении несколько таких комплексов. Среди крупнейших из них – Урало-Кузнецкий, Канско-Ачинский, базирующийся на крупнейших запасах бурых углей, Западно-Сибирский, основой которого является нефтегазовая промышленность Тюмени, и др.

В русле этого направления находятся и меры по реконструкции предприятий. Замена устаревшего в физическом и моральном планах оборудования на новое – более прогрессивное оборудование позволяет получить существенную экономию многих видов ресурсов, инвестиций, повысить качество продукции и т.д.

### **6.3. Прямые природоохранные мероприятия**

Традиционным способом охраны окружающей среды являются ПРЯМЫЕ природоохранные мероприятия. Они стали практически первым ответом на деградацию природы в результате техногенного развития экономики. Экспансия промышленности и сельского хозяйства на природу породила желание защититься путем строительства различного рода очистных сооружений, фильтров, «отгородить» экосистемы от техносферы за счет создания охраняемых природных территорий, совершенствовать систему захоронения и складирования отходов, восстанавливать нарушенные земли путем рекультивации и т.д. В настоящее время этим мероприятиям уделяется основное внимание в различных программах и планах по охране

окружающей среды практически во всем мире. Но, как уже отмечалось, все это – попытки бороться со следствиями техногенного развития, а нужно ликвидировать причины.

Тем не менее и сейчас, и в дальнейшем роль прямых природоохран-ных мероприятий будет достаточно велика. Речь должна идти о разумном синтезе всех мероприятий в рамках трех направлений формирования ус-тойчивого эколого-экономического развития. К сожалению, современный технологический уровень не позволяет ликвидировать негативные эколо-гические последствия от развития производства только на базе альтерна-тивных вариантов или малоотходных технологий. В этом случае еще до-вольно долго придется охранять окружающую среду традиционными за-щитными средствами природоохранных мероприятий.

Существенен здесь и фактор времени. Структурная перестройка, за-мена технологий требует довольно продолжительного периода времени и больших инвестиций. В условиях острой локальной экологической ситуа-ции, массового ухудшения здоровья населения, деградации природных объектов и пр. необходимы срочные меры для проведения прямых приро-доохранных мероприятий.

Среди прямых природоохранных мероприятий можно выделить и практически «вечные». Так, проблема сохранения биоразнообразия, свя-занная с исчезновением многих видов животных и растений, существова-ние эндемиков (видов живущих только в определенной местности) делает необходимым широкое развитие охраняемых территорий – заповедников, национальных парков и т.д. Только таким образом сейчас можно спасти быстро исчезающие многие виды животных и растений. И здесь России с ее уникальными природными комплексами предстоит еще много сделать.

Тем не менее ограниченность в экономике ресурсов, инвестиций дела-ет необходимым выбор тех или иных приоритетов в эколого-экономи-ческой политике. Наиболее распространенным требованием сейчас являет-ся требование резкого увеличения затрат на охрану природы. При этом часто идут сравнения о доли таких средств в общей сумме инвестиций в экономику, валовом национальном продукте и т.д. Но при этом под затра-тами на охрану природы подразумеваются только затраты в прямые при-родоохранные мероприятия. Однако это, как следует из сказанного, некор-ректный подход. Что считать затратами на охрану природы? Прежде всего следует использовать капитальные вложения на структурную перестройку,

развитие малоотходных технологий, и лишь затем во вторую очередь – на прямые природоохранные мероприятия.

При таком подходе во многом теряет смысл и вопрос о величине требуемых инвестиций на охрану природы. Инвестируя ресурсосберегающую структурную перестройку экономики, добиваясь ее экологизации, устойчивости и сокращения природоемкости, тем самым мы минимизируем затраты на ликвидацию негативных экологических последствий техногенного экономического развития.

## **Выводы**

В природопользовании требуется новая идеология, базирующаяся на отличных от узкоприродных подходах. В связи с этим нужна и другая иерархия, последовательность в решении экологических проблем. Целесообразны следующая последовательность и приоритетность в экологизации экономики:

- альтернативные варианты решения экологических проблем;
- развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий, технологические изменения;
- прямые природоохранные мероприятия.

Важными чертами новой идеологии должны стать интегральный подход к экономике и экологии, анализ единой природно-продуктовой системы. Необходим макроподход при разработке и реализации эколого-экономической политики. Важно осознать, что экономия природных ресурсов может осуществляться на всех этапах природно-продуктовой вертикали (цепочки), связывающей первичные природные ресурсы с конечной продукцией.

Сейчас самыми экологически и экономически эффективными направлениями решения экологических проблем являются форсированное развитие и упорядочение «внеприродных» отраслей и видов деятельности, т.е. альтернативные варианты. Здесь можно выделить структурную перестройку экономики. Она позволяет резко уменьшить общее потребление природных ресурсов за счет сокращения их структурного «перепотребления».

Инвестиции в альтернативные варианты решения экологических проблем могут дать гораздо больший экологический эффект по сравнению с за-



тратами собственно на охрану природы, т. е. экологическая ситуация может улучшаться и при сохранении/уменьшении затрат на охрану природы.

В целом реальная экологизация экономического развития, переход от техногенного типа развития к устойчивому позволят сэкономить и высвободить из производственного процесса огромное количество природных ресурсов, уменьшить загрязнение и отходы при увеличении конечных результатов.

## Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте основные направления экологизации экономики.
2. В чем суть альтернативных методов решения экологических проблем?
3. Какова роль структурной перестройки экономики в решении экологических проблем?
4. Приведите формулу общего потребления природных ресурсов.
5. Приведите формулу показателя структурной природоёмкости.
6. Что такое индустриальная и постиндустриальная структуры экономики?
7. Как связаны экологические проблемы с экспортной политикой?
8. Каковы возможности конверсии для охраны окружающей среды?
9. В чем суть положительных межсекторальных экстерналий?
10. Что понимается под малоотходными технологиями?
11. Охарактеризуйте значение и место прямых природоохранных мероприятий в экологизации экономики.
12. В чем состоит проблема определения затрат на охрану природы?

## ГЛАВА 7.

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

В настоящее время острота и необходимость решения экологических проблем, все в большей степени начинающих носить глобальный характер, осознаны практически во всех странах мира. Их универсальность и взаимобусловленность позволяют выработать общие предложения и меры, независимо от географического расположения стран и уровня их экономического развития. Вместе с тем различные страны мира имеют далеко не одинаковые возможности осуществления программ оздоровления окружающей среды. Здесь также важны международное сотрудничество и помощь мирового сообщества.

Международные аспекты природоохраны включают в себя обмен опытом реализации национальных программ природопользования, создание и функционирование межгосударственных программ и соглашений, учреждение международных органов или организаций по контролю за состоянием природной среды и выполнению принятых соглашений.

#### **7.1. Национальные экологические программы**

В настоящее время практически во всех развитых странах мира разработаны, приняты и действуют национальные программы охраны окружающей среды. Вначале реализация этих программ была направлена в первую очередь на ликвидацию последствий накопленного загрязнения, а меры, предусмотренные в них, касались прежде всего негативных итогов производственной деятельности и почти не касались первопричин деградации окружающей среды. Ограниченность такого подхода очевидна, однако в первое время он был оправдан, так как в ряде случаев приходилось срочно спасать нарушенные прошлой деятельностью экосистемы. Сейчас акцент делается на другом. Во многих странах приняты комплексные программы природопользования по всей природно-продуктовой цепочке и по всем средам, подкрепленные соответствующими диверсифицированными

законодательствами. В них закреплена сильная роль государства по регулированию природосберегающей деятельности, определены права и обязанности природопользователей.

Государственное вмешательство в природопользование в развитых странах имеет довольно ощутимый характер. Созданы иерархические системы управления, в которых выделяются цели природоохранной политики, ее объекты (воздушный бассейн, водные системы, земельные ресурсы, леса и др.), а также уровни осуществления (общегосударственный, местный). Разработан инструментарий, включающий мониторинг окружающей среды, управление процессами, финансирование и стимулирование природоохранной деятельности.

В последние годы прослеживается тенденция увеличения количества органов государственного управления, включая отраслевые министерства, ответственные за состояние окружающей среды на «своем участке», и расширения их функций в этой области. С другой стороны, практически во всех развитых странах появились центральные органы, осуществляющие руководство природоохранной политикой в национальном масштабе. В Японии это Управление по охране окружающей среды, во Франции – соответствующее министерство, в США – федеральное Агентство по охране окружающей среды, имеющее свои отделения в ряде штатов.

В 1969г. в США был принят Акт о национальной политике в области окружающей среды (National Environmental Policy Act), в соответствии с которым были созданы Агентство по охране окружающей среды и Совет по ее качеству при Президенте. Ныне основные подразделения федеральных органов, отвечающих за природопользование, выглядят следующим образом: Агентство подчиняется непосредственно президенту, контактирует с Госдепартаментом и Министерством здравоохранения. Под контролем Агентства Министерства сельского хозяйства (лесные ресурсы, почва), энергетики (энергетическая политика), транспорта (шумы, нефтяное загрязнение, дороги), обороны (разрешение на вскрышные работы, контроль за загрязнением военных объектов).

Несмотря на различия в методах государственного регулирования природоохраны, общее здесь состоит в том, что государство устанавливает цели природоохранной политики, определяет ее приоритеты и разрабатывает нормы взаимоотношений с (между) природопользователями, т.е. те правила игры, которые называются хозяйственным механизмом. Сам же

этот механизм функционирует на рыночной основе с элементами мер принуждения как экономического, так и неэкономического характера.

В основу проведения экологической политики и ее финансирования в большинстве развитых стран был положен принцип нормативного качественного состояния окружающей среды, который достигается путем установления стандартов на загрязнение различного рода. Переход к этим стандартам обеспечивается соответствующей налоговой политикой, носящей как карательный, так и щадящий, стимулирующий характер, использованием дотаций, льготного кредитования, введением в практику систем торговли загрязнениями или платежей за их нормативный и сверхнормативный уровни, штрафы. К числу внеэкономических рычагов можно отнести прямые запреты на производство, административные решения по закрытию предприятий, а также привлечение к уголовной ответственности. К примеру. Агентство по охране окружающей среды США, отвечая за проведение в жизнь природоохранных законов, имеет полномочия возбуждать дела на любого гражданина или компанию и устанавливать срок тюремного заключения за уголовно наказуемые загрязнения.

Переход к более активной политике охраны окружающей среды характерен в настоящее время для развивающихся стран, где деградация природных экосистем вызывается не столько ростом объемов производства, сколько отсталостью техники и технологий, функционированием большого количества «грязных» производств в условиях перенаселения.

Во многих развивающихся странах разработано законодательство, учреждены государственные органы по охране окружающей среды, стали создаваться программы сохранения экосистем, повышения их биопродуктивности, разрабатываются стандарты и нормы загрязнения. Для стран «третьего мира» очень важен опыт развитых стран, в частности, для внедрения ресурсосберегающих, безотходных технологий, повышения продуктивности аграрной сферы и эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. Этот опыт позволяет избежать ошибок индустриального общества, решить многие проблемы окружающей среды в увязке с задачами их общего социально-экономического развития, а иногда и выживания в прямом смысле этого слова.

В странах с переходной экономикой (центральной и восточной Европы, Россия, СНГ) некоторый опыт в природоохранной деятельности был накоплен еще в период планового, централизованного хозяйствования. В

период 70-80-х гг. в разработан и принят целый ряд природоохранных законов, создана система государственного управления природопользованием, осуществлен экологический мониторинг (сеть контрольных пунктов, регистрирующих состояние атмосферы и водоемов), стали создаваться инструменты экономического воздействия на природопользователей (налоги, дотации, штрафы, льготы), экологические фонды. В целом ряде стран была хорошо поставлена работа по утилизации и рециклированию отходов бытового и промышленного характера.

В настоящее время важно сохранить все положительное из этого опыта, имея в виду то обстоятельство, что в течение ближайших лет страны с переходной экономикой будут испытывать серьезные ограничения в средствах, которые можно было бы использовать для прямых природоохранных мероприятий. В условиях сложного социально-экономического положения всегда будет существовать соблазн экономии на природозащитных затратах.

Вместе с тем переход к рыночной экономике может не только улучшить экономическое состояние стран, но и изменить к лучшему экологическую ситуацию. Во-первых, это связано с необходимостью структурной перестройки, ликвидацией целого ряда неэффективных производств в «тяжелом» секторе хозяйства и прекращением растраты ресурсов, характерной для централизованной (затратной, экстенсивной) экономики; во-вторых, – с прекращением доступа предприятий к государственным финансам, прекращением субсидирования ресурсов, в первую очередь – энергетических. Это позволит снизить уровень ресурсопотребления, в частности, энергоемкость; в-третьих, – с признанием истинной стоимости капитала. Помимо прекращения расточительности в использовании сырьевых ресурсов, это приведет к необходимости непрерывного процесса замены оборудования на действующих предприятиях в противовес новому строительству и консервации старых технологий; в-четвертых, – с приватизацией, позволяющей снять, бремя экологических затрат с государства.

В последние годы объем вредных выбросов в странах с переходной экономикой сокращался. Однако связано это было в первую очередь с падением производства в условиях реформирования экономики. Поэтому важно в настоящее время принять такие меры в области природоохраны, которые смогли бы поддержать эту тенденцию после выхода из кризиса той или иной страны.

## **7.2. Международные экологические организации.**

### **Программы международного экологического сотрудничества**

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды насчитывает пока лишь 25-летнюю историю. К началу 70-х гг. стало достаточно очевидно, что в отношениях общества и природы возникли проблемы, несущие глобальную угрозу человечеству вследствие необратимых изменений в биосфере планеты. Задача сохранения среды обитания человека стала носить таким образом интернациональный характер.

Проблема окружающей среды в ее современной интерпретации получила распространение начиная со времени Стокгольмской конференции (1972 г.). В соответствии с ее решениями в ООН был создан самостоятельный орган, на который было возложено международное сотрудничество в данной области в мировом масштабе. Этот орган получил название Программа ООН по окружающей среде – ЮНЕП (United Nations Environment Programme). Действует он на постоянной основе со штаб-квартирой в Найроби (Кения).

Руководящим органом ЮНЕП является Совет управляющих, избираемый Генеральной Ассамблеей ООН на четырехлетний срок. На этот Совет возложены функции осуществления содействия международному сотрудничеству в охране окружающей среды, представление рекомендаций по проведению соответствующей политики, осуществление руководства и координации природоохранных программ, постоянное наблюдение за состоянием окружающей среды в мире, содействие международным сообществам в накоплении и оценке знаний и информации об окружающей среде.

В связи с тем, что охрана окружающей среды является многослойной, комплексной проблемой, в дополнение к деятельности ЮНЕП отдельными ее аспектами занимаются следующие специализированные организации под эгидой ООН, имеющие статус автономных:

ЮНЕСКО (United Nations Education, Scientific and Cultural Organization) выполняет работу по программе «Человек и биосфера», проводит исследования социально-экономических факторов развития и взаимосвязи между человеком и средой;

ФАО (Food and Agricultural Organization of the United Nations) имеет своей целью улучшение производства и переработки сельскохозяйственной продукции, лесоводства и рыболовства, содействует инвестициям в агросферу, рациональному использованию почвы и водных ресурсов, удобрений и пестицидов, освоению новых и возобновимых источников энергии;

ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения – World Health Organization) имеет, помимо прочего, задачу содействовать экологической безопасности, включая безопасное водообеспечение, питание и удаление отходов;

ЮНИДО (United Nations Industrial Development Organization) содействует промышленному развитию и установлению нового международного экономического порядка;

МАГАТЕ (International Atomic ENERGY AGENCY) разрабатывает нормы безопасности и защиты от радиации, включая безопасную транспортировку радиоактивных материалов и утилизацию отходов.

Все более важную роль в решении глобальных экологических проблем играет такая международная организация, как Глобальный Экологический Фонд (ГЭФ) (The Global Environment Facility). Созданный в начале 90-х гг. этот фонд предназначен помогать, в основном, развивающимся странам для решения таких экологических проблем, которые имеют планетарный характер. В деятельности ГЭФ участвуют три международные структуры: Программа ООН по развитию (the United Nations Development Programme), Программа ООН по окружающей среде (the United Nations Environmental Programme) и Всемирный Банк (World Bank). В качестве первоочередных направлений для финансирования выделены четыре: глобальное потепление климата, загрязнение международных вод, уменьшение биоразнообразия и истощение озонового слоя.

Все указанные выше организации являются самостоятельными, созданными на основе межправительственных соглашений и обладающими широкими международными полномочиями. Кроме них вопросами охраны окружающей среды по отдельным аспектам так или иначе занимаются и другие организации, функционирующие как в составе, так и под эгидой ООН.

Региональные экологические проблемы находят отражение в деятельности комиссий, изучающих социально-экономическое положение в раз-

личных частях мира, вырабатывающих рекомендации для правительств и принимающих участие в реализации проектов. Такие комиссии существуют для Азиатского и Тихоокеанского регионов (ЭСКАТО), для Латинской Америки (ЭКЛАК), для Европы (ЕЭК – Economic Commissions for Europe), в рамках которых существуют Комитеты по экологической политике.

Все вышеуказанные органы и организации ООН тесно взаимодействуют с многочисленными межправительственными и неправительственными образованиями. К последним можно отнести Международный союз охраны природы и природных ресурсов. Международную федерацию по защите животных и др.

Импульсы в постановке глобальных эколого-экономических проблем и разработке направлений их решения придают международные конференции по охране природы. Точкой отсчета в этой деятельности, как уже говорилось, следует считать Стокгольмскую конференцию (1972 г.), день открытия которой – 5 июня – был впоследствии объявлен всемирным днем окружающей среды. С тех пор подобные конференции проводятся каждые 5 лет.

Конференция провозгласила ряд важных принципов и подходов к природопользованию в их современном понимании. В частности, было подчеркнуто, что национальные власти должны стремиться содействовать интернационализации, «замыканию» экологических издержек и использованию экологических средств, принимая во внимание подход, согласно которому загрязнитель должен покрывать издержки, связанные с загрязнением. Для достижения устойчивого развития и более высокого качества жизни государства должны ограничить и ликвидировать нежизнеспособные модели производства и потребления.

Важную роль играют также конференции, носящие региональный характер. В 1995 г. в рамках процесса «Окружающая среда для Европы» была проведена Общеевропейская конференция министров соответствующих министерств, на которой была принята «Экологическая программа для Европы».

В 1983 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла решение о подготовке прогноза – «Доклада о глобальных перспективах в области охраны окружающей среды до 2000 г. и на последующий период». В 1987 г. подготовленный специальной комиссией (комиссия Брунтланд) доклад был одобрен. В нем впервые были сформулированы идеи, составляющие основу кон-



цепции устойчивого социально-экономического развития. Было предложено разработать Декларацию по охране окружающей среды, которая регулировала бы поведение государств при переходе к долговременным стратегиям развития.

В последние годы получили широкое распространение такие формы международного сотрудничества, как конвенции, много- или двухсторонние договоры, соглашения, резолюции, программы. Их заключение означает принятие странами обязательств по тем или иным аспектам природоохранной деятельности.

Указанные выше конвенции предусматривают применение вполне конкретных мер по достижению установленных целей и параметров. Так, например, в Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха ставятся задачи по снижению к определенному времени выбросов серы, окислов азота в установленных объемах, а в последние годы – по ограничению выбросов стойких органических соединений и тяжелых металлов. В 1996-1997 гг. эта Конвенция дополнена соглашениями о трансграничном воздействии промышленных аварий, об охране и использовании трансграничных водных путей и международных озер, об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте.

В принципе, похожие цели имеют и международные программы по охране окружающей среды, разрабатываемые как в рамках Конвенций и соглашений, так и вне их.

В 1993 г. принята Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы (Environment Action Programme for Central and Eastern Europe) в качестве основы для действий национальных правительств. Комиссии Европейского сообщества, международных организаций и частных инвесторов, действующих в регионе.

В основу стратегии, содержащейся в Программе, положен подход из трех составляющих: реформы политики, укрепление институциональной структуры и инвестиций. Программа действий охватывает весь спектр мероприятий, которые должны быть проведены для реализации стратегического подхода. Главное внимание уделяется первоочередным действиям, однако при условии, что они согласуются с решением долгосрочных эколого-экономических и социальных проблем.

Основные выводы и рекомендации, изложенные в Программе действий, состоят в следующем.

У стран имеется множество возможностей осуществления политики и инвестирования проектов, которые могут принести как экономические, так и экологические результаты. «Беспроигрышная» политика включает отказ от субсидий, стимулирующих неограниченное использование ископаемого топлива и воды в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве, включает инвестиции в энергетику и сохранение водных ресурсов, низкозатратные и малоотходные технологии и расходы на «рациональное ведение промышленного хозяйства».

Экологические приоритеты должны основываться на тщательном анализе затрат и выгод. Ресурсы, имеющиеся в наличии в странах Центральной и Восточной Европы для улучшения состояния окружающей среды, будут крайне ограничены, по крайней мере в течение следующих 5-10 лет. Важнейшим условием является то, что ограниченные ресурсы должны использоваться в первую очередь для решения неотложных проблем.

Следует использовать рыночные механизмы для контроля загрязнения там, где это возможно. Инструменты рыночного типа, такие, как плата за загрязнение, налоги на топливо и схемы возмещения залогов могут помочь в достижении желаемого состояния окружающей среды при гораздо более низких затратах, чем в случае применения традиционных подходов в области регулирования. Меры регулирования потребуются, однако, для контрольных выбросов микрозагрязнителей, таких, как тяжелые металлы, в особенности свинец, и токсичные химические вещества.

В первую очередь страны должны сосредоточить внимание на локальных проблемах. Многие люди страдают от ущерба, наносимого их здоровью воздействием содержащегося в атмосфере и почве свинца, пыли и двуокиси серы в воздухе, нитратов в питьевой воде, а также от загрязняющих веществ в воде и пище. Решение этих проблем принесет наибольшие выгоды для здравоохранения и благосостояния людей. Меры, направленные на уменьшение выбросов загрязняющих веществ в локальном масштабе, должны также внести свой вклад в снижение трансграничных и глобальных выбросов.

Стандарты должны быть реалистичными и выполнимыми. Странам необходимо внедрить более жесткие стандарты за период в 10-20 лет и обеспечить соблюдение промышленными производствами промежуточных стандартов. Местное население должно вовлекаться в определение приоритетов и выполнение решений. Ни правительства, ни организации-

доноры не в состоянии судить о том, как местное население оценивает свою окружающую среду. Подход, основанный на таком участии, является важнейшим условием для долгосрочной устойчивости улучшения состояния окружающей среды.

Необходимо решить вопрос об ответственности за нанесение экологического ущерба в прошлом. Неопределенность в том, кто будет нести ответственность за экологический ущерб, нанесенный в прошлом, может затруднить осуществление иностранных и национальных инвестиций и помешать процессу приватизации. В практических целях правительствам придется нести основное бремя расходов, связанных с загрязнением в прошлом. Правительствам необходимо четко определить экологические стандарты, которые следует соблюдать новым владельцам предприятий, а также период времени, который будет предоставлен для перехода к новым условиям работы.

Странам-донорам следует рассмотреть вопрос о выделении финансовых средств для ускорения снижения выбросов трансграничного и глобального характера в странах Центральной и Восточной Европы. Подобное финансирование будет наиболее уместно там, где предельные затраты на снижение выбросов в Центральной и Восточной Европе ниже, чем в других местах. Сведение к минимуму чистых затрат, связанных с выполнением требований международных соглашений, находится в сфере интересов отдельных стран и Европы в целом. В случае, если чистые затраты на снижение трансграничных потоков загрязняющих веществ сокращаются, страны смогут позволить себе действовать на более ранних этапах или поставить более жесткие задачи.

Для помощи директивным органам в установлении разумных приоритетов необходимо расширение исследований, подготовки кадров и обмена информацией. Исследования должны концентрироваться на состоянии окружающей среды конкретных районов Центральной и Восточной Европы. Гораздо больше информации потребуется также о низкозатратных способах снижения выбросов веществ, загрязняющих атмосферу и водные объекты, которые поступают от предприятий цветной металлургии, заводов по выплавке чугуна и стали, химических предприятий, предприятий целлюлозной промышленности, сооружений по очистке сточных вод, а также способах сохранения биологического разнообразия.

Создание партнерских отношений будет необходимо для поиска, выполнения и финансирования решений. Передача ноу-хау и чистых технологий потребует тесного сотрудничества между Востоком и Западом, между странами Центральной и Восточной Европы, а также внутри самих стран между городами, организациями и предприятиями.

Важным аспектом международного сотрудничества является возможность оказания в его рамках финансовой помощи со стороны ряда международных организаций национальным правительствам для реализации эколого-экономических программ. Эта помощь представляется, как правило, в виде займов или кредитов. Среди специализированных учреждений, оказывающих подобную помощь, можно выделить Международный банк реконструкции и развития (International Bank for Reconstruction and Development, World Bank), Международный валютный фонд (International Monetary Fund), Международный фонд сельскохозяйственного развития (International Fond for Agricultural Development), Фонд ЮНЕП и др.

В последние годы Россия принимает активное участие практически во всех формах международного сотрудничества в области природоохраны. Принципы этого сотрудничества изложены в действующем законодательстве РФ. В соответствии с ними, Россия исходит в своей политике из необходимости обеспечения всеобщей экологической безопасности и развития международного природоохранного сотрудничества в интересах настоящего и будущих поколений и руководствуется при этом следующим:

- каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях;
- каждое государство имеет право на использование природной среды и природных ресурсов для целей развития и обеспечения нужд своих граждан;
- экологическое благополучие одного государства не может обеспечиваться за счет других государств или без учета их интересов;
- хозяйственная деятельность, осуществляемая на территории государства, не должна наносить ущерб природной среде как в пределах, так и за пределами его юрисдикции;
- недопустимы любые виды хозяйственной деятельности, экологические последствия которой непредсказуемы;
- должен быть установлен контроль на глобальном, региональном и национальном уровнях за состоянием и изменениями окружающей среды и

природных ресурсов на основе международно признанных критериев и параметров; должен быть обеспечен свободный международный обмен научно-технической информацией по проблемам окружающей среды и природосберегающих технологий;

- государства должны оказывать друг другу помощь в чрезвычайных экологических ситуациях.

Все эти принципы соответствуют и перекликаются с принципами поведения государств по отношению к природной среде, изложенными во Всемирной хартии природы, принятой Генеральной Ассамблеей ООН.

Выгодной формой международного сотрудничества являются двусторонние связи. Они осуществляются либо в рамках принятых Межправительственных Соглашений в области охраны окружающей среды – у России такие Соглашения заключены с Великобританией, Германией, США, Францией, Финляндией и рядом других стран – либо на иной основе. Как правило, двусторонние договоренности предусматривают реализацию конкретных целей или проектов, привязанных к конкретным регионам, с выделением соответствующего финансирования с обеих сторон или оказания помощи. Проекты, реализуемые совместно, – многообразны. В качестве примеров можно привести реконструкцию Мурманского завода по переработке жидких низкоактивных отходов (США, Норвегия), реализацию проектов «Интегрированный контроль загрязнений» и «Стратегия управления отходами» (Британский экологический фонд «Know-how»), «Организация ландшафтного планирования в Байкальском регионе» (Германия), создание новых природных заповедников и биологических станций (Нидерланды) и др.

## Выводы

Международное сотрудничество в области природопользования за последние 20 лет претерпело существенные изменения. Прежде всего они касаются расширения географии, втягивания в этот процесс новых регионов и стран, изменения форм и методов взаимодействия, перехода от договоренностей по охране или воспроизводству отдельных видов ресурсов к постановке глобальных задач. В основе этих тенденций лежит понимание всемирного характера эколого-экономических проблем, обостряющихся в современных условиях, а также осознание того факта, что решаться эти

проблемы могут только совместными усилиями. Развитие международного сотрудничества в деле природоохраны облегчает универсальность многих аспектов природопользования и выработку общих принципов действия для достижения желаемых целей. Переход к устойчивому развитию – глобальный, мировой процесс, и все государства должны двигаться к нему едиными усилиями и общим путем.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем состоит суть изменений в международном сотрудничестве в области природопользования в последние годы?
2. Назовите основные принципы международного сотрудничества в охране окружающей среды.
3. Какие международные органы координируют природоохранную деятельность?
4. Какие международные органы финансируют природоохранную деятельность?
5. В чем состоят преимущества международного сотрудничества в природопользовании для России?

## Список рекомендуемой литературы

1. Анисимов А.В. Прикладная экология и экономика природопользования: учебник для вузов. – М.: Феникс, 2007. – 317 с.
2. Боголюбов С.А. Экологическое право: учебник для бакалавров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2012.
3. Голубева Т.А. Основы экологии и экономика природопользования. – М.: ИВЦ Минфина, 2010. – 248 с.
4. Гродский В.С. Метаэкономика – теория технологических и институциональных изменений в эволюции общественного производства: учебное пособие. – Самара: ООО «Книга», 2010. – 128 с.
5. Гродский В.С. Экономика: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2013. – 222 с. – (Высшее образование).
6. Ерофеев Б.В. Экологическое право России: учебник. – М.: Эксмо, 2011. – 528 с.
7. Зубаков В.М., Камалтдинова Р.М. Экономическая политика общего благосостояния в системе рыночных отношений. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 201 с.
8. Иванов В.П. Основы экологии: учебник. – М.: СпецЛит, 2010. – 272 с.
9. Казакова Н.А. Экономический анализ: учебник. – М.: Инфра-М, 2011. – 343 с. – (Высшее образование).
10. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / А.И. Алексеева [и др.]. – М.: КноРус, 2011. – 718 с.
11. Орехов А.М. Методы экономических исследований: учебное пособие. – 2-е изд. М.: Инфра-М, 2013. – 344 с. – (Высшее образование).
12. Орехова Е.А. Экономическое развитие национального хозяйства в современных условиях: монография. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2007. – 288 с.
13. Сергиенко О.И. Экономика природопользования. – М.: Феникс, 2004. – 320 с. – (Высшее образование).
14. Современные проблемы управления: межвузовский сборник научных статей / под ред. В.Б. Тасеева. – Самара: Глагол, 2009. – 198 с.
15. Современные проблемы управления: межвузовский сборник научных статей / под ред. В.Б. Тасеева. – Самара: Глагол, 2010. Вып. 2. – 232 с.
16. Сорочайкин А.Н. Homo economicus: антропологические предпосылки и эпистемологические допущения экономических теорий: монография. – Самара: Офорт, 2009. – 352 с.

17. Тюкавкин Н.М., Сорочайкин А.Н. Маркетинг: учебное пособие. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2012. – 88 с.
18. Тюкавкин Н.М., Сорочайкин А.Н. Экономический анализ: учебное пособие для бакалавров. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2012. – 136 с.
19. ФЗ «Об охране окружающей среды». – М.:Омега-Л, 2011. – 64 с.
20. Фомичева Е.В. Экономика природопользования: учебное пособие. – М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2003. – 208 с.
21. Холина В.Н. Основы экономики природопользования: учебник для ВУЗов. – СПб: Питер, 2005. – 672 с.
22. Шимова О.С. Основы экологии и экономика природопользования: учебник. – Минск: БГЭУ, 2010. – 454.
23. Шумак В.В. Основы экологии и экономика природопользования: практикум. – М.: Дикта, 2012. – 92 с.
24. Чебышев Н. Основы экологии: учебное пособие. – М.: Новая волна, 2010. – 336 с.
25. Чуев И., Чуева Л. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебник для вузов. – 3 изд. – М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2012. – 384 с.
26. Экологическое право: конспект лекций / Кичигин Н.В. [и др.]. – М.: Ролспект, 2010. – 224 с.
27. Экономика и управление в XXI веке. Т. 1. Управление социально-экономическими системами, комплексами и интеграционными образованиями в современных условиях / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Глагол, 2011. – 236 с.
28. Экономика и управление в XXI веке. Т. 2. Экономика и управление. Региональный аспект / под общ. ред. Н.М. Тюкавкина. – Самара: Глагол, 2011. – 184 с.
29. Экономика и управление в XXI веке. Т. 3. Основы экономики крупного города / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Глагол, 2011. – 176 с.
30. Экономика и управление в XXI веке. Т. 4. Анализ эффективности промышленного предприятия / Е.С.Краснослободцева [и др.]. – Самара: Глагол, 2011. – 168 с.



31. Экономика и управление в XXI веке. Т. 5. Финансовый менеджмент в управлении развитием территорий / С.И. Ашмарина [и др.]. – Самара: Глагол, 2011. – 136 с.
32. Экономика и управление в XXI веке. Т. 8. Управление социально-экономическим развитием территорий / А.Н. Сорочайкин [и др.]. – Самара: Глагол, 2011. – 164 с.
33. Экономика, финансы и управление в современных условиях: сб. научных статей / под общ. ред. А.М. Исупова. – Самара: Глагол, 2010. Вып. 3. – 308 с.
34. Экономика, финансы и управление в современных условиях: межвузовский сб. научных статей / под общ. ред. Н.М. Тюкавкина. – Самара: Глагол, 2010. Вып. 2(4). – 180 с.
35. Экономика, финансы и управление в современных условиях: межвузовский сб. научных статей / под общ. ред. Н.М. Тюкавкина. – Самара: Глагол, 2011. Вып. 3(5). – 216 с.
36. Экономика, финансы и управление в современных условиях: межвузовский сб. научных статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Глагол, 2011. Вып. 4(6). – 156 с.
37. Экономика, финансы и управление в современных условиях: межвузовский сб. научных статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Глагол, 2011. Вып. 5(7). – 216 с.
38. Экономика, финансы и управление в современных условиях: межвузовский сб. научных статей / под общ. ред. Н.М. Тюкавкина. – Самара: Глагол, 2011. Вып. 6(8). – 228 с.
39. Экономика, финансы и управление в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2011. – Вып. 7(9). – 214 с.
40. Экономика, финансы и управление в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2011. – Вып. 8(10). – 267 с.
41. Экономика, финансы и управление в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2011. – Вып. 9(11). – 159 с.
42. Экономика, финансы и управление в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2011. – Вып. 10(12). – 235 с.

43. Экономика, управление и право в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2012. – Вып. 1(13). – 202 с.

44. Экономика, управление и право в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2012. – Вып. 2(14). – 204 с.

45. Экономика, управление и право в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. Н.А. Дубровиной. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2012. – Вып. 3(15). – 204 с.

46. Экономика, управление и право в современных условиях: международ. сб. статей / под общ. ред. С.М. Анпилова. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2012. – Вып. 4(16). – 160 с.