

Департамент экологии и природопользования Кировской области
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»

**Серия тематических сборников и DVD-дисков
«Экологическая мозаика»**

Сборник 9

**РАЦИОНАЛЬНОЕ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.
ПОЧВА.
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**



«Вятка – территория экологии»

Департамент экологии и природопользования Кировской области
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»

**Серия тематических сборников и DVD-дисков
«Экологическая мозаика»**

Сборник 9

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ПОЧВА. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Учебно-методическое пособие

**Киров
2012**

УДК 502
ББК 28.081
Р 27

Печатается по решению Координационно-методического совета
по экологическому образованию, воспитанию и просвещению населения
Кировской области

Составители – **С. Ю. Огородникова, Л.М. Попцова**

Под общей редакцией Т.Я. Ашихминой, И.М. Зарубиной,
Л.В. Кондаковой, Е.В. Рябовой.

Р27 Рациональное природопользование. Ресурсосбережение. Почва.
Энергосбережение: учебно-методическое пособие / сост. С.Ю. Огородникова,
Л.М. Попцова. – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. – 93 с.: ил. –
(Серия тематических сборников и DVD-дисков «Экологическая мозаика». Сборник 9)

ISBN 978-5-91061-310-6 (Сб. 9)

ISBN 978-5-91061-301-4

Сборник посвящен обобщению материалов по вопросам природопользования, ресурсосбережения, энергосбережения, даны материалы о почве, как природном ресурсе и среде жизни.

Материалы, представленные в данном сборнике, могут быть использованы в образовательном и воспитательном процессе при обучении учащихся экологии, методам экологических исследований окружающей природной среды своей местности.

Разработка серии тематических сборников и DVD-дисков «Экологическая мозаика» выполнена в рамках научно-исследовательской работы «Разработка современных технологий формирования экологической культуры населения» в процессе реализации пилотного проекта по развитию системы экологического образования и просвещения «Вятка – территория экологии».

Пилотный проект был разработан по поручению Губернатора Кировской области Н.Ю. Белых департаментом экологии и природопользования Кировской области при активном участии Координационно-методического совета по экологическому образованию, воспитанию и просвещению населения Кировской области.

Подготовка и издание сборника осуществлены за счет средств ведомственной целевой программы «Обеспечение охраны окружающей среды и рационального природопользования в Кировской области» на 2012–2014 годы.

ISBN 978-5-91061-310-6 (Сб. 9)

ISBN 978-5-91061-301-4

© Департамент экологии и природопользования Кировской области, 2012

© Вятский государственный гуманитарный университет (ВятГГУ), 2012

Оглавление

Введение	5
1. Рациональное природопользование <i>Кондакова Л.В.</i>.....	6
1.1. Природопользование.....	6
1.2. Экологические принципы рационального использования природных ресурсов.....	7
1.3. Природные ресурсы и их классификация.....	10
1.4. Материальные и энергетические ресурсы	13
1.5. Рациональное использование природных ресурсов	16
2. Ресурсосбережение <i>Зимонина Н.М.</i>.....	18
2.1. Ресурсосбережение: основные понятия и подходы	18
2.2. Концепция безотходного производства.....	20
2.3. Основные направления безотходной и малоотходной технологии	22
2.4. Комплексное использование природных ресурсов	25
3. Почва <i>Кондакова Л.В.</i>	27
3.1. Понятие «почва».....	27
3.2. Экосистемные функции почвы	27
3.3. Утилитарные функции почвенного покрова	29
3.4. Особенности почвы как объекта мониторинга	32
3.5. Почвенные ресурсы.....	33
3.5.1. Почвенные ресурсы РФ	33
3.5.2. Почвенные ресурсы Кировской области	34
3.6. Антропогенная деградация почв	40
3.7. Почва как среда обитания.....	44
4. Традиционная и альтернативная энергетика. Энергосбережение. <i>Попцова Л.М.</i>	58
4.1. История энергетики и её современное состояние.....	58
4.2. Состояние и перспективы традиционной энергетики	59
4.2.1. Теплоэнергетика (углеродная энергетика)	59
4.2.2. Макрогидроэнергетика	63
4.2.3. Атомная энергетика	64
4.3. Альтернативная энергетика.....	67
4.3.1. Ветроэнергетика	67
4.3.2. Гелиоэнергетика	69
4.3.3. Микрогидроэнергетика.....	73
4.3.4. Геотермальная энергетика.....	74
4.3.5. Приливно-отливная энергетика	74
4.3.6. Водородная энергетика.....	76
4.4. Роль энергосбережения.....	76
4.5. Методические материалы для учителя Урок «биодизель – топливо будущего или новая экологическая проблема?».....	78

4.6. Игры по теме «Энергия».....	86
Библиографический список	93

ВВЕДЕНИЕ

В условиях сложившейся экологической ситуации рациональное природопользование и ресурсосбережение являются основными путями решения экологических проблем и выхода из экологического кризиса. Рациональное использование природных ресурсов, внедрение ресурсов и энергосберегающих технологий позволят снизить остроту экологических проблем, уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду, приведут к улучшению качества среды обитания и сохранят природные ресурсы для будущих поколений.

В сборнике рассмотрены природные ресурсы и их классификация, экологические принципы рационального использования природных ресурсов, вопросы рационального природопользования. Обобщены материалы по ресурсосбережению, безотходным и малоотходным технологиям и комплексному использованию сырья.

Особое внимание в сборнике уделено почве как природному ресурсу и среде жизни. Приведены сведения о функциях почв, о почвенных ресурсах, антропогенной деградации почв, рассмотрены почвенные ресурсы Кировской области.

Отдельная глава посвящена характеристике традиционной и альтернативной энергетики и энергосбережению. Обобщены материалы по истории энергетики, состоянию и перспективам традиционной энергетики, дана характеристика альтернативной энергетики, рассмотрены вопросы энергосбережения.

Материалы, приведенные в сборнике, будут полезны при проведении уроков, внеклассных мероприятий и самостоятельной работы школьников.

*С.Ю. Огородникова, кандидат биологических наук,
доцент кафедры экологии ВятГГУ,
старший научный сотрудник лаборатории биомониторинга
Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

1.1. Природопользование

Согласно определению Н.Ф. Реймерса (1990) природопользование:

1) совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Природопользование включает: а) извлечение и переработку природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство; б) использование и охрану природных условий среды жизни и в) сохранение (поддержание), воспроизводство (восстановления) и рациональное изменение экологического баланса (равновесия, квазистационарного состояния) природных систем, что служит основой сохранения природно-ресурсного потенциала развития общества;

2) совокупность производительных сил, производственных отношений и соответствующих организационно-экономических форм и учреждений, связанных с первичным присвоением, использованием и воспроизведением человеком объектов окружающей его природной среды для удовлетворения его потребностей;

3) использование природных ресурсов в процессе общественного производства для целей удовлетворения материальных и культурных потребностей общества;

4) совокупность воздействий человечества на географическую оболочку Земли;

5) комплексная научная дисциплина, исследующая общие принципы рационального (для данного исторического момента) использования природных ресурсов человеческим обществом.

Объектом природопользованием как науки служит комплекс взаимоотношений между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием. Предметом природопользования можно считать оптимизацию этих отношений, стремление к сохранению и воспроизводству среды жизни.

Природопользование нерациональное – система деятельности, не обеспечивающая сохранение природно-ресурсного потенциала.

Природопользование рациональное – система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий, наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранение здоровья людей. Таким образом, природопользование рациональное – высокоэффективное хозяйствование, не приводящее к резким изменениям природно-ресурсного потенциала, к которым социально-экономически не готово человечество, и не ведущее к глубоким переменам в окружающей человека природной среде, наносящим ущерб его здоровью или угрожающим самой его жизни.

Производственная деятельность и качество жизни людей всегда в значительной степени зависели от эффективности освоения природных ресурсов. В соответствии с определением, данным в федеральном законе «Об охране окружающей среды», природные ресурсы представляют собой компоненты природной среды, природные и природно-антропогенные объекты, которые использовались, используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления.

Процесс вовлечения природных ресурсов в хозяйственный оборот связан не только с их потреблением. Попутно возникают отходы, которые частично применяются как ресурсы, но в большей степени требуют размещения в окружающей среде: газовые выбросы – в атмосфере, жидкостные стоки – в гидросфере и твердые отходы – в литосфере.

Со временем по мере увеличения объемов потребления природных ресурсов, частичного их истощения, загрязнения различными отходами окружающей среды и появилась необходимость более экономно и эффективно расходовать отпущенные природой ресурсы, в результате чего сформировалась область, объединяющая научно-технические, экологические и экономические интересы общества – рациональное природопользование.

Рациональное природопользование предполагает такую организацию деятельности промышленных предприятий, сельского хозяйства, связи, сферы услуг, транспорта, которая направлена в первую очередь на охрану окружающей среды. Она не допускает глубоких изменений природной среды, которые способны нанести непоправимый ущерб и тем самым поставить человеческое сообщество на грань катастрофы из-за кардинальных перемен в условиях его жизни. Такой высокий уровень организации производства достигается в результате научно обоснованного потребления природных ресурсов и их воспроизводства.

1.2. Экологические принципы рационального использования природных ресурсов

В действующем законе «Об охране окружающей среды» приведены принципы, которые непосредственно формируют подходы к природопользованию. Среди них первым должен быть назван принцип рационального природопользования. По существу, он определяет необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности.

Не менее важен и принцип платности природопользования и возмещения вреда окружающей среде. Идеальная реализация этого принципа должна обеспечить получение средств за пользование землей, недрами, почвой, поверхностными и подземными водами, лесами и иной растительностью, которых было бы достаточно не только для компенсации ущерба, наносимого природной среде хозяйственной и иной деятельностью, но и для осуществления работ по восстановлению территорий, водных и других объектов, ранее

загрязненных, истощенных или деградировавших в результате антропогенной деятельности предыдущих поколений.

Развитие человеческого общества связано с появлением новых технологий, новых производств и даже новых областей техники. Их возникновение обусловлено постоянно растущими потребностями людей. Закон «Об охране окружающей среды», обеспечивая такие возможности, допускает воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду, исходя из требований ее охраны. Главные из этих требований таковы:

- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;

- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;

- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализация проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды.

В упомянутом Законе, постановлениях Правительства РФ и нормативных актах таких органов, как Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Министерство здравоохранения и социального развития РФ и др., можно найти требования, создающие правовое поле деятельности в области природопользования.

Рациональное природопользование предполагает взаимосвязь, взаимообусловленность и взаимодействие природной среды и человека на принципах экологического равновесия. Необходимо достижение оптимальных пропорций в масштабах, темпах единого процесса использования, охраны, воспроизводства природных ресурсов и объектов. Поэтому объективной реальностью являются не только удовлетворение потребностей людей, но и охрана и воспроизводство природных ресурсов и объектов. Таким образом, решение задач рационального природопользования направлено:

- на обеспечение условий существования человечества и получение материальных благ с целью удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений людей;

- максимальное использование каждой единицы природного ресурса, изъятых из среды вещества, а также свойств и качеств объектов природопользования в интересах многих потребителей;

- предотвращение или максимальное снижение возможных негативных последствий процессов производства или других видов человеческой деятельности;

- повышение и поддержание продуктивности природных ресурсов и объектов;

- обеспечение и регулирование освоения ресурсов природы.

С одной стороны, научно-технический прогресс способствует повышению уровня благосостояния людей и, следовательно, удовлетворению

их возрастающих потребностей, что, как правило, связано с относительным ростом потребления ресурсов, с другой – создает условия для рационального природопользования за счет разработки и внедрения более эффективных технических решений, так называемых экологически чистых технологий. Такие технологии отличаются от традиционных относительно меньшим удельным потреблением материальных и энергетических ресурсов, сравнительно небольшим объемом воздействий на окружающую среду.

Просчеты в ведении хозяйственной деятельности способны нарушить сохранность природно-ресурсного потенциала и привести к деградации окружающей среды. Чтобы не допускать нерационального природопользования при разработке, проектировании различных технологий и эксплуатации реализующего их оборудования, следует ориентироваться на технологии «двойной выгоды» – экономической и экологической, учитывая при этом необходимость охраны окружающей среды от загрязнений и других вредных воздействий.

Основу мировоззрения в разработке технологий рационального природопользования составляют законы, правила, принципы этой области знаний, которые приведены в работах Н.Ф. Реймерса:

– *закон неограниченности прогресса утверждает*, что развитие от простого к сложному бесконечно. Это утверждение в равной степени относится как к биологическим, так и к социальным формам движения материи;

– *закон соответствия между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом устанавливает*, что относительное постоянство развития производительных сил сохраняется лишь до наступления экологического кризиса, связанного с резким истощением природно-ресурсного потенциала. Технические революции в развитии цивилизации создают условия соответствия между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом;

– *закон падения природно-ресурсного потенциала отражает* снижение доступности природных ресурсов, что связано с увеличением энергетических и трудовых затрат на их извлечение, иногда и на обогащение, а также транспортировку. Действие этого закона проявляется в рамках одного способа производства и одного типа технологий;

– *закон ограниченности природных ресурсов говорит* о том, что все природные ресурсы Земли конечны, исчерпаемы;

– *закон снижения энергетической эффективности природопользования раскрывает четкую историческую тенденцию* – по мере смены эпох в развитии цивилизации при получении единицы полезной продукции из природных систем общий расход энергии увеличивается. Другими словами, энергетическая эффективность получения единицы полезной продукции снижается. Расширение круга потребностей человека приводит к росту энергетических расходов в расчете на одного человека, что также характеризует снижение энергетической эффективности природопользования;

– *закон снижения природоемкости готовой продукции раскрывает одну из исторических тенденций*, а именно: удельное содержание природного

вещества в усредненной единице общественного продукта постоянно снижается;

– *закон убывающего естественного плодородия* известен с древнейших времен. Он констатирует, что при постоянном изъятии урожая и земледелии, ориентированном на монокультуру, нарушаются физико-химические процессы почвообразования, происходит накопление в почве токсичных веществ. Этот процесс может быть заторможен применением удобрений;

– *правило ускорения развития* отражает закономерную связь между стремительным изменением среды обитания человека и способом ведения им хозяйства под влиянием антропогенных причин и столь же быстрыми (по принципу обратной связи) переменами в социально-экологических свойствах человека, в экономическом и техническом развитии общества. Эта связь может способствовать как прогрессу, так и регрессу в зависимости от вектора воздействия;

– *правило интегрального ресурса* обращает внимание на те ресурсы, которые представляют собой взаимосвязанную и взаимозависимую совокупность всех компонентов природных запасов, – вещественных, энергетических, информационных как факторов жизни общества в сочетании с накопленными и производимыми материальными и трудовыми ресурсами.

Экологические принципы, законы и правила не охватывают всех сторон деятельности в этом направлении. Некоторые из них носят информационный или рекомендательный характер. Они в определенной мере обобщают многовековой опыт взаимодействия человека и природы. Их учет в хозяйственной и иной деятельности способствует организации рационального природопользования.

1.3. Природные ресурсы и их классификация

Природа как среда существования человеческого общества состоит из природных условий и природных ресурсов.

К природным условиям относят те компоненты природы, которые не вовлечены в хозяйственный оборот при достигнутом уровне технологий производства, но могут оказывать положительное или отрицательное влияние на процесс производства, жизнедеятельность. К ним относят местоположение на материке, геологическое строение, рельеф и размеры территории, климат, водный режим, интенсивность солнечной радиации, растительный мир, почвенный покров и многие другие элементы окружающей среды. Природные условия определяются внутренними и внешними факторами. Внутренние факторы связаны со сферами Земли: атмосферой, гидросферой, литосферой и повсеместно проникающей биосферой. Внешние факторы проявляются через влияние Солнца, космического пространства, земных глобальных факторов: изменения границ суши и океанов, состава воды и атмосферы, орбиты Земли и др.

Классификация природных ресурсов построена на учете их специфических особенностей. Прежде всего, они подразделяются на

неисчерпаемые и *исчерпаемые*. К первым относятся космические (солнечная радиация, сила тяготения, космическое излучение), геотермальные: ресурсы, а также энергия ветра, морских и океанических приливов, течений. Вторые – исчерпаемые – в свою очередь подразделяются на *невозобновимые*, к которым относятся все полезные ископаемые – рудные и нерудные материалы, все виды топлива, и на *возобновимые*, такие как вода, почва, растительный и животный мир, некоторые виды топлива. Невозобновимые ресурсы не восстанавливаются или восстанавливаются значительно медленнее, чем происходит их использование обществом. Такие ресурсы являются также исчерпаемыми. Возобновимые ресурсы при быстром и неквалифицированном потреблении могут обратиться в невозобновимые, если скорость их потребления значительно превысит скорость их возобновления (ускоренная вырубка леса, избыточный вылов рыбы и т. п.). Дополнительно природные ресурсы классифицируются на *незаменимые* и *заменимые*. Незаменимые – это та часть природных ресурсов, которые ни теоретически, ни практически в обозримом будущем не могут быть заменены какими-либо другими. Примерами таких ресурсов являются живая природа, металлы для высокотемпературных агрегатов и пр. Большинство ресурсов относится к заменимым: природный газ может заменить уголь, синтетическая ткань – ткань из хлопка и т. д.

Природные ресурсы также подразделяются на *производственные*, *рекреационные* и *потенциально-перспективные*. Производственные природные ресурсы предназначены для их использования в промышленности, на транспорте, предприятиях связи, в сфере услуг, а также сельском хозяйстве. Рекреационные природные ресурсы: культурно-исторические, ландшафтно-природные, морские и др., обычно используются для отдыха, поддержания и восстановления трудоспособности и здоровья людей. К потенциально-перспективным ресурсам относятся такие, для которых в настоящее время отсутствуют экономически эффективные востребованные технологии, способные конкурировать с существующими. Например, жидкая магма, насыщенная практически всеми элементами периодической системы Менделеева, минеральные ресурсы Мирового океана, ресурсы энергии, создаваемой принципиально новыми способами, – термоядерными, подземной газификацией и др.

С развитием промышленности возрастает значение вторичных материальных и вторичных энергетических ресурсов. Вторичные материальные ресурсы (ВМР) – это отходы производства и потребления, которые могут быть вновь вовлечены в производственные процессы. Особенностью многих промышленных технологий является то, что в процессах создания конечных продуктов образуются значительные энергетические отходы в виде тепла, продуктов сгорания, охлаждающей воды, горячих металлов, шлака, а также в виде неиспользованной энергии газов повышенного давления. Эти отходы и составляют вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Утилизация этого тепла и энергии для производственных целей позволяет существенно снизить удельный расход топлива на единицу продукции, выработать электроэнергию, а часть отходов тепла использовать для бытовых целей.

Классификация ресурсов представлена на рис. 1. Следует обратить внимание на тот факт, что один и тот же ресурс может относиться к разным видам, так как обладает различными свойствами.

Выделяют также *территориальные* природные ресурсы, которые необходимы для удовлетворения всех потребностей человека. Эти ресурсы включают земельные площади для производства пищи, выращивания технических культур, эксплуатации и строительства промышленных объектов с их инфраструктурой – санитарно-защитными зонами, жилыми комплексами, дорогами, а также рекреационные зоны для отдыха и восстановления трудоспособности и здоровья людей, буферные зоны и комплексы поддержания экологического равновесия. Территориальные природные ресурсы относятся к невозобновимым и незаменимым.

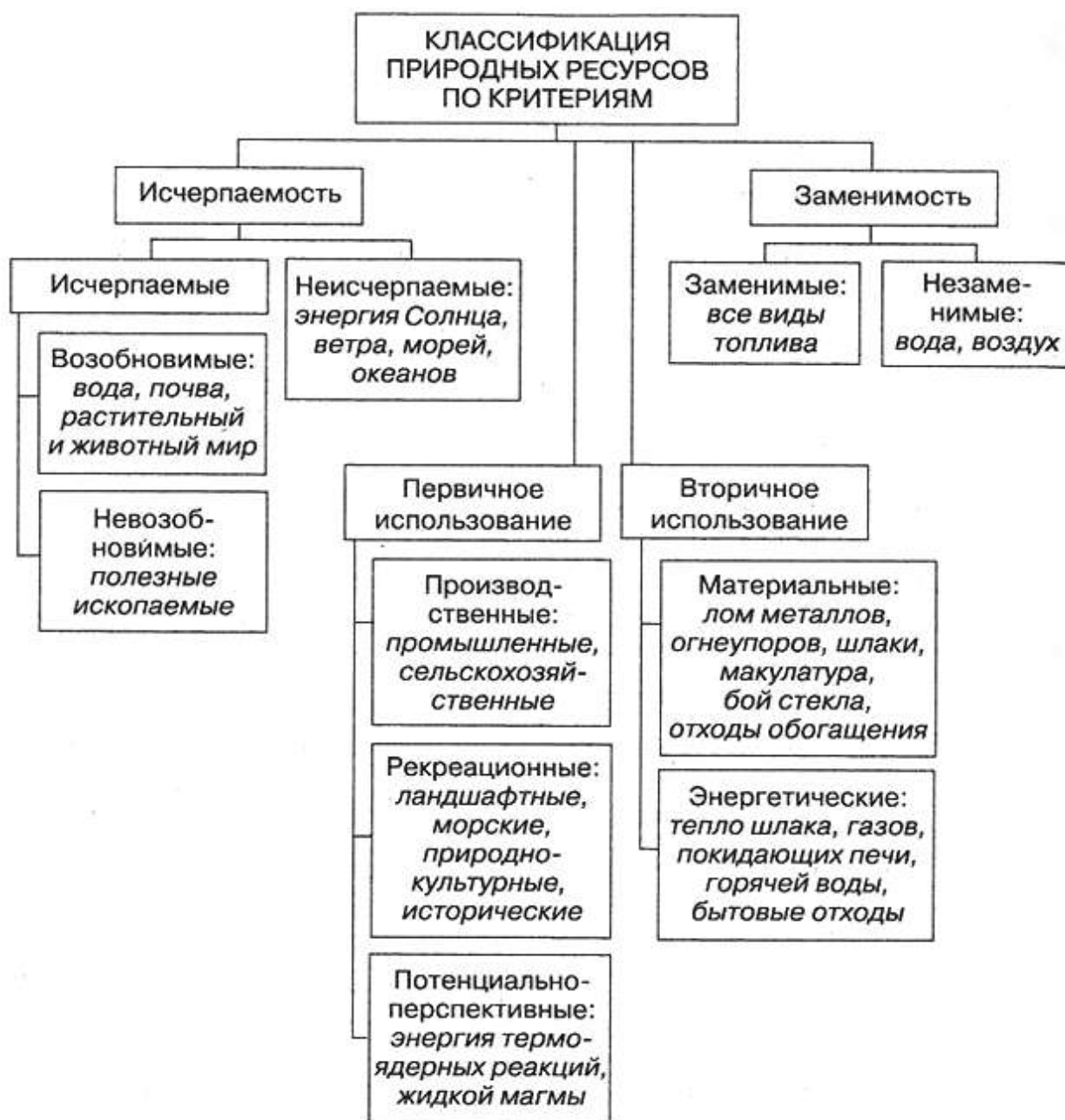


Рис. 1. Классификация компонентов природной среды и отходов производства, используемых в качестве природных ресурсов

При анализе условий, необходимых для обеспечения жизни людей, прибегают к понятию «*антропо-экологические природные ресурсы*». Когда рассматриваются источники и предпосылки получения для человечества материальных и духовных благ, используют представления о биологических природных ресурсах. Все виды земной биоты, которые составляют «живое вещество» планеты, относятся к генетическим природным ресурсам.

Компоненты природной среды, которые вовлекаются в производство, составляют его вещественную и энергетическую части. Они подразделяются на минеральные (рудные и нерудные); энергетические (энергия топлива, Солнца, ветра, воды); водные (поверхностные и подземные воды); атмосферные (кислород, азот, аргон и др.).

Природные ресурсы сосредоточены в земной коре, Мировом океане и атмосфере. На современной стадии развития общества наибольшее экономическое значение имеют ресурсы земной коры. В общем потреблении таких природных ресурсов 85% приходится на минеральные ресурсы.

Эколого-экономическая оценка рационального использования природных ресурсов учитывает следующее:

1) при непрерывном росте масштабов производства даже при уменьшении удельной материалоемкости увеличивается потребление природных веществ;

2) рост затрат на единицу используемых материальных (природных) ресурсов в масштабе регионов, стран, на планете в целом.

Поскольку хозяйственная деятельность обычно организуется в пределах определенных территорий (регионов), важно рассматривать природно-ресурсный потенциал (ПРП) территории (региона) как совокупную способность всего многообразия естественных ресурсов и условий территории обеспечивать жизнедеятельность населения и удовлетворять потребности общественного производства на конкретном этапе исторического развития. Природно-ресурсный потенциал региона включает естественные ресурсы и природные условия, которые никак нельзя заменить человеческим трудом; ресурсы и условия техногенного (антропогенного) характера: ресурсы и условия, обусловленные комплексным использованием первых двух. Необходимым компонентом ПРП является использование образованных ранее и формирующихся в настоящее время разнообразных отходов. Реализация возможностей ПРП во многом зависит от уровня развития техники и используемых технологий.

1.4. Материальные и энергетические ресурсы

С увеличением промышленного производства все большее значение для развития производительных сил приобретают полезные ископаемые, содержащиеся в недрах Земли.

Большое значение для развития производства имеет информация о ресурсах руд металлов. Известные месторождения железной руды в настоящее время оценивают примерно в 600 млрд т. При ежегодной добыче ее в мире

около 800 млн т этих запасов хватит на 750 лет. Если же иметь в виду, что значительное количество стали выплавляется из металлолома, то можно рассчитывать и на более длительное время. Кроме того, предположительно на дне океанов находится около 1,5 трлн т железомарганцевых конкреций.

Общие запасы бокситов оцениваются в 22 млрд т при ежегодной добыче этого сырья для производства алюминия в количестве 80 млн т. Такие запасы смогут обеспечить работу предприятий на 275 лет. Общие запасы медных руд оцениваются в 500 млн т, что при ежегодном потреблении 8 млн т способно обеспечить работу заводов в пределах 60–65 лет. Общих запасов олова, по прогнозным оценкам, хватит лишь на 15–16 лет. Мировые запасы золота к настоящему времени оцениваются в 40 тыс. т. Примерно такое же количество золота сосредоточено в кладовых банков и казначейств. Годовая добыча этого благородного металла составляет около 1 тыс. т. Запасы серебра оцениваются в 150 тыс. т, а ежегодная его добыча находится на уровне 8 тыс. т. При таких темпах добычи ресурсы по золоту будут исчерпаны через 40 лет, а по серебру – через 18–20 лет.

Сведения о топливно-энергетических ресурсах по данным, приведенным на XXVI Международном геологическом конгрессе, представлены в табл. 1. Анализ данных свидетельствует о том, что наибольшими ресурсами являются запасы угля. Если ориентироваться на объем мировой добычи этого вида топлива в 1980 г. (2,8 млрд т у.т.), то запасов угля хватит на 3 616 лет.

Таблица 1

Структура мировых запасов горючих ископаемых

Вид ресурсов	Геологические			Условно доступные для извлечения		
	млрд т	млрд т у.т.	%	млрд т	млрд т у.т.	%
Уголь	16 000	10126	89,53	4 000	2 880	82,66
Нефть	520	743	6,57	260	372	10,68
Торф	261	98	0,88	70	26	0,75
Смола из горючих сланцев	356	114	1,00	90	28	0,80
Природный газ*	$180 \cdot 10^{12}$	229	2,02	$140 \cdot 10^{12}$	178	5,11
Итого	11 310		100,00	3 484		100,00

Примечание: т у.т. – тонна условного топлива. Численно 1 т у.т. соответствует 1 т твердого топлива, теплотворная способность которого $Q_h = 29,3$ мДж/кг

Запасов угля в мире, возможно, больше, чем следует из имеющихся оценок. Из-за большей ценности источников углеводородного топлива – нефти и природного газа, обладающих более высокой теплотворной способностью, отсутствием балласта (зола и воды), более пригодных для производства химических продуктов и горюче-смазочных материалов,

Большое значение уделяется поиску нефти. Достоверные ресурсы нефти увеличиваются быстрее, чем происходит рост ее добычи. В настоящее время

значительные запасы нефти разработаны в прибрежном шельфе Северного моря. Крупными нефтедобывающими странами стали Великобритания и Норвегия. Следует иметь в виду, что при существующей технологии на поверхность извлекается только 35–40% нефти, имеющейся в недрах Земли.

В результате интенсивных поисковых работ увеличиваются также достоверные запасы природного газа. Значительные количества метана находятся в виде твердых растворов в каменноугольных пластах. Этот метан представляет крайнюю опасность, являясь основной причиной взрывов и пожаров в шахтах. При угледобыче с дегазацией пласта возможно извлечение газа и его использование. Общее количество метана в угольных пластах основных бассейнов СНГ оценивается в $3,2\text{--}3,5 \cdot 10^{13} \text{ м}^3$.

Природные газы образуют в земной коре при определенных термодинамических условиях (температуре до 195 °К и давлении до 2,5 МПа) залежи топлива в твердом газгидратном состоянии (твердые растворы, в которых растворителем является лед). По оценкам специалистов, количество метана в таких отложениях на морском дне во много раз превышает общие ресурсы всех горючих ископаемых суши: в глубоководных месторождениях газгидратов содержится 10^{18} м^3 метана. Очень большие количества газгидратов природного газа находятся в вечной мерзлоте, занимающей большие территории Российской Федерации. Все же следует отметить, что пока не разработаны эффективные технологии извлечения природного газа, находящегося в газгидратных месторождениях.

Очень важным источником энергии становится атомная энергетика. В перспективе на долю атомных электростанций будет приходиться около 6% мировой выработки электроэнергии. Общие запасы урана в развитых и развивающихся странах оцениваются в 4 млн т. Потребность в 2000 г. оценивалась в 135 тыс. т, что отвечало обеспеченности примерно на 30 лет. Значительное количество этого топлива находится в отвалах предприятий по производству обогащенного урана, тяжелой воды.

Из возобновляемых источников энергии в настоящее время в наибольшей мере используются гидроэнергоресурсы, но они практически исчерпаны. К неисчерпаемым ресурсам энергии относятся солнечная и геотермальная, энергия ветра, приливов и отливов, биомассы. Наибольшие успехи достигнуты в создании солнечных батарей, ветровых генераторов, генераторов биогаза.

Общее представление о потреблении энергии из различных источников в настоящее время и на перспективу можно получить из данных, представленных на рис. 2. Их сравнение показывает, что в ближайшие 20 лет в мире не произойдет кардинальных изменений в структуре топливного баланса.

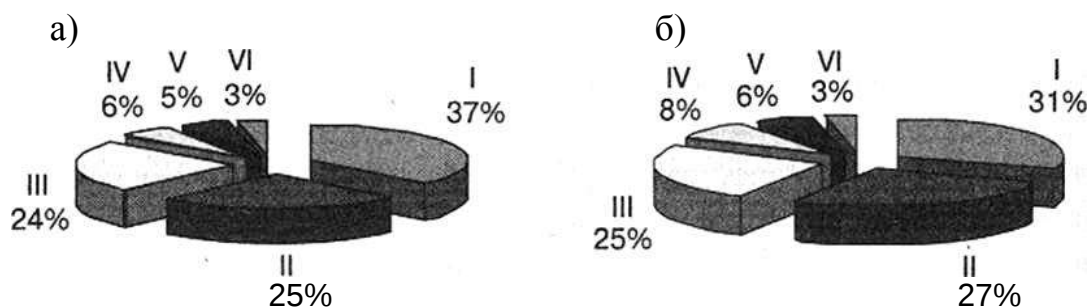


Рис. 2. Потребление источников энергии в настоящее время (а), на перспективу (б), I – уголь; II – нефть; III – газ; IV – ядерная энергетика; V – гидроэнергетика; VI – солнечные батареи, ветродвигатели и пр.

1.5. Рациональное использование природных ресурсов

В промышленности сформировались следующие направления рационального использования природных ресурсов:

- комплексное использование сырья;
- комбинирование технологических процессов;
- замыкание в цикле материальных и энергетических потоков;
- использование вторичных материальных и энергетических ресурсов;
- использование ресурсосберегающих малоотходных технологий.

Комплексное использование сырья обеспечивает одновременное получение нескольких видов готовой продукции. При этом в наибольшей степени реализуется ресурсный потенциал сырья.

Примером комплексной переработки сырья является нефтепереработка, когда одновременно получают высококачественные горючесмазочные материалы, горючие газы, беззольный нефтяной кокс для производства углеграфитовых материалов и анодной массы, нефтебитумы для дорожного строительства и изготовления кровельных материалов, парафин как основу синтетических жирных кислот и моющих средств, а также для получения синтетического белка и даже, возможно, ванадия и никеля.

Комбинирование технологических процессов в ряде случаев исключает необходимость специальной очистки промежуточных продуктов или существенно снижает образование отходов. Так, при комбинировании производства сложного удобрения карбоаммофоски с производством карбамида становятся ненужными стадии упаривания раствора карбамида и очистки соковых паров. Комбинирование в металлургии процессов выплавки металла и его непрерывной разливки исключило стадию получения слитков и обеспечило увеличение выхода годных заготовок на 15–18%.

Замыкание в цикле материальных и энергетических потоков позволяет сократить использование первичных ресурсов и применять имеющиеся материалы без очистки или с ограниченной локальной очисткой вещественных потоков. Так, охлаждение оборудования водой из системы оборотного водоснабжения резко сокращает потребление чистой воды.

Использование вторичных материальных и энергетических ресурсов. Отходы основного производства являются в определенной мере полупродуктами для этого же производства и их использование значительно сокращает затраты на производство первичного сырья и неблагоприятные воздействия на окружающую среду. При использовании 1 т черного металлолома в производстве стали отпадает необходимость в 3 т руды, 1 т коксующегося угля, 1 т известняка и 3 т энергетических углей. Соответственно сокращаются необходимые мощности рудников и шахт, обогатительных и агломерационных фабрик, коксохимических производств и доменных цехов и одновременно исключают неблагоприятные их воздействия на природу.

Использование ресурсосберегающих малоотходных технологий. В ряде случаев оказывается целесообразной замена традиционных решений новыми, технически более совершенными технологиями.

Безотвальное земледелие позволяет устранить причины истощения земли и предотвратить окисление растительных остатков предыдущих урожаев, которые при таком способе обработки превращаются в плодородный гумус.

Существенный экологический эффект дает применение дизельного двигателя вместо карбюраторного, работающего на бензине. Так, если принять для автомобилей с карбюраторным двигателем расход бензина на 100 км за 1,0, то при использовании дизельного двигателя и таком же пробеге расход дизельного топлива составит 62–65% этой величины.

При использовании предварительно химически и термически обработанной древесины вместо обычной, ее деловой срок службы увеличивается в 4 раза, а механическая прочность – в 1,5–2 раза. И хотя обработанная древесина дороже обычной в 1,5 раза, ее применение дает большой экономический и экологический эффект благодаря сокращению вырубки лесов и уменьшению количества отходов.

Технологии, бережно охраняющие окружающую природную среду, могут быть найдены и в других отраслях хозяйственной и иной деятельности. Однако их общее количество остается незначительным. Поэтому специалисты различного профиля, используя современные достижения науки и техники, должны еще много сделать для решения задач рационального природопользования, обеспечивающего устойчивое развитие человеческого общества.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи решаются при рациональном природопользовании?
2. В чем отличие ресурсосберегающих технологий от традиционных?
3. Назовите признаки классификации природных ресурсов.
4. В чем состоит эколого-экономическая оценка природных ресурсов?
5. В каких направлениях развивается рациональное использование природных ресурсов?
6. Какова структура топливно-энергетических ресурсов в настоящее время и в будущем?

2. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

2.1. Ресурсосбережение: основные понятия и подходы

В настоящее время в Российской Федерации и ее регионах действуют различные подходы, отражающие ведомственные и коммерческие интересы в области **ресурсосбережения**.

Под **ресурсосбережением** понимается деятельность (организационная, экономическая, техническая, научная, практическая, информационная), методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающие все стадии жизненного цикла изделий и направленные на рациональное использование и экономию ресурсов. При выполнении работ и оказании услуг под **ресурсосбережением** понимают энергосбережение и материалосбережение. К числу основных показателей ресурсосбережения относят ресурсосодержание, ресурсоемкость, ресурсоэкономичность и утилизируемость.

Принципы ресурсосбережения

Каждый ресурс, возобновляемый или не возобновляемый, требует специальной технологии добычи и переработки, чтобы обеспечить его сбережение. Это не позволяет сделать анализ ресурсосберегающих технологий в полном объеме, поэтому можно говорить о *ресурсосберегающих принципах*, на которых должны базироваться технологии.

Основными принципами являются:

Для *невозобновляемых* ресурсов:

- внедрение ресурсосберегающих и малоотходных технологий;
- замещение дефицитных природных ресурсов на альтернативные и использование вторичного сырья;
- вовлечение в производство попутных ресурсов и глубокая переработка основного ресурса.

Для *возобновляемых* ресурсов:

- соблюдение лимитов и квот использования;
- преобладание восстановления ресурса над его использованием.

Для *водных* ресурсов:

- полное использование воды в технологических циклах;
- сбор и очистка сбросов до ПДК с учетом комплексного воздействия загрязнения.

Для *недр и земельных* ресурсов:

- внедрение технологий, обеспечивающих эффективное использование попутных ресурсов, поверхности земли;
- рекультивацию и восстановление нарушенных земель.

При обсуждении ранга приоритетов принципы выстроились в следующем порядке: снижение потребления природных ресурсов; вовлечение в производство вторичных ресурсов; рациональное использование и глубокая

переработка природных ресурсов; охрана и восстановление природных ресурсов; снижение последствий техногенных воздействий; получение энергии из альтернативных источников.

Для решения проблем, сформулированных на основе общих принципов, необходимо широкое внедрение ресурсосберегающих технологий и усиление природоохранных мероприятий, а также рациональное лимитирование объемов добычи природных ресурсов с учетом времени их восстановления и глубины комплексной переработки.

Пути ресурсосбережения

Под *экологизацией производства* понимается максимально возможное уподобление производственных процессов в целом и ресурсных циклов в частности природным круговоротам веществ в биосфере, либо это любые мероприятия, снижающие опасность производства для природы и человека.

В основе экологизации производственных ресурсных циклов лежит ресурсосбережение, основанное на передовых технологиях переработки природных компонентов, и их движение от первичного состояния к потребителю в виде готовой продукции и дальнейшее использование в последующих циклах.

Пути ресурсосбережения показывают, что в основу рационального природопользования положено максимальное сбережение ресурсов на всех стадиях производства и использования.

Природные компоненты выступают лишь начальным или промежуточным звеном в длинной цепи ресурсных циклов, которая связывает природу и продукцию производства, поступающую к потребителю, а для последнего неважно, сколько первичного природного компонента было использовано при изготовлении. Поэтому производство должно исходить не из природного компонента, т. е. не от того, сколько их можно использовать, а от количества тех природных компонентов, которые дойдут до потребителя в составе готовой продукции.

Такой подход к рациональному природопользованию требует тщательного анализа взаимозаменяемости и дополняемости природных компонентов факторов производства (трудовые ресурсы, средства производства, природные компоненты) в народном хозяйстве с позиций конечного результата, ради возможности экономии природных компонентов при сохранении количества и качества производимой продукции. Таким образом, оптимизация взаимодействия факторов роста производства, их комбинирование позволяет снизить нагрузку на природные компоненты, а значит, на природу. Только с учётом такой взаимозаменяемости факторов, с точки зрения экономического и экологического подхода, определяются реальные потребности общества в природных компонентах.

2.2. Концепция безотходного производства

Критерии безотходности

Все современные предприятия должны быть малоотходными и безотходными. В ряде отраслей промышленности России уже имеются количественные показатели оценки безотходности. Так, в цветной металлургии широко используется коэффициент комплексности, определяемые долей полезных веществ (в %), извлекаемых из перерабатываемого сырья по отношению ко всему его количеству. В ряде случаев он уже превышает 80%. В угольной промышленности введен коэффициент безотходности производства: $K_{бп} = 0,33 \times (K_{бт} + K_{бж} + K_{бг})$, где $K_{бт}$, $K_{бж}$, $K_{бг}$ – коэффициенты использования соответственно породы, образующейся при горных работах, попутно забираемой воды при добыче угля (сланца) и использования пылегазовых отходов. Как известно, добыча угля является одним из самых материалоемких и экологически сложных в народном хозяйстве процессов. Для этой отрасли установлено, что производство является безотходным (правильнее – малоотходным), если коэффициент безотходности превышает 75%. В случае использования наряду с вновь образующейся породой отвалов прошлых лет, коэффициент безотходности может быть более 100%. Вероятно, в первом приближении для практических целей значение коэффициента безотходности (или коэффициента комплексности), равное 75% и выше, можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а 95% – безотходного производства и в ряде других материалоемких отраслей народного хозяйства. При этом, безусловно, должна учитываться токсичность отходов. Безотходная технология – это идеальная модель производства, которая в большинстве случаев в настоящее время реализуется не в полной мере, а лишь частично (отсюда становится ясным и термин «малоотходная технология»). Однако уже сейчас имеются примеры полностью безотходных производств. Так, в течение многих лет Волховский и Пикалевский глиноземные заводы перерабатывают нефелин на глинозем, соду, поташ и цемент по практически безотходным технологическим схемам. Причем эксплуатационные затраты на производство глинозема, соды, поташа и цемента, получаемых из нефелинового сырья, на 10–15% ниже затрат при получении этих продуктов другими промышленными способами.

Принципы безотходных технологий

При создании безотходных производств приходится решать ряд сложнейших организационных, технических, технологических, экономических, психологических и других задач. Для разработки и внедрения безотходных производств можно выделить ряд взаимосвязанных принципов.

Основным является принцип системности. В соответствии с ним каждый отдельный процесс или производство рассматривается как элемент динамичной системы – всего промышленного производства в регионе (ТПК) и на более высоком уровне как элемент эколого-экономической системы в целом, включающей кроме материального производства и другой хозяйственно-

экономической деятельности человека, природную среду (популяции живых организмов, атмосферу, гидросферу, литосферу, биогеоценозы, ландшафты), а также человека и среду его обитания. Таким образом, принцип системности, лежащий в основе создания безотходных производств, должен учитывать существующую и усиливающуюся взаимосвязь и взаимозависимость производственных, социальных и природных процессов.

Другим важнейшим принципом создания безотходного производства является комплексность использования ресурсов. Этот принцип требует максимального использования всех компонентов сырья и потенциала энергоресурсов. Как известно, практически все сырье является комплексным, и в среднем более трети его количества составляют сопутствующие элементы, которые могут быть извлечены только при комплексной его переработке. Так, уже в настоящее время почти все серебро, висмут, платина и платиноиды, а также более 20% золота получают попутно при переработке комплексных руд.

Принцип комплексного экономного использования сырья в России возведен в ранг государственной задачи и четко сформулирован в ряде постановлений правительства. Конкретные формы его реализации в первую очередь будут зависеть от уровня организации безотходного производства на стадии процесса, отдельного производства, производственного комплекса и эколого-экономической системы.

Одним из общих принципов создания безотходного производства является цикличность материальных потоков. К простейшим примерам циклических материальных потоков можно отнести замкнутые водо- и газооборотные циклы. В конечном итоге последовательное применение этого принципа должно привести к формированию сначала в отдельных регионах, а впоследствии и во всей техносфере сознательно организованного и регулируемого техногенного круговорота вещества и связанных с ним превращений энергии. В качестве эффективных путей формирования циклических материальных потоков и рационального использования энергии можно указать на комбинирование и кооперацию производств, создание ТПК, а также разработку и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования. К не менее важным принципам создания безотходного производства необходимо отнести требование ограничения воздействия производства на окружающую природную и социальную среду с учетом планомерного и целенаправленного роста его объемов и экологического совершенства. Этот принцип в первую очередь связан с сохранением таких природных и социальных ресурсов, как атмосферный воздух, вода, поверхность земли, рекреационные ресурсы, здоровье населения. Следует подчеркнуть, что реализация этого принципа осуществима лишь в сочетании с эффективным мониторингом, развитым экологическим нормированием и многозвенным управлением природопользованием. Общим принципом создания безотходного производства является также рациональность его организации. Определяющими здесь являются требование разумного использования всех компонентов сырья, максимального уменьшения энерго-, материало- и трудоемкости производства и поиск новых экологически обоснованных

сырьевых и энергетических технологий, с чем во многом связано снижение отрицательного воздействия на окружающую среду и нанесение ей ущерба, включая смежные отрасли народного хозяйства. Конечной целью в данном случае следует считать оптимизацию производства одновременно по энерготехнологическим, экономическим и экологическим параметрам. Основным путем достижения этой цели являются разработка новых и усовершенствование существующих технологических процессов и производств. Одним из примеров такого подхода к организации безотходного производства является утилизация пиритных огарков – отхода производства серной кислоты. В настоящее время пиритные огарки полностью идут на производство цемента. Однако ценнейшие компоненты пиритных огарков – медь, серебро, золото, не говоря уже о железе, не используются. В то же время уже предложена экономически выгодная технология переработки пиритных огарков (например, хлоридная) с получением меди, благородных металлов и последующим использованием железа. Во всей совокупности работ, связанных с охраной окружающей среды и рациональным освоением природных ресурсов, необходимо выделить главные направления создания мало- и безотходных производств. К ним относятся комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов; усовершенствование существующих и разработки принципиально новых технологических процессов и производств и соответствующего оборудования; внедрение водо- и газооборотных циклов (на базе эффективных газо- и водоочистных методов); кооперация производства с использованием отходов одних производств в качестве сырья для других и создания безотходных ТПК.

Требования к безотходному производству

На пути совершенствования существующих и разработки принципиально новых технологических процессов необходимо соблюдение ряда общих требований: осуществление производственных процессов при минимально возможном числе технологических стадий (аппаратов), поскольку на каждой из них образуются отходы, и теряется сырье; применение непрерывных процессов, позволяющих наиболее эффективно использовать сырье и энергию; увеличение (до оптимума) единичной мощности агрегатов; интенсификация производственных процессов, их оптимизация и автоматизация; создание энерготехнологических процессов. Сочетание энергетики с технологией позволяет полнее использовать энергию химических превращений, экономить энергоресурсы, сырье и материалы и увеличивать производительность агрегатов.

2.3. Основные направления безотходной и малоотходной технологии

При современном уровне развития науки и техники без потерь практически обойтись невозможно. По мере того как будет совершенствоваться технология селективного разделения и взаимопревращения различных веществ, потери будут постоянно уменьшаться. Промышленное производство без

материальных, бесполезно накапливаемых потерь и отходов уже существует в целых отраслях, однако доля его пока мала. О каких новых технологиях можно вести разговор, если с 1985 г. – начала перестройки и до нынешнего времени экономическое развитие при переходе к рынку идет на ощупь; доля износа основных производственных фондов все больше увеличивается, в отдельных производствах составляет 80–85%. Техническое перевооружение производств приостановилось. Вместе с тем, мы обязаны заниматься проблемой безотходного и малоотходного производства, ибо при нарастающих темпах накопления отходов население может оказаться завалено свалками промышленных и бытовых отходов и остаться без питьевой воды, достаточно чистого воздуха и плодородных земель. Топливно-промышленные комплексы Норильска, Североникеля, Нижнего Тагила и многих других городов могут расширяться дальше и превратить Россию в малоприспособленную к жизни территорию. Все-таки современная технология достаточно развита, чтобы в целом ряде производств и отраслей промышленности приостановить рост отходов. И в этом процессе государство должно взять на себя роль руководителя и в плановом порядке разработать и реализовать комплексную государственную программу внедрения безотходных производств и переработки скопившихся в Российской Федерации отходов. Назовем основные имеющиеся направления и разработки безотходной и малоотходной технологии в отдельных отраслях промышленности.

1. Энергетика. В энергетике необходимо шире использовать новые способы сжигания топлива, например, такие, как сжигание в кипящем слое, которое способствует снижению содержания загрязняющих веществ в отходящих газах, внедрение разработок по очистке от оксидов серы и азота газовых выбросов; добиваться эксплуатации пылеочистного оборудования с максимально возможным КПД, при этом образующуюся золу эффективно использовать в качестве сырья при производстве строительных материалов и в других производствах.

2. Горная промышленность. В горной промышленности необходимо: внедрять разработанные технологии по полной утилизации отходов, как при открытом, так и при подземном способе добычи полезных ископаемых; шире применять геотехнологические методы разработки месторождений полезных ископаемых, стремясь при этом к извлечению на земную поверхность только целевых компонентов; использовать безотходные методы обогащения и переработки природного сырья на месте его добычи; шире применять гидрометаллургические методы переработки руд.

3. Металлургия. В черной и цветной металлургии при создании новых предприятий и реконструкции действующих производств необходимо внедрение безотходных и малоотходных технологических процессов, обеспечивающих экономное, рациональное использование рудного сырья: вовлечение в переработку газообразных, жидких и твердых отходов производства, снижение выбросов и сбросов вредных веществ с отходящими газами и сточными водами; при добыче и переработке руд черных и цветных металлов – широкое внедрение использования многотоннажных отвальных

твердых отходов горного и обогащительного производства в качестве строительных материалов, закладки выработанного пространства шахт, дорожных покрытий, стеновых блоков и т. д. вместо специально добываемых минеральных ресурсов; переработка в полном объеме всех доменных и ферросплавных шлаков, а также существенное увеличение масштабов переработки сталеплавильных шлаков и шлаков цветной металлургии; резкое сокращение расходов свежей воды и уменьшение сточных вод путем дальнейшего развития и внедрения безводных технологических процессов и бессточных систем водоснабжения; повышение эффективности существующих и вновь создаваемых процессов улавливания побочных компонентов из отходящих газов и сточных вод; широкое внедрение сухих способов очистки газов от пыли для всех видов металлургических производств и изыскание более совершенных способов очистки отходящих газов; утилизация слабых (менее 3,5% серы) серосодержащих газов переменного состава путем внедрения на предприятиях цветной металлургии эффективного способа – окисления сернистого ангидрида в нестационарном режиме двойного контактирования.

На предприятиях цветной металлургии ускорение внедрения ресурсосберегающих автогенных процессов и в том числе плавки в жидкой ванне, что позволит не только интенсифицировать процесс переработки сырья, уменьшить расход энергоресурсов, но и значительно оздоровить воздушный бассейн в районе действия предприятий за счет резкого сокращения объема отходящих газов и получить высококонцентрированные серосодержащие газы, используемые в производстве серной кислоты и элементарной серы; разработка и широкое внедрение на металлургических предприятиях высокоэффективного очистного оборудования, а также аппаратов контроля разных параметров загрязненности окружающей среды; быстрее разработка и внедрение новых прогрессивных малоотходных и безотходных процессов, имея в виду бездоменный и бескоксовый процессы получения стали, порошковую металлургию, автогенные процессы в цветной металлургии и другие перспективные технологические процессы, направленные на уменьшение выбросов в окружающую среду; расширение применения микроэлектроники, автоматизированных систем в металлургии в целях экономии энергии и материалов, а также контроля образования отходов и их сокращения.

4. Химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В химической и нефтеперерабатывающей промышленности в более крупных масштабах необходимо использовать в технологических процессах: окисление и восстановление с применением кислорода, азота и воздуха; электрохимические методы, мембранную технологию разделения газовых и жидкостных смесей; биотехнологию, включая производство биогаза из остатков органических продуктов, а также методы радиационной, ультрафиолетовой, электроимпульсной и плазменной интенсификации химических реакций.

5. Машиностроение. В машиностроении в области гальванического производства следует направлять научно-исследовательскую деятельность и разработки на водоочистку, переходить к замкнутым процессам рециркуляции

воды и извлечению металлов из сточных вод; в области обработки металлов шире внедрять получение деталей из пресс-порошков.

6. Бумажная промышленность. В бумажной промышленности необходимо в первую очередь внедрять разработки по сокращению на единицу продукции расхода свежей воды, отдавая предпочтение созданию замкнутых и бессточных систем промышленного водоснабжения; максимально использовать экстрагирующие соединения: содержащиеся в древесном сырье для получения целевых продуктов; совершенствовать процессы по отбеливанию целлюлозы с помощью кислорода и озона; улучшать переработку отходов лесозаготовок биотехнологическими методами в целевые продукты; обеспечивать создание мощностей по переработке бумажных отходов, в том числе макулатуры.

2.4. Комплексное использование природных ресурсов

Еще в 1933 г. академик А.Е. Ферсман отмечал: «Комплексная идея есть идея в корне экономическая, создающая максимальные ценности с наименьшей затратой средств и энергии, но это идея не только сегодняшнего дня, это идея охраны наших природных богатств от их хищнического расточения, идея использования сырья до конца, идея возможного сохранения наших природных запасов на будущее».

Об огромных возможностях комплексного и полного использования природных ресурсов свидетельствуют отечественные разработки технологических схем переработки апатитонефелиновых руд, которые флотируются на апатит и нефелин. Нефелин перерабатывается на металлургическо-химико-цементных комбинатах. Степень переработки руды в конечные продукты не превышает пока 65%, при более полном использовании нефелина и извлечении титаномagneзиевого концентрата этот показатель можно довести до 96%. При производстве глинозема, соды, поташа и портландцемента в отходы поступает нефелиновый шлам. Отвалы шлама составляют многие миллионы тонн. Шлам может быть использован при изготовлении портландцемента, в качестве тонкодисперсных наполнителей при производстве резины, сорбентов, пластмасс, линолеума, автоклавного кирпича (аналога силикатного), огнеупоров, бетона, стекла, ситаллов, включается в литейные формовочные смеси, применяется в дорожном строительстве и горнотехнической рекультивации.

Апатитовый концентрат перерабатывается с получением фосфорной кислоты и ее солей, ценнейших удобрений, фтористых солей, редких и редкоземельных элементов, цемента и гипса. При этом реализуется 90% фосфора и 50% фтора. Из каждой перерабатываемой тонны окиси фосфора образуется 4 т фосфогипса. В отходы поступает до 50% солей фтора. Фосфогипс целесообразно использовать в качестве сухого мелиоранта солонцовых почв вместо природного гипса, при производстве гипсовых вяжущих и гипсовых изделий, цемента, серной кислоты, сульфата аммония, мела.

Из медных руд, возможно, извлечение до 25 ценных элементов. Пока степень извлечения их не достигает и 50%. На Гайском медно-колчеданном месторождении из пород вскрыши производится до 400 тыс. т в год строительного щебня. Минерал пиррофиллит направляется на производство керамических изделий, сернокислые шахтные воды используются для лечебных ванн в местных профилакториях, а рыхлые породы вскрыши – для горнотехнической рекультивации отвалов.

При комплексном использовании природных ресурсов предполагается и повторное производство изделий по схеме: сырье – продукт – сырье. То есть после продолжительного срока службы и выхода из строя изделий должны быть обеспечены не только их ремонт и восстановление, но и перевод в исходное сырье для производства другого продукта.

Комплексное использование сырья позволит экономить это сырьё и энергию, расходуемую на его переработку. В сжигаемом нами топливе содержатся ценнейшие элементы: ванадий, никель – в мазуте, германий и редкие земли – в ископаемых углях и т. д. Эти элементы мы пока не извлекаем, а на производство ванадия на Качканарском ГОКе, никеля на Норильском комбинате и комбинате Южуралникель тратим сотни миллионов рублей. В то же время технология получения ванадия и никеля из мазута, германия и редких элементов из зол углей разработана и необходимо её внедрение.

3. ПОЧВА [1-6]

3.1. Понятия

Почва – особое органоминеральное естественноисторическое природное образование, возникшее в результате воздействия живых организмов на минеральный субстрат и разложения мертвых организмов, влияния природных вод и атмосферного воздуха на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата рельефа в гравитационном поле Земли. Почва характеризуется плодородием. Мощность почвы – до 2–3 метров. Почва – один из важнейших природных ресурсов. Почва, механическая структура и химический состав которой изменены в полезную для хозяйства сторону, является окультуренной.

Почвообразование – процесс формирования почв в результате взаимодействия организмов и продуктов их жизнедеятельности с горными породами и продуктами их выветривания. Любое существенное изменение факторов почвообразования приводит к изменению скорости процесса почвообразования. Так, на обрабатываемых полях оно идет очень медленно, поскольку от 40 до 80% биомассы культурных растений изымается в ходе уборки урожая. В связи с тем, что сохранение естественного плодородия почв зависит от соотношения скорости эрозии почв и скорости почвообразования, процесс почвообразования должен быть под постоянным наблюдением специалистов.

Почвообразователь – организм, играющий важную роль в процессе почвообразования, например дождевой червь.

3.2. Экосистемные функции почвы

Фундаментальная функция почвы – создание в биосфере режима, обеспечивающего существование и воспроизводство живого вещества, т. е. сохранение жизни на нашей планете. Эта функция обусловлена как положением почвы в зоне контакта Земли с Космосом, так и ее положением на стыке живой и неживой природы нашей планеты. Почва – это базовый компонент биосферы, ее важнейший ресурс, она является и фактором, и условием существования биосферы в целом. Педосфера (почвенный покров земли) возникла и развивалась на суше параллельно с возникновением жизни и становлением биосферы, начиная с докембрия и особенно после девона, когда растения завоевали сушу. Почвы прошлых лет многократно погребались или разрушались геологическими процессами; современный почвенный покров имеет абсолютный возраст от столетий и нескольких тысячелетий до 1–2 млн лет. Педосфера – это общепланетарная биоэнергетическая и биогеохимическая система, обладающая способностью саморазвития.

Фундаментальная функция почвы реализуется через участие почвы в регулировании конкретных механизмов биосферных процессов, с которыми

связано выполнение почвой ее основной глобальной функции. Функции почвенного покрова в биосфере уникальны, незаменимы. Все они взаимосвязаны, группировки их условны.

Многочисленные функции можно подразделить на две группы – глобальные и экосистемные. Глобальные функции отражают биокосную природу почвы, взаимосвязь почвы с другими природными средами планеты, с космическими процессами, а также ведущую роль почв в формировании устойчивости функционирования биосферы. Среди экосистемных (биогеоценологических) функций почвы выделяют физические, химические, биологические и информационные.

Экологические функции почвы рассматриваются в контексте функций биосферы, обеспечивающих в целом жизнь на Земле.

Важнейшая экологическая функция почвы состоит в том, что она является областью концентрации живого вещества (концентрационная, аккумулярующая функция). Именно в почве укореняются наземные растения, в ней обитают мелкие животные, огромная масса микроорганизмов. В.И. Вернадский называл почву живой пленкой суши, а Б.Б. Полынов – оболочкой наибольшей плотности жизни. В грамме почвы содержатся миллиарды бактерий, сотни тысяч одноклеточных животных; обитатели почвы вносят основной вклад в разнообразие живых организмов на планете. Необходимые для живых организмов вода и элементы минерального питания, в доступной для них форме, концентрируются в почве в ходе процессов почвообразования. Создание биомассы растений, покрывающих планету, обеспечивается трофической функцией почвы. Почва обуславливает существование не только организмов, обитающих в этой экологической нише, но и других живых организмов, связанных с ней.

Биоэнергетическая функция почвы состоит в способности почвы запасать энергию. Почва является важнейшим условием фотосинтетической деятельности растений. Растения ежегодно фиксируют около $n \cdot 10^{17} - 10^{19}$ ккал химически активной энергии. Живое вещество неустойчиво, после отмирания быстро разрушается, минерализуется. Один грамм сухой биомассы при окислении производит 2–3 ккал тепловой энергии. Только небольшая часть образующегося продукта превращается в гумус, сохраняется в почве и обеспечивает ее биологическую продуктивность. Запас энергии в 1 г гумуса составляет 4,5–5 ккал. Почва удерживает в виде органических веществ (детрит, гумус) до $n \cdot 10^{19} - 10^{20}$ ккал энергии. То есть, почвенно-растительные экосистемы удерживают и будут удерживать длительное время накопленную за миллионы лет энергию. На этом основании почву называют «энергетическим банком» планеты. В гумусе почв покрова Земли накоплено столько же солнечной энергии, сколько во всей надземной массе растительности. Эта энергия служит базой существования и деятельности растений, животных, микроорганизмов, является основой биологической продуктивности почв. Именно этот энергетический банк, например, многие века обеспечивает плодородие черноземов без пополнения его дополнительными элементами питания.

Человек и современная цивилизация должны умело использовать этот энергетический ресурс.

Почва обеспечивает постоянное взаимодействие большого геологического и малого биологического круговорота веществ. Выветривание горных пород, трансформация и перенос продуктов выветривания сопряжены с процессами биогенной миграции химических веществ. Биогеохимические циклы важнейших биофильных элементов (углерода, азота, кислорода) осуществляются через почву. Она действует как аккумулятор этих элементов. Почва проявляет себя как мембрана, способная избирательно отражать, поглощать либо пропускать и трансформировать энергетические и вещественные потоки.

Регулирующая функция почвы состоит в том, что почва регулирует состав атмосферы и гидросферы, состав произрастающих на ней растений. Способность почвы выполнять регулируемую функцию непосредственно связана с процессами перераспределения химических веществ между всеми компонентами биосферы. Газообмен между почвой и атмосферой поддерживает состав атмосферного воздуха. Прямое участие почвы в преобразовании состава воздуха во многом определяется микроорганизмами почвы. Почва влияет на динамику тепла и влаги в приземных слоях воздуха. Из почвы в атмосферу идет поток различных газов, включая «парниковые» (CO_2 , CH_4 , N_2O). Одновременно идет поглощение почвой кислорода для поддержания окислительных процессов. Фотосинтез, связывание углекислоты, фиксация азота, эмиссия кислорода, водорода, денитрификация, десульфирование, дыхание, окисление и возврат части углекислоты в атмосферу – все эти процессы, свойственные почвенно-растительным экосистемам, определяют локальные и глобальные циклы веществ в атмосфере.

Почвенный покров активно участвует в гидрологических циклах на планете. Они включают целый ряд процессов. Почвы принимают влагу атмосферных осадков, конденсируют парообразную влагу. Водные запасы включаются в испарение и транспирацию. Эти процессы обеспечивают увлажнение приземного воздуха.

Влага, фильтрующаяся вглубь почвы, является растворителем многих компонентов почвенной толщи. Химический состав речных и грунтовых вод – это смесь подвижных продуктов почвообразования и выветривания.

Почвенная толща сорбирует и удерживает физиологически доступную растениям воду и растворенные вещества, питая ими произрастающие на Земле растения, почва определяет и регулирует состояние последних.

3.3. Утилитарные функции почвенного покрова

Все перечисленные важнейшие биосферные функции почвы имеют, безусловно, значение для жизни человека, как биологического вида. Наибольшее утилитарное (практическое) значение почвы для жизни и деятельности человека имеют следующие функции: **плодородие почвы, протекторная функция и медико-биологическая функция.**

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Плодородие обеспечивает утилитарное значение глобальной экологической трофической функции почвы и обеспечивает жителей планеты питанием более чем на 90%. Высокая дисперсность почв, активная поверхность их тонкодисперсной части и поглонительная способность, обязательное наличие в почвах гумуса, запаса элементов питания, доступных для растений, – это важнейшие свойства, которые обеспечивают плодородие почвы. Эти свойства сформировались в результате выполнения почвой ее важнейших экологических функций: активности постоянных обитателей почвы – живых организмов; способности почвы накапливать энергию; протекания абиогенных и биогенных процессов трансформации минеральных и органических веществ, которые создают в почве оптимальное соотношение ближнего и дальнего резервов соединений питательных элементов.

Протекторная (защитная) функция почвы непосредственно связана со способностью почвы регулировать состав атмосферы и гидросферы, с разнообразием механизмов поглонительной способности почв, обязательным присутствием в них активных сорбентов различных химических веществ. Для экологического состояния почв имеет значение поглощение как необходимых для растений питательных элементов, так и загрязняющих веществ. Защитить сопредельные с почвой среды от загрязняющих веществ почва может, только поглотив эти вещества и удерживая их в слабоподвижном состоянии. Связывая загрязняющие вещества физически и химически, почва служит своеобразным фильтром для загрязняющих веществ. За счет этого предотвращается или ограничивается поступление этих веществ в природные воды, растения, далее по пищевым цепочкам – в организм животных и человека. Устойчивость экосистемы к загрязняющим веществам обеспечивается, прежде всего, буферной способностью почв.

Почва выполняет медико-биологическую функцию аналогично тому, как ее выполняют другие природные среды. Она обусловлена влиянием почв, как и воды, и воздуха, на здоровье людей. Ведь здоровье людей (как и состояние других живых организмов) не может не зависеть от той внешней среды, где они живут. Ряд заболеваний людей, причины которых ранее были неизвестны, оказались обусловленными определенными почвенными условиями: избытком или недостатком в них химических элементов, нарушением их соотношения в почвах, что, в свою очередь, оказывает влияние на состав питьевых вод. Наиболее широко известными примерами из этой области являются заболевания щитовидной железы, от которых страдает значительная часть населения планеты (зоб и базедова болезнь), поражения зубной эмали (кариес и флюороз). Этот список велик и продолжает расширяться. Предполагается наличие связи некоторых онкологических заболеваний людей с особенностями химических свойств почв регионов, где эти заболевания встречаются чаще. Клинические исследования позволили предположить повышенный риск этого заболевания с недостаточным содержанием магния в пище, что обусловлено

низким содержанием этого элемента в воде и почвах, а также нарушением соотношения в почвенном растворе между ионами Ca, Mg, Mn.

На этом же основании более широкое географическое распространение рака желудка среди жителей Туниса, Египта, Афганистана, по сравнению с жителями Англии, Франции, специалисты предположительно связали тоже с неблагоприятным уровнем содержания и соотношения в воде и пище Ca, Mg, Mn. Возможно, что это один из влияющих факторов, ведь условия жизни людей в двух названных группах стран существенно различаются и по другим показателям.

В совместной работе почвоведов и онкологов подобная закономерность была прослежена в разных регионах Ростовской области при сходстве прочих экологических условий.

Заболевания, связанные с аномальным содержанием химических элементов в окружающей среде, А.П. Виноградов предложил называть *эндемическими*, а территории с аномальным содержанием химических элементов в окружающей среде – *эндемическими провинциями*. В.В. Ковальский составил карту биогеохимических зон и провинций бывшего Советского Союза. На ней он выделил районы распространения ряда заболеваний человека и животных, обусловленных биогеохимическими свойствами почв и вод. Разгадка возникновения эндемических болезней позволила выработать меры нейтрализации этих явлений.

Почва обеспечивает «здоровье» и миллиардов микроорганизмов, которыми она заселена. Глобальное значение процессов, осуществляющихся почвенными микроорганизмами, трудно переоценить. Например, основным компонентом атмосферного воздуха является молекулярный азот (78,1 ат.%). Запасы атмосферного азота практически неисчерпаемы. Растениям азот необходим для создания биомассы, но усваивать его из атмосферы могут лишь их единичные представители. Динамическое равновесие соединений азота в системе почва – атмосфера обеспечивается почвенными микроорганизмами. Микроорганизмы почвы осуществляют азотфиксацию (восстановление молекулярного азота атмосферы до аммиака), а в процессе нитрификации и денитрификации образуют газообразные соединения азота.

Все микробиологические процессы протекают при участии специальных ферментов. Но ферментные системы микроорганизмов, которые регулируют все звенья этого цикла, чрезвычайно чувствительны к почвенным условиям, что свидетельствует о значении медико-биологической функции почв.

В этом проявляются, в частности, естественная взаимосвязь утилитарных, экосистемных и глобальных функций почвы, условность их группировки, предпринятой для подчеркивания отдельных из множества свойств почвы – уникального природного образования.

Следует еще отметить, что в составе почвенной микрофлоры содержатся патогенные формы, вызывающие тяжелые заболевания, например, возбудители столбняка, сибирской язвы, злокачественного отека и некоторые другие. Ряд болезней человека и животных связан с животными, живущими только в определенных почвенных условиях. Например, грызуны и насекомые, живущие

в песчаных и супесчаных почвах полупустынь и сухих степей, переносят такие болезни, как туляремия, чума.

Так как многие важные вопросы медицины и ветеринарии не могут быть решены без учета особенностей почвенного покрова, в рамках Международного общества почвоведов в 1986 году была организована рабочая группа «Почвы и геомедицина». Это создало предпосылки для выделения особого раздела в почвоведении – медицинского.

3.4. Особенности почвы как объекта мониторинга

Методология мониторинга любой природной среды определяется как специфическими свойствами каждой из сред, так и ее экологическими функциями. Для всех природных сред, и почв в том числе, взаимосвязь всех выполняемых ими функций естественна. Значимость экологических функций почв, как уникального базового природного объекта, который занимает центральное положение в биосфере, обуславливает специфические особенности экологического мониторинга почв, его отличие от мониторинга других природных сред.

Почвенный мониторинг должен обеспечить, прежде всего, контроль выполнения почвой ее утилитарных функций. А они у почвы, как уже отмечалось, уникальны. Незаменима функция почвы – ее плодородие. Соответственно, контроль сохранения в условиях антропогенного воздействия почвами физических, химических, биологических свойств, которые обеспечивают их плодородие, – это одна из важнейших специфических задач почвенного экологического мониторинга.

Также уникальна *протекторная экологическая функция почвы*. Выполняется она почвами благодаря их способности поглощать и удерживать загрязняющие вещества, защищая от них воду, воздух и растения. Соответственно, контроль эффективности почвы в ограничении миграции загрязняющих веществ в техногенно нарушенных ландшафтах – это одна из важнейших специфических задач почвенного экологического мониторинга. Однако, ограничить миграцию загрязняющих веществ почва может лишь путем поглощения и прочного закрепления этих веществ почвенными компонентами. При оценке способности почв выполнять эту функцию следует иметь в виду, что при непрочном удерживании загрязняющих веществ они могут вызвать ухудшение плодородия почв. Следовательно, контроль выполнения почвой функции плодородия и её защитной функции должен быть комплексным.

Медико-экологическая функция различных природных сред, т. е. природных вод, воздуха и почв, состоит в том, чтобы обеспечить поддержание качества жизни для всех организмов, в том числе для человека. Но механизмы влияния на здоровье человека свойств воды и воздуха, с одной стороны, и свойств почв, с другой стороны, различны. Эти обстоятельства обеспечивают как общие, так и специфические черты методологии мониторинга разных природных сред. Общим является то, что контроль экотоксикологического состояния всех природных сред направлен на выявление ситуаций (явлений,

причин), когда содержание контролируемых химических веществ в этих средах может быть опасным для живых организмов. Но контролируемые химические вещества потребляются живыми организмами из воды и воздуха непосредственно, а из почвы – через посредство контактирующих с почвой воды и воздуха. Влияние же свойств почвы на экологическое состояние взаимодействующих с ней воды и воздуха зависит непосредственно от прочности удерживания поллютантов почвенными компонентами. Прочность удерживания, в свою очередь, зависит от разнообразия видов связи химических веществ с этими компонентами, в чем проявляется экологическое значение полидисперсности, многофазности и гетерогенности почвенной системы.

Обнаруживается некоторое противоречие в оценке выполнения почвой ее разных экологических функций. Но это противоречие кажущееся. С одной стороны, почва, защищая от загрязнения воду и воздух, поглощает загрязняющие вещества. С другой стороны, поглощенные почвой вещества могут отрицательно влиять как на количество получаемого урожая (на плодородие почв), так и на качество (загрязнение) урожая. Устранить такое противоречие можно, если принять во внимание разнообразие соединений контролируемых химических веществ (прочно и непрочно связанных). То есть с экологической точки зрения важно оценивать не только то, как много почва удерживает загрязняющих веществ, но и как прочно она их удерживает. Прочная фиксация поллютантов обеспечивает выполнение почвой ее защитной функции в отношении и вод, и воздуха, и растений. Непрочное удерживание загрязняющих веществ почвенными компонентами может вести к созданию опасной экотоксикологической обстановки. Если при мониторинге вод и воздуха эффективны показатели общего содержания загрязняющих веществ в их составе, то при почвенном мониторинге необходимо оценивать как общее содержание этих веществ, так и содержание их подвижных (водно-миграционных и воздушно-миграционных) соединений.

Все вышесказанное говорит о том, что при экологическом мониторинге почв комплексным должен быть контроль выполнения почвой всех названных функций почвы.

3.5. Почвенные ресурсы

3.5.1. Почвенные ресурсы РФ

Почвенные ресурсы Российской Федерации богаты и разнообразны. Оценивая их экологическое значение, нужно отметить, по крайней мере, два аспекта. С утилитарной точки зрения важно, что на значительных территориях земли трудны для сельскохозяйственного освоения, поэтому в сельском хозяйстве используется относительно небольшая доля их. Доминирование же лесных угодий важно для оздоровления экологического состояния атмосферы не только в Российской Федерации, но и на сопредельных территориях евразийского континента.

Значительные площади в почвенном покрове РФ занимают малоплодородные подзолы (22% от общей площади), оглеенные почвы (16%).

Почти 13% приходится на дерново-подзолистые почвы, почти столько же – на бурые лесные и подбуры, вместе взятые. Горные почвы (горнолесные, горностепные, горно-луговые) занимают 9%, оторфованные почвы – 7% от общей площади земель. Черноземы занимают в нашей стране незначительные площади – менее 6%. Остальные 10% приходятся на серые лесные, луговые, аллювиальные, каштановые и другие.

Почти 80% почв нашей страны формируются в холодных гумидных условиях, из них 74% почв испытывают влияние вечной мерзлоты (на 9% площади она проявляется пятнами, на 21% – спорадически и на 44% общей площади вечная мерзлота сохраняется постоянно). Холодный климат, глубокое промерзание при суровых зимах, короткое лето определяют основные черты биохимических процессов в почвах, трансформацию и распределение в них органических веществ, активность в почвах микроорганизмов. На больших площадях происходит накопление слабо разложившихся органических остатков, относительно широко распространены оторфованные горизонты и почвы.

В большей части территории количество атмосферных осадков превышает испарение. Излишняя влага ведет к распространению переувлажненных почв (13%), мокрой тундры (15%), бореальных хвойных лесов (более 32%), где поверхностный дренаж и низкая температура ограничивают накопление деревьями биомассы.

Распространение относительно легких по гранулометрическому составу силикатных почвообразующих пород в лесной зоне благоприятно для дренажа и просачивания осадков. Сорбционная способность таких пород невелика. Такие свойства почв способствуют миграции органических веществ и металлов (железа, алюминия и других) в форме органоминеральных соединений, к попаданию их в грунтовые воды и образованию избыточно увлажненных почв. При таких природных условиях в сельскохозяйственных целях используются относительно небольшие площади земель страны.

3.5.2. Почвенные ресурсы Кировской области

В пределах Кировской области сложились предпосылки для формирования большого количества типов почв, число которых достигает полутора десятков. Зональными типами, закономерно сменяющимися друг друга от северных к южным границам области, являются подзолистые, дерново-подзолистые и серые лесные почвы. В случае избыточного увлажнения встречаются болотные, болотно-подзолистые и дерновые оглеенные почвы. На особых элементах рельефа или специфических породах встречаются дерновые литогенные, дерновые карбонатные и дерновые намытые почвы. В поймах рек выделяют несколько типов аллювиальных почв.

Подзолистые почвы занимают около трети площади области. Это зональный тип почв средней тайги. Основные их массивы находятся в северо-западных и северо-восточных районах области. Эти почвы бедны питательными веществами. Окультуривание подзолистых почв

малоэффективно. Наиболее рационально использование таких почв в лесном хозяйстве.

Дерново-подзолистые почвы покрывают почти половину площади области. Это типичный представитель почв южной тайги и смешанных лесов. Это почвы – основной пахотный фонд области. При высокой культуре земледелия они в состоянии обеспечить потребности населения в продуктах растениеводства.

Серые лесные почвы встречаются в комплексе с дерново-подзолистыми в самых южных районах Кировской области. Их площадь составляет менее одной десятой территории края.

Болотные почвы – верховые торфяные и низинные перегнойно-торфяные. Болотные верховые тяготеют к водораздельным пространствам, увлажняются дождевыми и снеговыми водами. Верховой торф как органическое удобрение почти непригоден ввиду низкой зольности и высокой кислотности. Это неплохое местное топливо для электростанций. Болотные низинные перегнойно-торфяные почвы распространены в центральных и южных районах области. Они привязаны к понижениям рельефа, имеют многогумусные (перегнойные) темноокрашенные горизонты с высокой степенью разложения органики. Такие почвы иногда неправильно именуют «чернозёмами» и применяют в качестве ценного органического удобрения.

Дерново-карбонатные почвы мелкими островками встречаются в разных частях области в местах близкого залегания карбонатных пород. Эти почвы имеют достаточно высокое плодородие.

Аллювиальные дерновые почвы – основной тип в группе пойменных почв. Эти почвы отличаются довольно высоким содержанием гумуса. Дерновые зернистые почвы – один из наиболее плодородных подтипов пойменных почв. Большой ущерб им наносит практикуемая в некоторых хозяйствах распашка под сельскохозяйственные культуры, так как это приводит к размыванию пахотного слоя.

Плодородие почв Кировской области

Неоднородность почвенного покрова сельхозугодий Кировской области проявляется в различных типах почвообразования, в составе почвообразующих пород, в механическом составе, в степени подверженности водной эрозии и оглеению, степени окультуренности. Преобладающими являются дерново-подзолистые почвы (занимают 83% всех площадей), в южной зоне области имеются более плодородные светло-серые лесные почвы (9%), кроме того в небольших количествах (от 1 до 4%) в области имеются дерново-подзолистые глеевые и глееватые, дерново-глеевые, дерново-карбонатные, серые лесные почвы

По результатам последнего цикла агрохимического обследования 72,7% (1548,1 тыс. га) площади пашни занимают кислые почвы, 530,4 тыс. га или 24,9% с низким содержанием подвижного фосфора, 511,5 тыс. га или 24% с низким содержанием обменного калия, что ограничивает урожайность на этих землях. Средневзвешенное содержание гумуса – 2,17%, а площади почв с

содержанием гумуса менее 2,1% занимают 954,1 тыс. га (44,8%). Обеспеченность почв области микроэлементами низкая. Площади почв с недостаточным (низким и средним) содержанием бора составляют 77,5%, молибдена – 99,5%, кобальта – 99,3%, меди – 51,4%, марганца – 39,4%, цинка – 67,3%, серы – 53%. Приведенная агрохимическая характеристика почв области характеризует их почвенное плодородие, как низкое, что соответствует естественному плодородию дерново-подзолистых почв.

Анализ качества сельскохозяйственных земель показывает, что на территории области повсеместно наблюдается устойчивая тенденция к активной деградации почвенного покрова, обусловленная отсутствием действенных мер по сохранению и воспроизводству плодородия почв.

В структуре кислых почв на очень сильно кислые (рН менее 4,0), сильно- (рН 4,1–4,5) и среднекислые почвы (рН 4,6–5,0) приходится 1012,8 тыс. га. Эти почвы нуждаются в первоочередном известковании. Отрицательное действие повышенной кислотности почвы, прежде всего, связано с тем, что для роста большинства растений требуется слабокислая, нейтральная и близкая к нейтральной реакция среды. Таких почв в области 1115,4 тыс. га.

Максимальные объемы известкования были достигнуты в период с 1987 по 1991 г., когда ежегодно по области известкование проводилось на площади 200–240 тыс. га, что было близко к научно обоснованному 5-летнему циклу известкования.

К сожалению, в последние годы происходит значительное снижение объемов известкования и фосфоритования почв: в 2009 г. произвестковано 3,5 тыс. га, профосфоритовано 2,9 тыс. га, в 2010 г. эти площади составили 1,2 тыс. га и 0,6 тыс. га соответственно.

Ежегодно растения выносят 45% азота, 6% фосфора, 10% калия, поэтому для предотвращения отрицательного баланса необходимо внесение их в виде минеральных удобрений. В 2010 г. внесено 1,0 млн т органических удобрений и 22,5 тыс. т действующего вещества минеральных удобрений, но этого крайне недостаточно, так как вместо необходимых 40–60 кг действующего вещества на гектар, внесено в 2010 г. 15 кг д.в. минеральных удобрений на гектар. Таким образом, вынос питательных веществ из почвы в 4 раза превосходит внесение их с удобрениями.

Учитывая, что количество поступающих веществ в почву ограничено, дробно и строго регламентировано, можно сказать, что загрязнение почв через агрохиммелиорацию с использованием минеральных удобрений не происходит.

Распределение земельного фонда Кировской области по категориям земель

Земельный фонд области на 1 января 2011 г. составил 12037,4 тыс. га, его структура представлена на рис. 3. В отчетный период произошли изменения в общих площадях категорий земель. Изменения произошли в категориях земель сельскохозяйственного назначения, земель населенных пунктов, земель промышленности, транспорта и иного специального назначения, земель лесного фонда и земель запаса.

Значительные изменения произошли в категориях земель сельскохозяйственного назначения, земель лесного фонда, земель запаса. В категориях земель водного фонда, земель особо охраняемых природных территорий и объектов изменений нет.

Структура земельного фонда. Структура земельного фонда области проиллюстрирована на рис. 3.

В структуре земельного фонда области преобладают две категории земель – земли лесного фонда и земли сельскохозяйственного назначения, составляющие в сумме 93,4% от общей площади области. Более половины территории области заняты землями лесного фонда – 54,3%, земли сельскохозяйственного назначения составляют 39,1%, земли населённых пунктов – 2,1%, земли запаса – 3,3%, земли промышленности – 0,5%, земли водного фонда – 0,6%, земли особо охраняемых территорий и объектов – 0,1% от всех земель, находящихся в границах области.

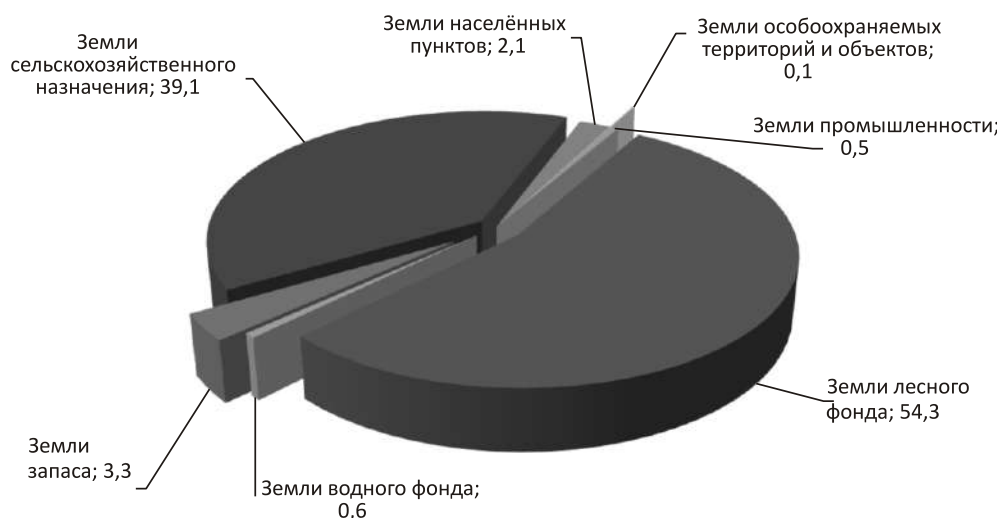


Рис. 3. Распределение земель по категориям

Земли сельскохозяйственного назначения

В состав этих земель входят территории, используемые для производства сельскохозяйственной продукции. На 1 января 2011 г. общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составила 4702,5 тыс. га. Основную долю земель категории составляют сельскохозяйственные угодья – 61,99%, в том числе пашня – 48,88%, залежь – 0,9%, многолетние насаждения – 0,23%, сенокосы – 5,87%, пастбища – 6,11% от общей площади. Лесные площади – 31,96%. Остальные виды угодий имеют небольшой удельный вес в составе данной категории и составляют: лесные насаждения, не входящие в лесной фонд – 2,52%, под водой – 0,59%, земли застройки – 0,16%, под дорогами – 0,9%, болота – 0,22%, нарушенные земли – 0,07%, прочие земли – 1,59% от общей площади категории.

Земли населённых пунктов

К землям населённых пунктов относятся территории, находящиеся в пределах границы населённых пунктов. Земли населённых пунктов

используются как места проживания и осуществления производственной деятельности людей и удовлетворения их культурных, бытовых и иных нужд. Земли населённых пунктов включают в себя застроенные территории; территории, используемые под площадями, улицами, бульварами, водоемами; используемые для сельскохозяйственного производства и иных целей.

Общая площадь земель населенных пунктов на 1 января 2011 г. составила 258,5 тыс. га.

Площадь городских населённых пунктов составляет 83,9 тыс. га. Наибольший удельный вес в структуре земельных угодий городских населённых пунктов занимают: сельскохозяйственные угодья – 31,4%, земли застройки – 22,5%, лесные площади – 16,7%, лесные насаждения не входящие в лесной фонд – 2,5%, под дорогами – 11,9%, под водными объектами – 3,8%, болота – 0,4%, нарушенные и прочие земли (земли, не вовлеченные в градостроительную или иную деятельность) составляют 10,8% от общей площади городских населенных пунктов.

В границах сельских населённых пунктов учитывается 174,6 тыс. га. Наибольший удельный вес в структуре земельных угодий сельских населённых пунктов занимают сельскохозяйственные угодья – 64,2%, земли застройки – 9,6%, земли под дорогами – 11,1%, лесные площади – 6,1%, лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, – 1,7%, земли под водой – 0,9%, болота – 0,1%, нарушенные и прочие земли (земли, не вовлеченные в градостроительную или иную деятельность) составляют 6,3% от общей площади сельских населенных пунктов. Высокий процент сельскохозяйственных угодий в структуре земель сельских населённых пунктов связан с наличием большого количества личных подсобных хозяйств (64,8 тыс. га), использованием земель садоводческими, огородническими и животноводческими объединениями и наличием резервных территорий (сенокосов и пастбищ, не предоставленных юридическим и физическим лицам).

Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения

К этой категории земель относятся территории, предоставленные предприятиям, различным объединениям и организациям для осуществления возложенных на них специальных задач. Эти земли являются базисом для индустриальной деятельности, служат для строительства, размещения, эксплуатации и обслуживания железных и автомобильных дорог, средств внутреннего водного, воздушного и трубопроводного транспорта, средств связи, радиовещания, телевидения, информатики и иного специального назначения. Часть земель этой категории предоставлена для нужд обороны и безопасности.

Общая площадь земель данной категории на 1 января 2011 г. составила 62,1 тыс. га, из которых земли транспорта имеют наибольший удельный вес – 39,3 тыс. га, или 63,3% от общей площади категории. В составе земель транспорта земли автомобильного транспорта составляют 28,9 тыс. га (46,5% от

общей площади категории), железнодорожного – 9,6 тыс. га (15,5%), воздушного – 0,7 тыс. га (1,1%), трубопроводного – 0,1 тыс. га (0,2% от общей площади категории).

Земли промышленности составляют 16,7 тыс. га (26,9% от общей площади категории), земли энергетики – 0,6 тыс. га (1,0%), земли связи, радиовещания, телевидения, информатики – 0,1 тыс. га (0,2%); земли обороны и безопасности – 2,2 тыс. га (3,5%) и земли иного специального назначения занимают 3,2 тыс. га (5,1% от общей площади категории).

Земли особо охраняемых территорий и объектов

К землям особо охраняемых территорий относятся земли, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное и иное ценное значение. Особо охраняемые природные территории являются объектами общенационального достояния. В целях их сохранения они изымаются полностью или частично из хозяйственного использования или гражданского оборота постановлениями федеральных органов государственной власти или решениями органов местного самоуправления.

Земли особо охраняемых территорий и объектов составляют 8,0 тыс. га на 01.01.2011 г.

Земли лесного фонда

Площадь земель лесного фонда на 01.01.2011 г. составила 6546,7 тыс. га (54,3% от общей площади области), включает лесные площади – 6301,7 тыс. га, что составляет 96,3% от общей площади категории. Из них покрытые лесом – 6145,4 тыс. га (93,9%), не покрытые лесом – 156,3 тыс. га (2,4%) и нелесные земли – 245,0 тыс. га, удельный вес которых составляет 3,7%, от общей площади категории.

В состав нелесных земель входят: сельскохозяйственные угодья 29,6 тыс. га (0,5%), дороги – 46,5 тыс. га (0,7%), поверхностные водные объекты – 16,6 тыс. га (0,2%), болота – 120,9 тыс. га (1,8%); лесные насаждения, не входящие в лесные площади, земли застройки, нарушенные земли и прочие земли в сумме составляют 31,4 тыс. га (0,5%) от общей площади категории.

Земли водного фонда

К землям водного фонда относятся территории, занятые водными объектами, земли водоохранных зон водных объектов, а также земли, выделяемые для установления полос отвода и зон охраны водозаборов, гидротехнических сооружений и иных водохозяйственных сооружений и объектов. Земли водного фонда используются для строительства и эксплуатации сооружений, обеспечивающих удовлетворение питьевых, бытовых, оздоровительных и других нужд населения, а также водохозяйственных, сельскохозяйственных, природоохранных, промышленных, рыбохозяйственных, энергетических, транспортных и иных потребителей.

Площадь земель водного фонда на 1 января 2011 г. составила 66,9 тыс. га. Под водой находится 62,6 тыс. га, или 93,6% всей площади земель водного фонда.

Земли запаса

К данной категории относятся земли, не учтенные в других категориях. Общая площадь земель составляет 392,7 тыс. га. Наибольший удельный вес в данной категории составляют: сельскохозяйственные угодья – 231,1 тыс. га (58,8%), лесные площади – 99,5 тыс. га (25,3%), лесные насаждения, не входящие в лесной фонд, – 25,0 тыс. га (6,4%) и прочие земли – 21,6 тыс. га (5,5%). Площади, занимаемые болотами, водными объектами, под застройкой, дорогами и нарушенными землями составляют 15,5 тыс. га (4%) от общей площади категории.

3.6. Антропогенная деградация почв

Антропогенная деградация биосферы – это такие нарушения структуры и функционирования биосферы под влиянием деятельности человека, которые ведут к ослаблению или невозможности выполнения ее глобальной функции – сохранения жизни на планете. Антропогенная деградация почв – это необратимые антропогенные изменения физических, химических, биологических свойств почв, которые ведут к невозможности выполнения в полной мере почвами их экологических функций. Так как функции почв уникальны, антропогенная деградация почв ведет к частичной деградации биосферы.

Деградация почв проявляется, прежде всего, в том, что они утрачивают свое плодородие. Деградация почв различных видов достигла огромных масштабов, последствия ее в последние 20 лет испытывает по крайней мере $\frac{1}{3}$ территории планеты. Биллионы тонн земли невозобновляемого природного ресурса ежегодно исключаются из сельскохозяйственного пользования. Чтобы заново создать почвенный слой, который нередко теряется за один сезон, нужны века. Если политика и экономика не обеспечат сохранение земли, локальная деградация почв примет глобальные масштабы. Утрата устойчивости почв ведет к потере устойчивости общества в целом. Реальной становится угроза краха сельского хозяйства, что очень опасно в условиях роста числа потребителей.

Уровень деградации земель непосредственно связан с плотностью населения и производства. Предполагается, что численность населения Земли к 2025 г. приблизится к 8,5 млрд человек. Рост населения опережает рост экономического развития, т. е. рост населения на планете происходит за счет относительно менее экономически развитых стран, где различные факторы способствуют росту площадей деградированных земель. В конце XX в. четверть населения проживала в экономически развитых странах. Прогнозируется, что в начале XXI в. в них будет проживать лишь $\frac{1}{5}$, к 2025 г. население этих стран составит лишь $\frac{1}{6}$ от общего числа обитателей планеты.

В настоящее время в 10 странах численность населения превышает 100 млн человек, в 11 странах население составляет 50–100 млн. Из 25 стран с высоким уровнем населения 6 стран находятся в Европе, 6 стран с высоким уровнем населения есть в Америке и Африке, 12 стран расположены в Азии. Самые высокие уровни рождаемости отмечены на африканском континенте.

Рост населения ведет к деградации почв, так как сопровождается необходимостью глобального увеличения производства продуктов питания. Следствием крайних степеней деградации почв является недостаток пищи и сопровождающий его голод.

И рост населения, и рост урбанизации сопровождаются размещением производства и проживания людей на новых площадях, интенсификацией использования земель. В конце XX в. в городах проживало 43% всех обитателей Земли. Доля городских жителей составляет $\frac{3}{4}$ всего населения в развитых странах и $\frac{1}{4}$ – в развивающихся странах.

Для сохранения жизни на планете необходимо сохранение почв путем разработки новых технологий, которые обеспечивали бы как экономический и социальный статус общества, так и улучшение состояния окружающей среды.

Причины и виды антропогенной деградации почв

Деградация почв может происходить под влиянием как природных, так и техногенных факторов (табл. 2).

Таблица 2

Основные причины деградации почв

Естественные	Антропогенные
• Климатические. • Гидрогеологические. • Морфодинамические. • Фитозоогенные	• Нерациональное ведение богарного и орошаемого земледелия. • Чрезмерный выпас. • Уничтожение почвенно-растительного покрова промышленным, коммунально-бытовым, ирригационным строительством. • Горные разработки. • Технологические и аварийные промышленные выбросы. • Сбросы сточных и дренажных вод. • Загрязнение, захламление. • Истощающее землепользование. • Уплотнение техникой. • Подтопление, несовершенство поливной техники, нарушение режима орошения (дозы, сроки, технология). • Внесение органических и минеральных удобрений

Список причин антропогенной деградации в несколько раз длиннее перечня причин естественного происхождения. Сведение лесов, перевыпас,

чрезмерная эксплуатация земель в условиях интенсивной сельскохозяйственной и индустриальной деятельности – основные причины разрушения почв.

Основные виды деградации почв: водная и ветровая эрозия, различные виды нарушения химического состояния почв (загрязнение, потеря элементов питания, закисление, защелачивание и пр.), физического состояния почв (разрушение структуры почв, уплотнение, затопление и пр.)

Деградация почв – явление общепланетарное. Размеры ее показывает табл. 3.

Таблица 3

Виды и размеры глобальной антропогенной деградации почв (млн га)

Вид деградации	Степень деградации			Общая площадь
	Слабая	Средняя	Сильная	
Водная эрозия	343	527	224	1094
Ветровая эрозия	269	254	26	549
Химическая деградация	93	103	43	239
Потеря элементов Латания	52	63	20	135
Засоление	35	20	21	76
Загрязнение	4	17	1	22
Закисление	2	3	1	6
Физическая деградация	44	27	12	83
Общая площадь	749	911	305	1965

Данные табл. 3 свидетельствуют о значительном развитии процесса деградации почв: на планете превалирует не слабая начальная стадия деградации, а средняя степень деградации почв. Безвозвратные потери сельскохозяйственных угодий из-за деградации уже превысили 1,5 млн га в год. Доля деградированных земель при различных видах землепользования в разных регионах земного шара колеблется в широких пределах и может достигать 94 % (табл. 4).

На степень деградации земель влияют уровень развития и вид хозяйствования в разных странах. В странах Азии и Африки высока роль в деградации почв перевыпаса и сведения лесов, в Северной Америке – сельскохозяйственной деятельности, в Европе – индустриального производства. Как правило, такая закономерность наблюдается вне зависимости от используемой методики оценки деградации почв. Хотя методики эти довольно существенно различаются. Одни из методик основаны на учете ежегодной потери урожая, другие – на учете суммарной потери урожая в результате деградации почв. В Европе на землях, занятых лугами и лесами, процент деградированных земель выше, чем в среднем на планете.

Таблица 4

Глобальное землепользование (млн га) и доля (%) деградированных земель [2]

Континент (регион)	Пашня		Луга		Леса (саванна)	
	Общая площадь	Дегради- рованные земли	Общая площадь	Дегради- рованные земли	Общая площадь	Дегради- рованные земли
Африка	187	65	793	31	683	19
Азия	536	38	978	20	1273	27
Южная Америка	142	45	478	68	896	13
Центр. Америка	38	74	94	11	66	38
Северная Америка	236	26	274	11	621	1
Европа	287	25	156	35	353	26
Океания	49	16	439	19	156	8
Всего в мире	1475	38	3212	21	4048	18

Преобладание того или иного вида деградации определяется и климатическими условиями, которые зачастую диктуют доминирующий вид хозяйственного освоения на данной территории. Например, в России прослеживается зональность в распространении разных видов деградации почв. На севере преобладает деградация оленьих пастбищ, в центральной части – дегумификация, истощение и эрозия почв, на юге – опустынивание. Повсеместно распространено загрязнение почв токсикантами, преимущественно промышленного происхождения (тяжелые металлы, нефть и нефтепродукты) (табл. 5).

Таблица 5

Факторы антропогенной деградации почв (млн га) [2]

Континент (регион)	Сведение лесов	Чрезмерная эксплуатация	Пере- выпас	Сельскохо- зяйственное производство	Промышленная деятельность
Африка	67	63	243	121	+
Азия	298	46	197	204	1
Южная Америка	100	12	68	64	–
Центр. Америка	14	11	9	28	+
Северная Америка	4	–	29	63	+
Европа	84	1	50	64	21
Океания	12	–	83	8	+
Всего в мире	579	133	679	552	22

Деградация почв вызывает негативные изменения, как экологических систем, так и в сельскохозяйственном производстве, а также в социальной сфере. В России водной эрозии подвержено 56% площадей, дефляции – 28%, химической деградации – 12%, физической деградации – 4% площадей. Сельскохозяйственные земли в России нарушены водной эрозией на площади 300 тыс. км², ветровой эрозией – на площади 79 тыс. км². Ежегодно площадь эродированных земель в стране возрастает на 4–5 тыс. км².

3.7. Почва как среда обитания

Особенности почвы

Почва представляет собой рыхлый тонкий поверхностный слой суши, контактирующий с воздушной средой. Несмотря на незначительную толщину, эта оболочка играет важнейшую роль в распространении жизни. Почва представляет собой не просто твердое тело, как большинство пород литосферы, а трехфазную систему, в которой твердые частицы окружены воздухом и водой. Она пронизана полостями, заполненными смесью газов и водными растворами, и поэтому в ней складываются чрезвычайно разнообразные условия, благоприятные для жизни множества микро- и макроорганизмов. В почве сглажены температурные колебания по сравнению с приземным слоем воздуха, а наличие грунтовых вод и проникновение осадков создают запасы влаги и обеспечивают режим влажности, промежуточный между водной и наземной средой. В почве концентрируются запасы органических и минеральных веществ, поставляемых отмирающей растительностью и трупами животных. Все это определяет большую насыщенность почвы жизнью.

В почве сосредоточены корневые системы наземных растений.

В среднем на 1 м² почвенного слоя приходится более 100 млрд клеток простейших, миллионы коловраток и тихоходок, десятки миллионов нематод, десятки и сотни тысяч клещей и коллембол, тысячи других членистоногих, десятки тысяч энхитрид, десятки и сотни дождевых червей, моллюсков и прочих беспозвоночных. Кроме того, 1 см² почвы содержит десятки и сотни миллионов бактерий, микроскопических грибов, актиномицетов и других микроорганизмов. В освещенных поверхностных слоях в каждом грамме обитают сотни тысяч фотосинтезирующих клеток зеленых, желто-зеленых, диатомовых и сине-зеленых водорослей. Живые организмы столь же характерны для почвы, как и ее неживые компоненты. Поэтому В. И. Вернадский отнес почву к биокосным телам природы, подчеркивая насыщенность ее жизнью и неразрывную связь с ней.

Неоднородность условий в почве резче всего проявляется в вертикальном направлении. С глубиной резко меняется ряд важнейших экологических факторов, влияющих на жизнь обитателей почвы. Прежде всего, это относится к структуре почвы. В ней выделяют три основных горизонта, различающихся по морфологическим и химическим свойствам: 1) верхний перегнойно-аккумулятивный горизонт А, в котором накапливается и преобразуется органическое вещество и из которого промывными водами часть соединений

выносятся вниз; 2) горизонт вымывания, или иллювиальный В, где оседают и преобразуются вымытые сверху вещества, и 3) материнскую породу, или горизонт С, материал которой преобразуется в почву.

В пределах каждого горизонта выделяются более дробные слои, также сильно различающиеся по свойствам. Например, в зоне умеренного климата под хвойными или смешанными лесами горизонт А состоит из подстилки (A_0) – слоя рыхлого скопления растительных остатков, темноокрашенного гумусового слоя (A_1), в котором частицы органического происхождения перемешаны с минеральными, и подзолистого слоя (A_2) – пепельно-серого по цвету, в котором преобладают соединения кремния, а все растворимые вещества вымыты в глубину почвенного профиля. Как структура, так и химизм этих слоев очень различны, и поэтому корни растений и обитатели почвы, перемещаясь всего на несколько сантиметров вверх или вниз, попадают в другие условия.

Размеры полостей между частицами почвы, пригодных для обитания в них животных, обычно быстро уменьшаются с глубиной. Например, в луговых почвах средний диаметр полостей на глубине 0–1 см составляет 3 мм, 1–2 см – 2 мм, а на глубине 2–3 см – всего 1 мм; глубже почвенные поры еще мельче. Плотность почвы также изменяется с глубиной. Наиболее рыхлы слои, содержащие органическое вещество. Порозность этих слоев определяется тем, что органические вещества склеивают минеральные частицы в более крупные агрегаты, объем полостей между которыми увеличивается. Наиболее плотен обычно иллювиальный горизонт В, сцементированный вымытыми в него коллоидными частицами.

Влага в почве присутствует в различных состояниях: 1) связанная (гигроскопическая и пленочная) прочно удерживается поверхностью почвенных частиц; 2) капиллярная занимает мелкие поры и может передвигаться по ним в различных направлениях; 3) гравитационная заполняет более крупные пустоты и медленно просачивается вниз под влиянием силы тяжести; 4) парообразная содержится в почвенном воздухе.

Содержание воды неодинаково в разных почвах и в разное время. Если слишком много гравитационной влаги, то режим почвы близок к режиму водоемов. В сухой почве остается только связанная вода и условия приближаются к наземным. Однако даже в наиболее сухих почвах воздух влажнее наземного, поэтому обитатели почвы значительно менее подвержены угрозе высыхания, чем на поверхности.

Состав почвенного воздуха изменчив. С глубиной в нем сильно падает содержание кислорода и возрастает концентрация углекислого газа. В связи с присутствием в почве разлагающихся органических веществ в почвенном воздухе может быть высокая концентрация таких токсичных газов, как аммиак, сероводород, метан и др. При затоплении почвы или интенсивном гниении растительных остатков местами могут возникать полностью анаэробные условия.

Колебания температуры резки только на поверхности почвы. Здесь они могут быть даже сильнее, чем в приземном слое воздуха. Однако с каждым

сантиметром вглубь суточные и сезонные температурные изменения становятся все меньше и на глубине 1–1,5 м практически уже не прослеживаются.

Все эти особенности приводят к тому, что, несмотря на большую неоднородность экологических условий в почве, она выступает как достаточно стабильная среда, особенно для подвижных организмов. Крутой градиент температур и влажности в почвенном профиле позволяет почвенным животным путем незначительных перемещений обеспечить себе подходящую экологическую обстановку.

Обитатели почвы

Неоднородность почвы приводит к тому, что для организмов разных размеров она выступает как разная среда. Для микроорганизмов особое значение имеет огромная суммарная поверхность почвенных частиц, так как на них адсорбируется подавляющая часть микробного населения. Сложность почвенной среды создает большое разнообразие условий для самых разных функциональных групп: аэробов и анаэробов, потребителей органических и минеральных соединений. Для распределения микроорганизмов в почве характерна мелкая очаговость, поскольку даже на протяжении нескольких миллиметров могут сменяться разные экологические зоны.

Для мелких почвенных животных (рис. 4, 5), которых объединяют под названием **микрофауна** (простейшие, коловратки, тихоходки, нематоды и др.), почва – это система микроводоемов. По существу, это водные организмы. Они живут в почвенных порах, заполненных гравитационной или капиллярной водой, а часть жизни могут, как и микроорганизмы, находиться в адсорбированном состоянии на поверхности частиц в тонких прослойках пленочной влаги. Многие из этих видов обитают и в обычных водоемах. Однако почвенные формы намного мельче пресноводных и, кроме того, отличаются способностью долго находиться в инцистированном состоянии, переживая неблагоприятные периоды. В то время как пресноводные амёбы имеют размеры 50–100 мкм, почвенные – всего 10–15. Особенно малы представители жгутиковых, нередко всего 2–5 мкм. Почвенные инфузории также имеют карликовые размеры и к тому же могут сильно менять форму тела.

Для дышащих воздухом несколько более крупных животных почва предстает как система мелких пещер. Таких животных объединяют под названием **мезофауна** (рис. 5). Размеры представителей мезофауны почв – от десятых долей до 2–3 мм. К этой группе относятся в основном членистоногие: многочисленные группы клещей, первичнобескрылые насекомые (коллемболы, протуры, двухвостки), мелкие виды крылатых насекомых, многоножки симфилы и др. У них нет специальных приспособлений к рытью. Они ползают по стенкам почвенных полостей при помощи конечностей или червеобразно извиваясь. Насыщенный водяными парами почвенный воздух позволяет дышать через покровы. Многие виды не имеют трахейной системы. Такие животные очень чувствительны к высыханию. Основным средством спасения от колебания влажности воздуха для них является передвижение вглубь. Но возможность миграции по почвенным полостям вглубь ограничивается

быстрым уменьшением диаметра пор, поэтому передвижения по скважинам почвы доступны только самым мелким видам. Более крупные представители мезофауны обладают некоторыми приспособлениями, позволяющими переносить временное снижение влажности почвенного воздуха: защитными чешуйками на теле, частичной непроницаемостью покровов, сплошным толстостенным панцирем с эпикутикулой в сочетании с примитивной трахейной системой, обеспечивающей дыхание.

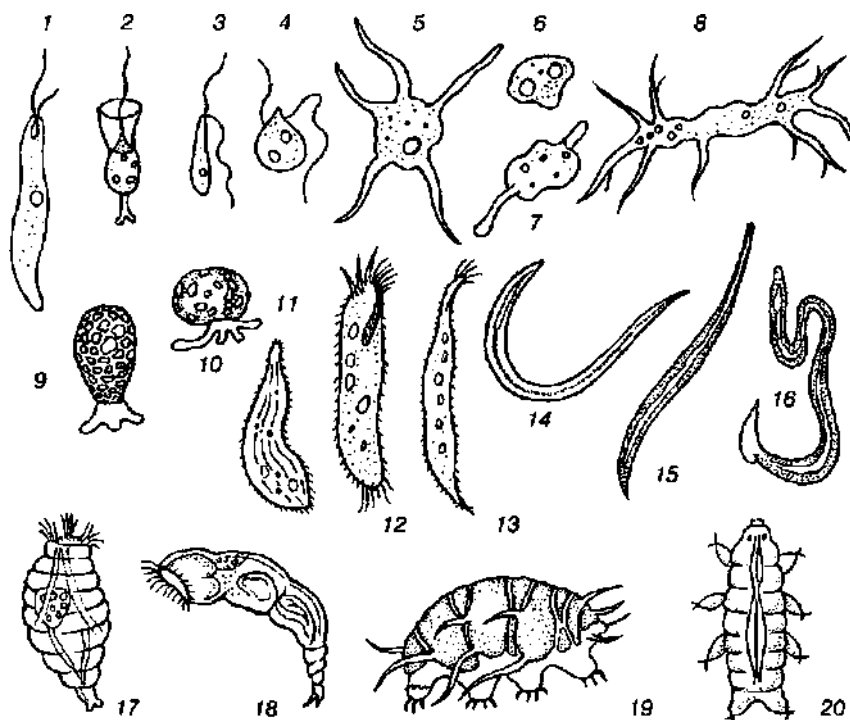


Рис. 4. Микрофауна почвы (по W. Dunger, 1974): 1–4 – жгутиковые; 5–8 – голые амёбы; 9–10 – раковинные амёбы; 11–13 – инфузории; 14–16 – круглые черви; 17–18 – коловратки; 19–20 – тихоходки

Периоды затопления почвы водой представители мезофауны переживают в пузырьках воздуха. Воздух задерживается вокруг тела животных благодаря их несмачивающимся покровам, снабженным к тому же волосками, чешуйками и т. п. Пузырек воздуха служит для мелкого животного своеобразной «физической жаброй». Дыхание осуществляется за счет кислорода, диффундирующего в воздушную прослойку из окружающей воды.

Представители микро- и мезофауны способны переносить зимнее промерзание почвы, так как большинство видов не может уходить вниз из слоев, подвергающихся воздействию отрицательных температур.

Более крупных почвенных животных, с размерами тела от 2 до 20 мм, называют представителями *макрофауны* (рис. 6). Это личинки насекомых, многоножки, энхитреиды, дождевые черви и др. Для них почва – плотная среда, оказывающая значительное механическое сопротивление при движении. Эти относительно крупные формы передвигаются в почве либо расширяя естественные скважины путем раздвигания почвенных частиц, либо роя новые

ходы. Оба способа передвижения накладывают отпечаток на внешнее строение животных.

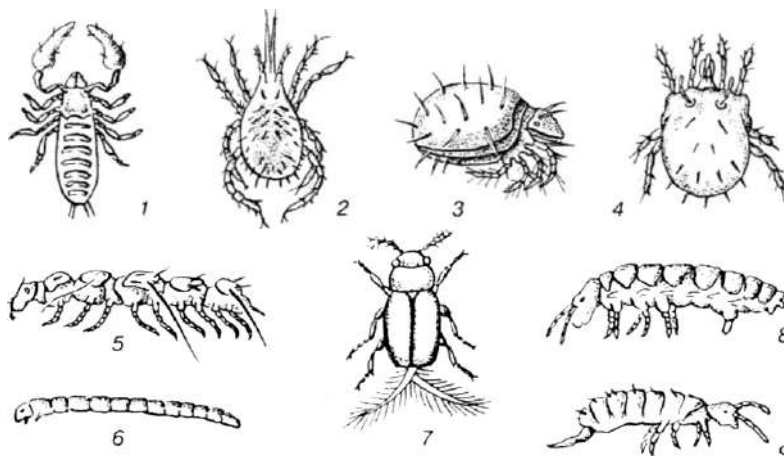


Рис. 5. Мезофауна почв (по W. Dunger, 1974): 1 – лжескорпион; 2 – гамазовый клещ; 3–4 – панцирные клещи; 5 – многоножка пауโรปода; 6 – личинка комара-хирономиды; 7 – жук из сем. *Ptiliidae*; 8–9 – коллемболы

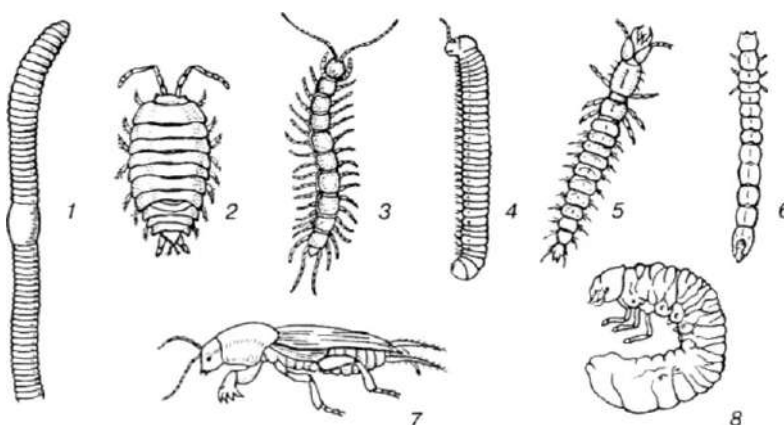


Рис. 6. Макрофауна почв (по W. Dunger, 1974): 1 – дождевой червь; 2 – мокрица; 3 – губоногая многоножка; 4 – двупарноногая многоножка; 5 – личинка жулици; 6 – личинка шелкуна; 7 – медведка; 8 – личинка хруща

Возможность двигаться по тонким скважинам, почти не прибегая к рытью, присуща только видам, которые имеют тело с малым поперечным сечением, способное сильно изгибаться в извилистых ходах (многоножки – косянки и геофилы). Раздвигая частицы почвы за счет давления стенок тела, передвигаются дождевые черви, личинки комаров-долгоножек и др. Зафиксировав задний конец, они утончают и удлиняют передний, проникая в узкие почвенные щели, затем закрепляют переднюю часть тела и увеличивают его диаметр. При этом в расширенном участке за счет работы мышц создается сильное гидравлическое давление несжимающейся внутрителесной жидкости: у червей – содержимого целомических мешочков, а у типулид – гемолимфы. Давление передается через стенки тела на почву, и таким образом животное расширяет скважину. При этом сзади остается открытый ход, что грозит

увеличением испарения и преследованием хищников. У многих видов развиты приспособления к экологически более выгодному типу передвижения в почве – рытью с закупориванием за собой хода. Рытье осуществляется разрыхлением и отгребанием почвенных частиц. Личинки разных насекомых используют для этого передний конец головы, мандибулы и передние конечности, расширенные и укрепленные толстым слоем хитина, шипами и выростами. На заднем конце тела развиваются приспособления для прочной фиксации – выдвигающиеся подпорки, зубцы, крючья. Для закрывания хода на последних сегментах у ряда видов имеется специальная вдавленная площадка, обрамленная хитиновыми бортиками или зубцами, своего рода тачка. Подобные площадки образуются на задней части надкрылий и у жуков-короедов, которые тоже используют их для закупоривания ходов буровой мукой. Закрывая за собой ход, животные – обитатели почвы постоянно находятся в замкнутой камере, насыщенной испарениями собственного тела.

Газообмен большинства видов этой экологической группы осуществляется при помощи специализированных органов дыхания, но наряду с этим дополняется газообменом через покровы. Возможно даже исключительно кожное дыхание, например у дождевых червей, энхитреид.

Роющие животные могут уходить из слоев, где возникает неблагоприятная обстановка. В засуху и к зиме они концентрируются в более глубоких слоях, обычно в нескольких десятках сантиметров от поверхности.

Мегафауна почв – это крупные землерои, в основном из числа млекопитающих. Ряд видов проводит в почве всю жизнь (слепыши, слепушонки, цокоры, кроты Евразии, златокроты Африки, сумчатые кроты Австралии и др.) Они прокладывают в почве целые системы ходов и нор. Внешний облик и анатомические особенности этих животных отражают их приспособленность к роющему подземному образу жизни. У них недоразвиты глаза, компактное, вальковатое тело с короткой шеей, короткий густой мех, сильные копательные конечности с крепкими когтями. Слепыши и слепушонки разрыхляют землю резцами. К мегафауне почвы следует отнести и крупных олигохет, в особенности представителей семейства *Megascolecidae*, обитающих в тропиках и Южном полушарии. Самый крупный из них австралийский *Megascolides australis* достигает в длину 2,5 и даже 3 м.

Кроме постоянных обитателей почвы, среди крупных животных можно выделить большую экологическую группу *обитателей нор* (суслики, сурки, тушканчики, кролики, барсуки и т. п.). Они кормятся на поверхности, но размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются от опасности в почве. Целый ряд других животных использует их норы, находя в них благоприятный микроклимат и укрытие от врагов. Норники обладают чертами строения, характерными для наземных животных, но имеют ряд приспособлений, связанных с роющим образом жизни. Например, у барсуков длинные когти и сильная мускулатура на передних конечностях, узкая голова, небольшие ушные раковины. У кроликов по сравнению с зайцами, не роющими нор, заметно укорочены уши и задние ноги, более прочный череп, сильнее развиты кости и мускулатура предплечий и т. п.

По целому ряду экологических особенностей почва является средой, промежуточной между водной и наземной. С водной средой почву сближают ее температурный режим, пониженное содержание кислорода в почвенном воздухе, насыщенность его водяными парами и наличие воды в других формах, присутствие солей и органических веществ в почвенных растворах, возможность двигаться в трех измерениях.

С воздушной средой почву сближают наличие почвенного воздуха, угроза иссушения в верхних горизонтах, довольно резкие изменения температурного режима поверхностных слоев.

Промежуточные экологические свойства почвы как среды обитания животных позволяют предполагать, что почва играла особую роль в эволюции животного мира. Для многих групп, в частности членистоногих, почва послужила средой, через которую первоначально водные обитатели смогли перейти к наземному образу жизни и завоевать сушу. Этот путь эволюции членистоногих доказан трудами М.С. Гилярова (1912–1985).

Основные группы почвенных микроорганизмов

Микроорганизмы (или микробы) – это сборное понятие, объединяющее все организмы, которые мы не можем видеть невооруженным глазом. Это разнородная группа, включающая микроскопические растения (водоросли), микроскопические животные (простейшие), микроскопические грибы. Все эти группы объединяет строение клетки с оформленным ядром и наличием органоидов (митохондрий, комплекса Гольджи, эндоплазматической сети). Они относятся к царству эукариотных, т. е. ядерных организмов. Господствующее положение в микромире занимают бактерии. Это тоже клеточные организмы, но у них нет оформленного ядра, и поэтому они относятся к царству прокариот (т. е. доядерных организмов). Бактерии очень примитивны по внутреннему строению, мало разнообразны по внешнему виду. Но именно в царстве бактерий обнаружено самое большое разнообразие типов питания, самое большое разнообразие ферментативных реакций, выживание в самых экстремальных и необычных условиях среды. Именно бактерии были первыми обитателями нашей планеты и до сих пор являются господствующей группой организмов, без деятельности которых высшая жизнь на планете прекратится за очень короткое время (менее чем за 100 лет).

Почвенные водоросли. Это фотосинтезирующие микроорганизмы, способные обитать как в толще почвы, так и на ее поверхности, разрастаясь в виде налетов, легко заметных невооруженным глазом, – «цветение» почвы. Наука о почвенных водорослях – почвенная альгология – появилась в XX в. Одним из создателей этой науки была Эмилия Адриановна Штина – доктор биологических наук, профессор Вятской государственной сельскохозяйственной академии.

В почвах Кировской области обитает более 600 видов водорослей из разных отделов. При этом, как показано Э.А. Штиной, состав водорослей – один из диагностических признаков типа почвы. Например, для подзолообразовательного процесса характерны группировки водорослей с

преобладанием зеленых, ограниченное число видов и небольшая их биомасса. Для дернового процесса – разнообразие всех групп (зеленые, желтозеленые, диатомовые водоросли, развитие азотфиксирующих синезеленых). Болотный процесс связан с большим разнообразием зеленых и диатомовых. Количество клеток в 1 г почвы в слое 0–5 см в почвах колеблется от десятков тысяч до сотен тысяч клеток: подзолистая до – 89; дерново-подзолистая – 190–200; торфяно-болотная – 40–190; серая лесная – до 750; дерново-карбонатная – до 250; аллювиальная – до 600.

Биомасса водорослей в почвах Кировской области минимальная в подзолистых почвах – 7–30 кг/га, в дерново-подзолистых – до 260 кг/га, в торфяных – до 820 кг/га. Продукция водорослей может за вегетационный сезон превышать их биомассу в несколько раз. Поэтому даже при небольшой одномоментной биомассе почвенные водоросли вносят существенный вклад в баланс органического вещества в почве. Особенно велика в создании плодородия почвы роль синезеленых азотфиксирующих водорослей. Как установлено Е.М. Панкратовой и ее учениками, синезеленые водоросли (цианобактерии) вносят в почву от 70 до 600 кг/га органического вещества и до 30 кг/га азота. Этот азот, усвоенный цианобактериями из воздуха, поступает в круговорот веществ, и скоро его можно обнаружить в телах других микроорганизмов – бактерий, беспозвоночных, и, в конечном счете, в телах высших растений.

Одно из необычных явлений в жизни почвы, когда особенно ярко проявляется экологическая роль водорослей и цианобактерий, – ее «цветение», то есть массовое размножение микрофототрофов до состояния изменения окраски почвы, появления на поверхности почвы налетов, пленок, корочек. На полях Кировской области «цветение» почвы начинается сразу после таяния снега и может с перерывами на особо засушливые условия продолжаться вплоть до ухода почвы под снег. При «цветении» почвы формируются настоящие фитоценозы в миниатюре, для которых характерны многие закономерности, которые мы выявляем при изучении функционирования сообществ, сформированных высшими растениями.

Интенсивность размножения водорослей на поверхности почвы зависит от многих факторов: влажность почвы и воздуха, температура почвы и воздуха, тип почвы, наличие высших растений, способ обработки почвы, применяемые удобрения. Поэтому численность клеток в пленках «цветения» колеблется в широком интервале. Так, минимальная численность, при которой слабое изменение окраски почвы (ее позеленение) мы можем наблюдать невооруженным глазом, лежит в пределах 45–50 тыс. клеток/см² почвы. Максимальный показатель – 40 млн клеток/см². При такой плотности клеток наблюдается формирование структуры, похожей на псевдоткань, контакты организмов очень тесные, возникают самые разнообразные отношения между водорослями и населяющими эти пленки бактериями, грибами и беспозвоночными. При этом структура сообщества меняется как в течение сезона, так и под влиянием применяемых удобрений. В естественных условиях для пленок «цветения» характерна сезонная смена группировок по следующей

схеме: май-июнь – массовое развитие зеленых водорослей (до 90% в пленках, 10% – вклад диатомовых водорослей), июль – появление не фиксирующих азот цианобактерий. В состав пленок входят (в среднем) зеленые водоросли до 68%, диатомеи – до 15% и цианобактерии – до 17%. В конце лета и начале осени, когда в почве становится мало азота из-за выноса его высшими растениями, азотфиксирующие цианобактерии могут составлять до 83% численности фотосинтезирующих микроорганизмов при «цветении» почвы. В то же время в пленках встречаются и все другие группы водорослей. Поэтому структурный анализ пленок «цветения» можно использовать для диагностики состояния почвы. Наличие всех групп водорослей говорит о нормальном состоянии почвы. Но если в позднелетний или осенний период в сообществах «цветения» пахотных почв отсутствует какая-либо группировка, это свидетельствует о неблагополучии почвы, о том, что в ней содержатся какие-либо токсические вещества или элементы (рис. 7).

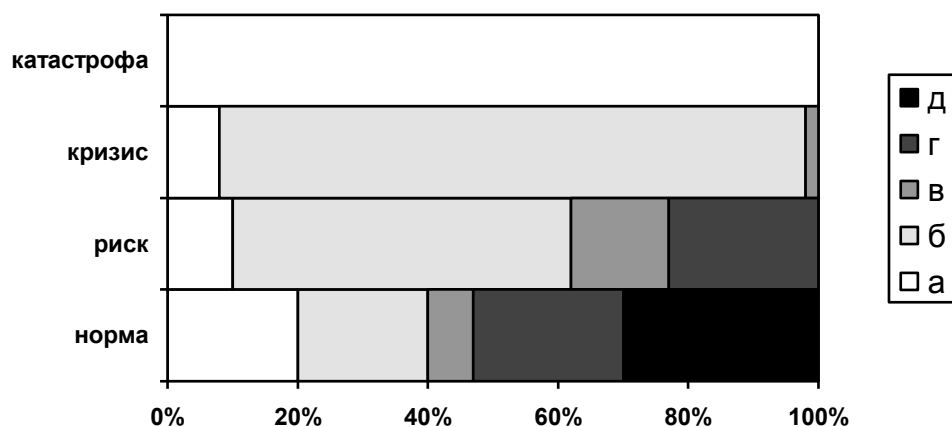


Рис. 7. Индикаторная шкала оценки биологического состояния почвы по ее «цветению». Условные обозначения: а – одноклеточные зеленые и желтозеленые водоросли, б – нитчатые зеленые и желтозеленые водоросли, в – диатомеи, г – безгетероцистные цианобактерии, д – гетероцистные цианобактерии

Почву, на поверхности которой в конце вегетационного сезона развиваются сообщества, содержащие все группировки водорослей, можно считать пребывающей в состоянии, которое в современной прикладной экологии оценивается как «норма». О надвигающемся неблагополучии свидетельствует тот факт, что начинает преобладать какая-то группировка, которая доминирует в любой срок наблюдения. Почва вступает в зону «риска». Исчезновение из структуры азотфиксирующих цианобактерий – признак надвигающегося «кризиса». И если в наземном сообществе размножаются только немногие виды одноклеточных зеленых водорослей, это показатель накопления почвой токсических свойств, делающих ее непригодной для высших растений, т. е. явное состояние «катастрофы».

Почвенные грибы. Грибы – организмы, сочетающие признаки растений, животных, бактерий и специфические, характерные только для данной группы

организмов. Признаки грибов, придающие им черты сходства с растениями, следующие: неограниченный верхушечный рост, наличие вакуолей, синтез витаминов. Общие с животными признаки: отсутствие хлорофилла и, следовательно, способности к фотосинтезу; гетеротрофный тип питания, наличие в клеточной стенке хитина, а не целлюлозы; запасной углевод не крахмал, а гликоген. Общие свойства с бактериями: синтез внеклеточных ферментов, благодаря этому грибы способны к минерализации самых сложных природных полимеров, как и бактерии. В природных сообществах роль грибов в пищевых цепях такая же, как у бактерий, – редуценты органического вещества. Особые свойства грибов, в первую очередь, необычное строение тела: разветвленный мицелий, состоящий из гифов. Есть одноклеточные грибы. Они называются дрожжи.

Грибы распространены всюду, где есть хотя бы небольшие следы органического вещества. Легкость их распространения объясняется способностью к образованию многочисленных, очень легких спор, которые могут переноситься на большие расстояния. Среди грибов есть сапротрофы (питающиеся мертвой органикой), симбиотические, паразитические формы, хищные грибы.

В Кировской области изучение почвенных грибов впервые было проведено доцентом Кировского сельхозинститута Еленой Владимировной Бажиной. Она определила наиболее распространенные виды микроскопических почвенных грибов, подсчитала их численность в различных почвах. В настоящее время в лаборатории биомониторинга Вятского государственного гуманитарного университета проводят исследования по определению запасов грибной биомассы в различных почвах. Выявлено, что в луговых почвах биомасса микроскопических грибов колеблется в пределах от 40 кг до 1 т/га, при этом длина мицелия может достигать до 400 м в 1 г почвы. В лесных почвах биомасса грибов значительно выше: от 450 кг до 3,5 т на 1 гектар, а длина мицелия может достигать 2,0 км в 1 г почвы. Именно грибам в лесных почвах принадлежит главная роль по переработке лесного опада. Грибы синтезируют и выделяют в окружающую среду гидролитические ферменты, расщепляющие любые органические субстраты (целлюлозу, крахмал, кератин, входящий в состав шерсти, хитин, древесину, лигнин). За сутки грибы разлагают в 2–7 раз больше органического вещества, чем потребляют. Этим они отличаются от животных-консументов и поэтому считаются главными минерализаторами органического вещества в лесных почвах.

Среди микроскопических грибов встречаются группы с бесцветным и окрашенным (пигментированным) мицелием. Окрашенные формы грибов можно рассматривать как индикаторы на нахождение в почве различных загрязняющих веществ: тяжелых металлов, ядохимикатов, нефти и нефтепродуктов, фосфорорганических соединений. Чем больше загрязнителей почвы – поллютантов, тем больше в грибном сообществе процентное содержание пигментированных грибов.

В последние десятилетия в наземных биогеоценозах размножается все больше паразитических фитопатогенных грибов. Это грибы, которые не только

вызывают болезни и гибель растений, но и выделяют яды (токсины), отравляющие почву, растения, животных и человека. Среди наиболее опасных и распространенных грибов в мире, в том числе и в нашей области, безусловным лидером являются грибы из рода фузариум. Это единственные микроскопические грибы, которые, как и водоросли, могут в массе размножаться на поверхности почвы, образуя своеобразное «цветение» в виде пушистых белых налетов. Особенно характерна эта картина весной, на полях озимой ржи, сразу после таянья снега. Издали поля кажутся покрытыми клочковатыми белыми хлопьями, из-за которых не видно растений. Подойдя ближе, можно видеть, что листочки озимой ржи побурели, выглядят вареными, а на почве и на растениях белые образования, похожие на плесень. Болезнь так и называется – «снежная плесень», причиной ее являются фузариум. Гибель растений на полях после теплой многоснежной зимы может достигать до 90%. Изучение под микроскопом сразу же выявляет многочисленные споры фузариума, которые состоят из 4–5 клеток, похожих на серпики, их численность доходит до 500 тысяч на 1 см², а в глубине почвы 40–400 тыс. спор в 1 г (рис. 8).

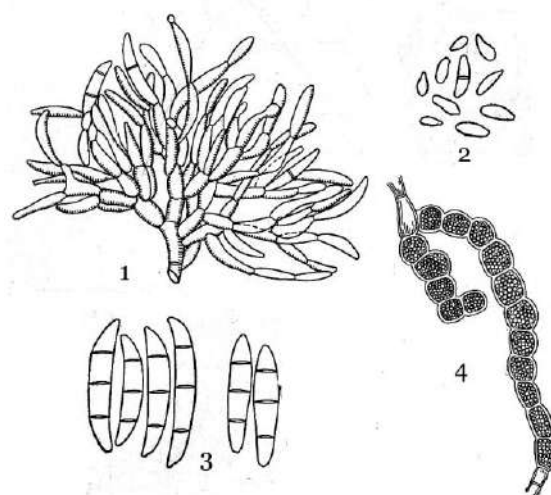


Рис. 8. Фузариум: 1 – мицелий со спорами; 2–4 – различные виды спор

Фузариум оказались настолько приспособленными к современному загрязнению окружающей среды, что легко выживают вблизи автомагистралей в городских почвах с повышенной концентрацией свинца, мышьяка, меди, кадмия.

Фузариум стали всеядными, так как заражают не только злаки и другие сельскохозяйственные культуры, но и декоративные растения, и сеянцы хвойных пород. В нашей области не один раз наблюдалась полная гибель сеянцев ели и сосны в лесопитомниках, вызванная фузариумом. Поэтому кировские исследователи, как и другие российские и зарубежные ученые, пытаются найти действенные приемы борьбы с этим опасным паразитическим грибом. Особенно большие надежды при этом возлагают на поиск микробов-антагонистов, которые могли бы ограничить размножение фузариумов.

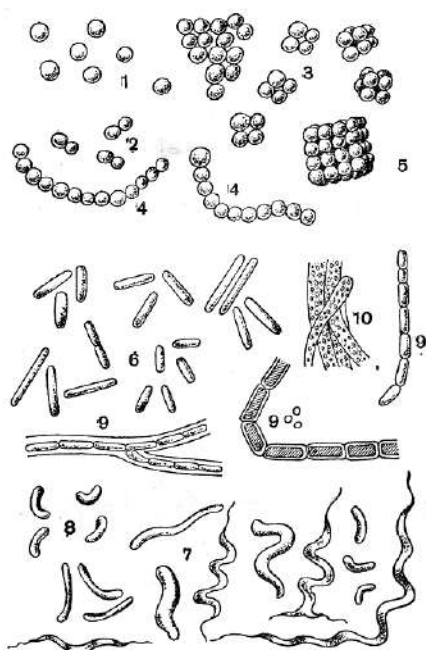


Рис. 9. Морфология бактерий.

1. Микрококки.
2. Диплококки.
3. Тетракокки.
4. Стрептококки.
5. Сарцины.
6. Палочки.
7. Спириллы.
8. Вибрионы.
9. Нитчатые формы.
10. Спирохеты

Почвенные бактерии. Это наиболее многочисленная группа почвенных микроорганизмов (рис. 9). В Кировской области первым почвенным микробиологом была Лариса Александровна Юнг, которая с середины 20-х г. XX в. начала работать на Фаленской селекционной станции. Она первая провела определение численности основных групп почвенных бактерий, изготовила первые в области бактериальные удобрения на основе свободноживущих и симбиотических азотфиксаторов. Детальное изучение почвенных бактерий, их значение в плодородии почвы, в питании растений, в защите растений от инфекций проводится НИИ сельского хозяйства Северо-Востока. Эти исследования обобщены в первой монографии по почвенным бактериям Кировской области, написанной Ириной Геннадьевной Широких и Александром Анатольевичем Широких «Микробные сообщества кислых почв Кировской области».

Среди почвенных бактерий выделяются группы, осуществляющие различные процессы, связанные с превращением и круговоротом важнейших биогенных элементов. Так, важнейшим для биосферы является цикл углерода. Все органические остатки и прижизненные выделения растений и животных подвергаются переработке с помощью аэробных и анаэробных бактерий. В

почве начинается и заканчивается такой важнейший цикл, как круговорот азота, состоящий из 4 этапов. Этап, равный по значимости фотосинтезу, называется азотфиксацией. Это процесс усвоения бактериями молекулярного азота и превращения его в ходе биохимических реакций в клетке в аминокислоты и белки. В почвах области обитают свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Чтобы выделить из почвы группировки свободноживущих азотфиксаторов, можно использовать питательную среду очень простого состава, но без содержания связанных форм азота и добавить в такую жидкую питательную среду немного любой почвы. Через несколько дней на поверхности жидкости появляются пленки бурого цвета, выделяются пузырьки газов и при микроскопировании можно обнаружить клетки различной формы: длинные толстые палочки, короткие и длинные тонкие палочки, округлые клетки, бактериальные споры, похожие на барабанные палочки, ракетки, лимоны. Численность таких бактерий в почвах достигает несколько сот тысяч в 1 г, а за год они могут накопить азота до 30 кг/га.

Симбиотические азотфиксаторы называются клубеньковыми бактериями, потому что, попадая в корни бобовых растений, они там размножаются, на

корнях появляются вздутия – клубеньки. Выкопав из почвы любое бобовое растение (горох, бобы, клевер, вику, люпин, фасоль), сразу же можно понять, происходит ли в корнях процесс азотфиксации. Если клубеньки плотные, тугие, розового или красного цвета, значит, в них живут активные клубеньковые бактерии, за счет деятельности которых синтезируются незаменимые аминокислоты, идущие и на синтез белков бобового растения. Поэтому белки бобовых, в отличие от белков других растений, очень похожи на животные белки, и их используют как добавки при производстве колбасы и других продуктов вместо мяса. Красный цвет клубеньков объясняется синтезом особого пигмента – леггемоглобина, похожего на гемоглобин крови человека и млекопитающих. Пигмент доставляет связанный кислород клубеньковым бактериям. Он синтезируется только в результате симбиоза бобовых и бактерий.

Если клубеньки на корнях бурые или желтые, дряблые, морщинистые, мягкие, в таких клубеньках бактерии не активны, азотфиксация не происходит.

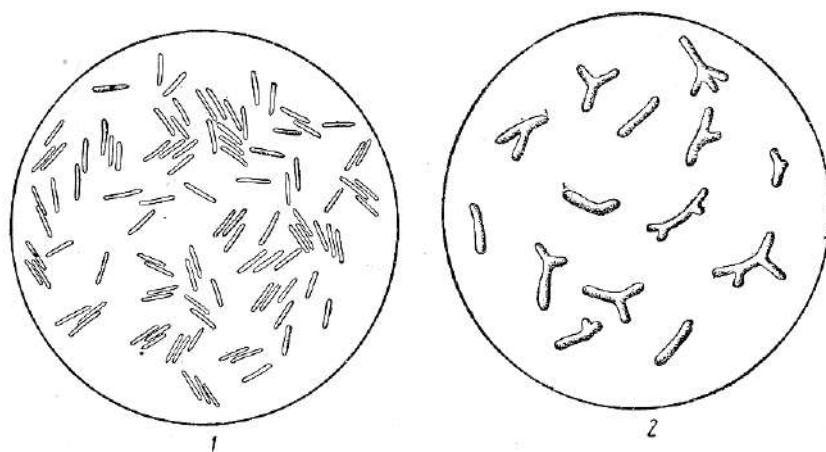


Рис. 10. Клубеньковые бактерии:
1 – бактерии из молодых клубеньков,
2 – бактериоиды из старых клубеньков

Если клубенек раздавить и посмотреть под микроскопом, то можно увидеть клетки разной формы. Мелкие палочки – это обычные клетки, не способные к азотфиксации. Клетки, которые по объему в несколько раз больше и имеют форму спирали, рогатки, грушевидную, шаровидную, называются бактериоидами, именно в них происходит усвоение

молекулярного азота (рис. 10).

При выращивании бобовых за счет работы симбиотических азотфиксаторов в почве могут накапливаться десятки или сотни килограммов азота. Поэтому так важно для плодородия почвы, чтобы на полях выращивали бобовые, особенно многолетние. А чтобы азотфиксация проходила более интенсивно, семена бобовых искусственно обрабатывают чистыми культурами активных рас клубеньковых бактерий. Такое бактериальное удобрение впервые было использовано еще в конце XIX в. в Германии. И сейчас во всех странах с развитым сельским хозяйством используют предпосевную обработку семян бобовых клубеньковыми бактериями. В нашей области бактериальное удобрение на основе клубеньковых бактерий много лет готовят на кафедре ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э.А. Штиной.

Таким образом, плодородие почвы во многом зависит от того, насколько активно размножаются в этой почве азотфиксирующие бактерии. Для их большого количества надо, чтобы в почве было больше органического углерода

и чтобы почвы были не кислые. Для этого в почву вносят свежий навоз, запахивают солому, вносят известь. Такие агротехнические приемы могут в несколько раз увеличить размеры азотфиксации.

Важным этапом в превращении веществ в почве является процесс гниения, который еще называют аммонификация, так как при микробиологическом разложении азотсодержащих органических веществ одним из продуктов является аммиак. Гниlostные бактерии – самая распространенная и многочисленная группа почвенных микробов. Их численность в пахотной дерново-подзолистой почве при длительном применении минеральных удобрений под такой культурой, как озимая рожь, может достигать 320 млн клеток на 1 г почвы. В лесных почвах доходит до 32–70 млн клеток в 1 г. На залежных лугах – до 195 млн клеток в 1 г. В среднем в наших почвах численность гниlostных бактерий колеблется в пределах от сотен тысяч до нескольких миллионов клеток в 1 г почвы. Запасы бактериальной биомассы достигают несколько сотен килограммов на 1 г. Наибольшие запасы сосредоточены в верхних почвенных слоях и значительно снижаются с глубиной.

Интересной и своеобразной группой почвенных бактерий являются актиномицеты, которые имеют тело, очень похожее на грибной мицелий, только с прокариотным строением клетки. В почвах Кировской области биомасса актиномицетов колеблется от 23 до 42 кг/га, а длина мицелия может достигать 300 м/г. Актиномицеты, как и грибы, способны вести гидролиз сложных природных полимеров. Кроме того, они синтезируют и выделяют в окружающую среду много антибиотиков и других биологически активных веществ, которые сильно влияют на окружающие организмы (рис. 11).

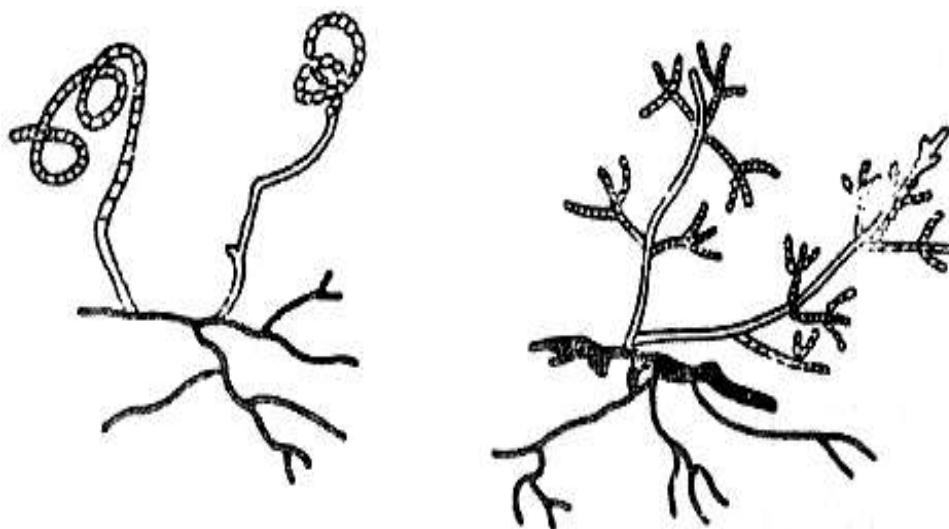


Рис. 11. Актиномицеты

4. ТРАДИЦИОННАЯ И АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ [7–9]

4.1. История энергетики и её современное состояние

Развитие цивилизации сопровождалось убыстряющимся ростом потребления энергии и увеличением количества её источников.

Источники энергии. Вплоть до XX в. основными источниками энергии были древесина и органические остатки, в XX в. к ним добавились ископаемые энергоносители – уголь, нефть, газ (на протяжении столетия снижалась роль угля и повышалась роль нефти и газа). Во второй половине века к этим традиционным источникам энергии прибавилась атомная энергия.

В этот же период стала возрастать роль гидроэнергетики, и были построены крупнейшие гидроэлектростанции. В последние десятилетия, когда обозначились перспективы исчерпания углеродистых энергоносителей, появился интерес к развитию энергетики на основе нетрадиционных возобновимых источников энергии (ВИЭ) – солнца, ветра, малых водотоков, земных глубин, приливов и т. д.

Рост энергопотребления. Увеличение потребления энергии – один из важнейших показателей развития цивилизации. Особенно быстро потребление энергии росло в постиндустриальный период. За вторую половину XX в. народонаселение планеты увеличилось вдвое, а потребление энергии возросло в 13 раз. При этом энергия получалась в первую очередь за счёт сжигания исчерпаемых углеродистых энергоносителей, что вело к загрязнению окружающей среды и потеплению климата. При добыче ископаемого топлива происходили серьёзные нарушения литосферы, и загрязнялась гидросфера. Сложившиеся тенденции развития энергетики в настоящее время противоречат основным установкам устойчивого развития общества.

Современная энергетика – «углеродная»: 80% энергии получается от сжигания углеродосодержащих энергоносителей (нефти, угля, газа). Впрочем, энергетические бюджеты разных стран существенно различаются. В энергетике Китая и США 50% энергии получается за счёт угля, в России такая же доля энергии получается за счёт газа, во Франции почти 80% энергии дают атомные электростанции. В Японии энергетический бюджет наиболее гармоничен: 30% – энергии атома, по 20% – нефть, газ, уголь, свыше 10% – возобновимые источники. На рис. 12 показана классификация видов современной энергетики, их характеристика будет дана в следующих разделах [7].

Прогноз развития энергетики на длительную перспективу невозможен, так как он определяется новыми технологическими решениями. Экспертами ООН оцениваются лишь возможные перспективы до 2020 г. По этим прогнозам мировое потребление энергии будет увеличиваться на 2% в год. При этом в основном будут увеличиваться затраты энергии на транспорт, сегодня они растут на 1,4% в год в развитых странах и на 3,6% – в развивающихся.

Ожидается, что затраты энергии в транспортном секторе увеличатся на 75%. Подушное потребление энергии в мире уже близко к стабилизации, хотя общее потребление энергии возрастет на 50–75%, причём, в значительной мере – за счёт стран с быстрорастущим населением. В целом прогнозируется увеличение потребления энергии в Азии более чем в 2 раза (по сравнению с 1990 г.).

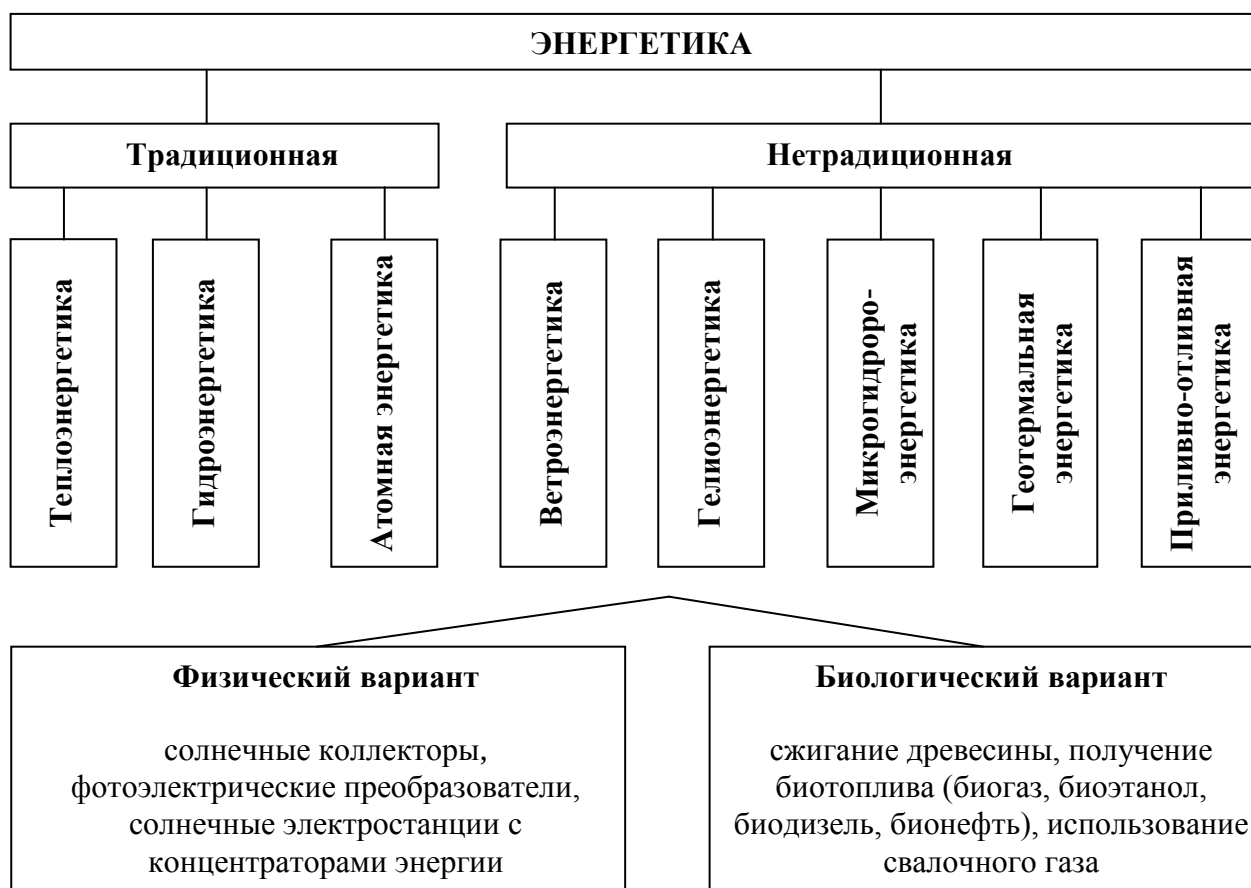


Рис. 12. Основные виды современной энергетики

4.2. Состояние и перспективы традиционной энергетики

В современном энергетическом бюджете мира традиционная энергетика играет ведущую роль и составляет 95%. По значимости виды традиционной энергетики располагаются по ряду: теплоэнергетика – 80%, атомная энергетика – 8%, гидроэнергетика – 7%.

4.2.1. Теплоэнергетика (углеродная энергетика)

Роль этого доминирующего варианта энергетики в XXI столетии будет снижаться, т. к. сжигание углеродсодержащих энергоносителей является главной причиной потепления климата. При этом варианте энергетики энергия получается за счёт сжигания энергоносителей, содержащих углерод – нефть, уголь, газ, торф, сланцы. Все эти энергоносители исчерпаемы.

Нефть. Перспектива исчерпания этого энергоносителя наиболее близка: «закат нефтяной цивилизации» ожидается через 20–40 лет. В ближайшие годы

нефть будет использоваться только как ресурс для производства моторного топлива. Необходима политика строгой экономии использования ресурсов нефти. К сожалению, российские нефтяники последние 20 лет «снимают сливки» и извлекают из недр не более 30–40% нефти, что является расточительством, поскольку оставленная в недрах нефть уже не рентабельна для добычи. В итоге нефтеотдача пластов в РФ падает, в то время как в США она растет. Лишь в последние годы начата утилизация попутного газа, который ранее сжигался в факелах, что также было непростительным расточительством, и, кроме того, причиной выброса значительного количества диоксида углерода в атмосферу. Цена на нефть будет расти, так как нефтедобыча смещается с суши на море, где ее добыча обходится значительно дороже. Кроме того, растет риск загрязнения океана нефтью. К загрязнению морей от ставших «обычными» аварий танкеров добавляется загрязнение от аварий на нефтяных платформах (рис. 13). Недавно произошла катастрофа в Мексиканском заливе, которая привела к беспрецедентному загрязнению окружающей среды.



Рис. 13. Пожар на нефтяной платформе

Уголь. Перспективы исчерпания этого энергоносителя далекие, его запасов хватит не менее чем на 300–400 лет. Однако это самый грязный источник энергии, при сжигании которого образуется не только диоксид углерода, но и много других веществ, загрязняющих атмосферу (оксидов серы и азота, ртути и др.). Кроме того, ТЭЦ на угле «производят» огромное количество высокотоксичной и радиоактивной золы. По этой причине будущее угольной энергетики зависит от возможностей ее экологизации. Наиболее радикальный вариант экологизации – подземная газификация угля, однако пока нет экономически рентабельной технологии превращения угля в газ. Совершенствуются фильтры на трубах угольных ТЭЦ, они способны отфильтровывать до 98% загрязняющих веществ (оксиды серы и азота, тяжелые металлы, пыль и др.). Имеется и опыт улавливания диоксида углерода, его сжижения и захоронения в геологических формациях.

Газ. Этот энергоноситель является наименее опасным для окружающей среды, и его запасы достаточно велики. По этой причине его роль как «топлива переходного периода» высоко оценивают даже сторонники радикально-экологического сценария развития энергетики. По разным источникам, газа хватит на 100–200 лет. Основное направление газовой энергетики – повышение КПД получения энергии за счет использования небольших газовых турбин, приближенных к потребителям. Россия является важнейшим мировым экспортером газа, развивается сеть крупных газопроводов для поставок российского газа в Европу, в том числе сооружается беспрецедентный по масштабу «Северный поток», который пройдет по морскому дну.

Экологическая опасность теплоэнергетики. Ущерб, наносимые природе при добыче угля, нефти и газа, соотносятся как 11:4:1, а мировые цены в пересчёте на добываемую электроэнергию – как 0,8:1,7:1. Все формы тепловой энергетики ведут к повышению концентрации углекислого газа в атмосфере и усилению парникового эффекта. Угольная теплоэнергетика, кроме того, сопровождается накоплением на поверхности планеты огромного количества твёрдых промышленных отходов – токсичной и радиоактивной золы. При использовании современных установок по очистке выбросов угольных ТЭС в атмосферу удаётся улавливать до 99% твёрдых и газообразных отходов, но это в несколько раз удорожает получаемую энергию. Разрабатываются технологии подземной газификации угля, однако пока они нерентабельны. На перспективность видов теплоэнергетики влияет исчерпаемость ресурсов. По разным данным, нефти осталось на 20–40 лет, газа – на 60–100 лет, угля на 300–600 лет.

Экологизация теплоэнергетики. Основное направление экологизации теплоэнергетики – децентрализация, т. е. замена крупных ТЭС на небольшие энергетические установки, приближённые к потребителю и дающие одновременно электроэнергию и тепло. Это позволяет повысить КПД энергоустановок с 30–40% до 70–90%.

КПД крупных ТЭЦ при производстве электроэнергии составляет 30%. Примерно такой же КПД и при производстве тепла, которое теряется при передаче на большие расстояния по теплопроводам (Кармановская ГРЭС (г. Нефтекамск, республика Башкортостан) попутного тепла не производит и «греет» водоём-охладитель, который используется для рыбозаведения).

Пеллеты как вид топлива

Древесные гранулы (пеллеты) – современный экологически чистый вид топлива, который изготавливают из древесного сырья методом прессования. Котлы и камины на пеллетах используют для отопления домов, их отличает простота установки, несложное подключение к системе отопления и наличие автоматических систем управления режимами работы.

Пеллеты как вид топлива появились сравнительно недавно. Но благодаря натуральности и высоким теплотворным способностям они получили большое распространение в Европе, странах Северной Америки, Японии. Рост их потребления обусловлен возможностью использования гранул на

промышленных теплоэлектростанциях и в установках, предназначенных для частного применения. Производят данное топливо из отходов деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленности на специальных линиях без применения каких либо проклеивающих веществ. Таким образом, удастся решить сразу две проблемы: переработать потенциально пожароопасные отходы и произвести высококалорийное топливо. В готовом виде пеллеты представляют собой цилиндры диаметром 6–10 мм длиной до 50 мм. По причине высокой собственной плотности они прекрасно сохраняют форму во время перевозки и хранения, а поверхностная пленка, образующаяся в процессе производства, препятствует проникновению атмосферной влаги. Хранение даже больших запасов такого теплоносителя не требует особых мер предосторожности и контроля. В отличие от древесной щепы и опилок, зачастую являющихся причиной пожаров, пеллеты не подвержены самовозгоранию, их можно держать в непосредственной близости от жилого помещения. По теплотворной способности древесные гранулы аналогичны углю или 2 кг пеллет заменяют 1 кг дизельного топлива. Учитывая дороговизну традиционных теплоносителей в Европе, можно представить ту выгоду, которую получают частные потребители от использования пеллет.

В зависимости от варианта исполнения тепловые установки на пеллетах предназначены для отопления любых частных домов – от дач до больших особняков и коттеджей, а также для использования в промышленных котельных. Комфорт, обеспечиваемый современными каминами, котельными установками и тепловентиляторами, работающими на древесных гранулах, сравним с теми удобствами, что создают газовые или дизельные тепловые аппараты. Автоматическая подача топлива, поддержание требуемой температуры воздуха в помещениях, программирование работы установок на неделю вперед, организация горячего водоснабжения – вот неполный перечень функций контроллера, управляющего работой прибора. По требованиям стандартов стран-производителей все установки оснащены системами защиты от аварий. Регулирование тепловой производительности любой из установок на пеллетах происходит в очень широких диапазонах, что позволяет добиться существенной экономии топлива. Благодаря автоматической системе управления пеллеты сгорают непосредственно в топке, причем эффективность газификации топлива достигает 99,5%, то есть зольный остаток, образующийся в результате работы, составляет 0,5%, а содержание сажи в дымовых газах практически сведено к нулю. Все эти особенности работы установок дают возможность проводить обслуживание систем газоотведения один раз в пять-семь лет, а удаление зольного остатка – раз в несколько дней. Причем золу можно использовать в качестве удобрения для почвы. Некоторые модели котельных аппаратов оснащены устройствами автоматического удаления золы, в связи с чем их обслуживание сведено к минимуму.

Таким образом, пеллеты как вид альтернативного топлива применяют в современных системах отопления и водоснабжения наравне с традиционными теплоносителями. А если учесть его экологические особенности и развитие производства древесных гранул в России, то в скором будущем такие аппараты

будут на равных конкурировать с газовыми, мазутными, дизельными и твердотопливными котлами.

4.2.2. Макрогидроэнергетика

Эта отрасль энергетики получает электрическую энергию за счёт крупных водотоков. Неисчерпаемость источника энергии, отсутствие выбросов в атмосферу и сравнительная дешевизна получаемой энергии сделали макрогидроэнергетику одним из самых экологичных вариантов энергетики. На цветной вкладке приведена принципиальная схема гидроэлектростанции.

Издержки макрогидроэнергетики на равнинных реках России. В общей сложности под водохранилищами России находится 8 млн га земель (это в четыре раза больше площади Израиля). При строительстве Братской ГЭС было затоплено 40 млн м³ прекрасной древесины хвойных пород. Если бы эту древесину использовали, то стоимость продуктов её переработки смогла бы покрыть все расходы на строительство ГЭС. Примерно половина этого количества древесины осталась на дне водохранилища Усть-илимской ГЭС. Затопление леса не только лишило страну ценной древесины, но и ухудшило качество воды в водохранилищах. «Подводные леса» препятствуют судоходству.

Гиганты гидроэнергетики мира. Самые большие ГЭС построены в Венесуэле (плотина Гури, 10 тыс. МВт, что соответствует 10 средним АЭС), в Бразилии на реке Парана (ГЭС «Итайпу», 12 тыс. МВт). В Китае на реке Янцзы завершается строительство ГЭС «Три ущелья» мощностью 13 тыс. МВт. К 2020 г. планируется ввести в строй крупную Эвенкийскую ГЭС мощностью 8–12 тыс. МВт (с возможностью получения 20 тыс. МВт). Однако строительство этого гиганта гидроэнергетики приведёт к серьёзным нарушениям природы Севера.

Самыми крупными ГЭС в России являются каскад ГЭС на Волге (Волгоградская, 2,5 тыс. МВт; ВОГЭС им. Ленина, 2,3 тыс. МВт; Чебоксарская, 1,4 тыс. МВт; Саратовская, 1,4 тыс. МВт и др.) и ГЭС на реках Сибири (Саяно-Шушенская, 6,4 тыс. МВт; Красноярская, 6 тыс. МВт; Братская, 4,5 тыс. МВт и др.).

Строительство равнинных ГЭС отчуждает из использования огромные массивы плодородных земель (как случилось при строительстве каскада ГЭС на Волге) и нарушает жизнь экосистем рек. На дне водоёмов накапливаются тысячи тонн (как правило, ядовитых – за счёт промышленных и бытовых стоков в реки) осадков. Это практически навсегда выводит территорию из дальнейшего использования даже в случае, если водохранилище будет спущено.

Гидроэлектростанции обычно возводят в горных районах. Там часто идут дожди, и природные долины легко перегородить плотиной, создавая запас воды в водохранилище. На некоторых гидростанциях используют метод наливного водохранилища. В течение дня вода переходит с высокого уровня водохранилища на низкий, вращая турбины. По ночам, когда потребление энергии невелико, начинают работать насосы, на которые подается энергия с

других электростанций и которые перекачивают воду с низкого уровня на высокий.

ГЭС на горных реках удобны тем, что не связаны с затоплением больших территорий, но опасны из-за довольно высокой вероятности катастроф ввиду сейсмической нестабильности этих районов. Землетрясения приводят к огромным жертвам. Так, в Италии в Вайоне в 1993 г. при прорыве плотины погибли 2118 человек, а в Индии от прорыва плотины Гуджерат – 16 тыс. человек.

В странах Европы и США резервы развития макрогидроэнергетики исчерпаны. В России эти резервы есть, однако создание новых крупных ГЭС будет сдерживаться их недостатками.

4.2.3. Атомная энергетика

В этой отрасли энергетики электрическая энергия вырабатывается с использованием ядерных реакторов (энергоблоков), в которых улавливается тепловая энергия радиоактивного распада ядерного «топлива» – обогащённого урана и некоторых других радиоактивных материалов.

Достоинства атомной энергетики. Получение электрической энергии за счёт использования ядерного топлива обладает неоспоримым преимуществом перед теплоэнергетикой, так как не повышает содержания в атмосфере углекислого газа и не усиливает парниковый эффект. Кроме того, аргументами в пользу развития атомной энергетики являются сравнительная дешевизна энергии и небольшое количество отходов. В пересчёте на единицу производимой энергии отходы от АЭС в тысячи раз меньше, чем на угольных ТЭС (1 стакан урана-235 даёт столько же энергии, сколько 10 тыс. т. угля).

По примерным расчётам, закрытие уже существующих АЭС потребовало бы дополнительно сжигать ежегодно 630 млн т угля, что привело бы к поступлению в атмосферу 2 млрд т диоксида углерода и загрязнению литосферы 4 млн т токсичной и радиоактивной золы. Замена АЭС на ТЭС привела бы к 50-кратному увеличению смертности от атмосферного загрязнения. Для извлечения из атмосферы этого дополнительного диоксида углерода потребовалось бы посадить лес на площади, которая в несколько раз превышает территорию Германии.

Недостатки атомной энергетики. В то же время атомная энергетика экологически опасна ввиду возможного радиоактивного загрязнения окружающей среды. Экологическую опасность представляет загрязнение среды, происходящее не только при работе АЭС и захоронении их отходов, но и на всех этапах топливного цикла, включая добычу урановой руды, её переработку, производство тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов), их реутилизацию и т. д.

Возможности повышения безопасности АЭС. На АЭС Европы и России осуществляется переход к закрытому циклу, при котором образуется меньше радиоактивных отходов (РАО), так как значительная часть их после переработки «дожигается». Это позволяет не только снизить риск радиоактивного загрязнения среды, но и в сотни раз уменьшить расходы урана,

ресурсы которого исчерпаемы. При открытом цикле радиоактивные отходы не перерабатываются, а захораниваются. Он более экономичен, но экологически не оправдан. По этой схеме пока работают АЭС США.

В странах с развитой атомной энергетикой (Япония, Великобритания, Франция) почти все проблемы экологической безопасности АЭС решены, и загрязнения окружающей среды не происходит ни на одном из этапов топливного цикла. Вероятность аварий составляет 1 на миллион.

Состояние атомной энергетики в мире и России. В настоящее время в 88 странах мира работает 437 ядерных энергоблоков и строится ещё около 50. Наибольшую роль атомная энергетика играет во Франции (76%), Литве (73%), Бельгии (57%), Украине (48%), Швейцарии (36%), Японии (34%), а по числу работающих энергоблоков лидируют США (104), Франция (59), Япония (53), Великобритания (35). Строительство АЭС начинается в развивающихся странах Южной Америки, Азии и Африки. Возобновляется ранее приостановленное строительство АЭС даже в странах, пострадавших от Чернобыльской катастрофы – в Украине, Белоруссии, Российской Федерации. Возобновляется работа АЭС в Армении.

В России работает 29 энергоблоков, которые дают 6% производства энергии (в европейской части страны – 15%). В ближайшие 20 лет намечено довести производство ядерной энергии до 20%. Кроме традиционных стационарных энергоблоков, большое развитие получают плавучие АЭС, что позволит решать энергетические проблемы многих северных районов страны. Разработаны проекты внедрения новых экономичных реакторов на быстрых нейтронах, способных расходовать на получение единицы электроэнергии в 4–10 раз меньше урана, чем современные, и почти не дающих радиоактивных отходов.

Перспективы развития атомной энергетики. По прогнозам экономистов, доля атомной энергии в мировом энергетическом бюджете будет возрастать и к середине XXI в. достигнет 30%. При этом будет обеспечен высокий уровень экологической безопасности. Будут использоваться реакторы на «быстрых нейтронах», которые не дают отходов. Обсуждается вопрос об использовании в качестве «топлива» плутония, на основе которого ранее создавались атомные бомбы, а в настоящее время он накапливается как самый опасный отход АЭС. Японские учёные считают, что плутоний можно сжигать без остатка, и АЭС на плутонии могут быть самыми экологически чистыми, так как не дают радиоактивных отходов. По этой причине Япония активно скупает плутоний, освобождающийся при демонтаже ядерных боеголовок. Есть аналогичные наработки и у российских «атомщиков». Плутоний – радиоактивный элемент, который в очень небольшом количестве встречается в природе. Он образуется в реакторах АЭС и входит в состав радиоактивных отходов. Химически чистый плутоний получается при переработке этих отходов и используется при производстве ядерных боеголовок. В настоящее время общее количество «мирного» (т. е. накопленного в результате переработки радиоактивных отходов и хранящегося на территории АЭС) и «военного» (получаемого в результате демонтажа ядерных боеголовок)

плутония в мире превышает 3,7 тыс. т. Это вызывает тревогу во многих странах и является объектом постоянного внимания МАГАТЭ. Использование плутония в качестве ядерного топлива позволит не только получать энергию, но утилизировать этот уже накопившийся высокорadioактивный элемент, причем в «плутониевых» реакторах, как и реакторах на быстрых нейтронах, радиоактивные отходы не образуются.

Разрабатывается концепция создания ядерно-водородной энергетики: получение водорода за счёт энергии ядерных реакторов. Водород – это универсальный энергоноситель, легко транспортируемый по трубам и в цистернах, идеальное топливо для автомобилей.

Таким образом, с учетом перспектив роста энергопотребления мировая экономика вряд ли сможет обойтись без атомной энергетики, что не исключает безъядерной энергетики в некоторых странах с высоким уровнем развития энергии на возобновимых источниках энергии (например, в Швеции). В пользу развития атомной энергетики в последние годы высказывается авторитетная международная неправительственная организация «Римский клуб»: «нефть – слишком дорого, уголь – слишком опасно для природы, вклад возобновимых источников энергии – слишком незначителен, единственный шанс – придерживаться ядерного варианта».

Ядерные катастрофы в России. В г. Кыштым (Челябинская область) произошла самая крупная экологическая катастрофа на предприятиях ядерного комплекса СССР. 29 сентября 1957 г. взорвалась «ёмкость вечного хранения» радиоактивных отходов предприятия «Маяк», и в атмосферу было выброшено очень большое количество радиоактивных материалов, 90% которых осталось вблизи хранилища, а 10% – унесено ветром. Мощность взрыва была эквивалентна 70 т тротила. От взрыва никто не пострадал, но из радиоактивно загрязнённых территорий было переселено около 11 тыс. человек. В результате эффективной системы мероприятий последствия катастрофы ликвидированы, радиационная обстановка в Челябинской области нормальная.

25 апреля 1986 г. произошла катастрофа в одном из энергоблоков Чернобыльской АЭС и в атмосферу было выброшено около 50 т ядерного топлива (это более чем в 10 раз превышает масштабы радиоактивного загрязнения от взрыва ядерной бомбы над Хиросимой), которое распространялось ветром на высоте от 1 до 11 км в направлении северо-запада. Влияние катастрофы сказалось на огромной территории за пределами СССР (даже в северных районах Швеции стало невозможным разведение оленей, которые питаются лишайниками, активно концентрирующими радиацию). 70 т топлива было выброшено в завал со строительными конструкциями и на крышу станции, вокруг которой возникла обширная зона очень сильной радиации, где усохли леса. Над аварийным блоком был сооружён саркофаг (срок его эксплуатации закончился в 2006 г.). 600 тысяч ликвидаторов аварии получили средние и летальные дозы облучения, а общее число пострадавших от аварии на Украине, в Белоруссии и России превысило 6 млн человек. Последствия Чернобыльской аварии будут сказываться ещё у нескольких поколений людей,

получивших даже невысокие и неопасные для жизни дозы радиации, являющейся сильным мутагеном.

4.3. Альтернативная энергетика

К альтернативной энергетике относятся отрасли, использующие возобновимые источники энергии (ВИЭ) – ветер, солнце, малые водотоки, тепло земных глубин, приливы и отливы и др. На самом деле, многие альтернативные варианты энергетики как раз являются самыми традиционными: биологический вариант гелиоэнергетики использовался в древние времена (сжигание древесины в кострах пещер); физический вариант гелиоэнергетики известен со времён Архимеда, который сжёг паруса вражеских кораблей солнечной энергией, сконцентрированной блестящими металлическими щитами воинов; водяные и ветряные мельницы были обычными уже в средние века.

Альтернативная энергетика бурно развивалась с 1970-х гг. XX столетия, причем ее прогресс опережал намеченные прогнозы. Так, на саммите РИО +10 (Йоханнесбург, 2002) была сформулирована задача к 2015 г. увеличить долю нетрадиционной ВИЭ-энергетики в мировом энергетическом бюджете до 3%. По данным Института «World watch», в 2008 г. ее доля уже превысила 5%, а мощность всех установок достигла 240 тыс. МВт. При этом страны-лидеры имеют значительно более высокие показатели. В Германии, США, Швеции вклад нетрадиционной ВИЭ-энергетики превысил 7%, в Дании – 20%, причем к 2020 г. Швеция планирует осуществить полный переход на ВИЭ, а Германия и США – достичь уровня 40% (этот показатель включает и вклад макрогидроэнергетики). В РФ в настоящее время вклад нетрадиционной ВИЭ-энергетики составляет менее 1%, однако намечена программа к 2020 г. достичь уровня 4,5%.

4.3.1. Ветроэнергетика

Ветроэнергетика сегодня является бесспорным лидером нетрадиционной энергетики. В настоящее время суммарная мощность всех ветряных энергетических установок (ВЭУ) составляет около 120 тыс. МВт. В 2008–2009 гг. рост мощности ВЭУ составил 40%. Лидерами ветроэнергетики являются США, Китай, Германия, Дания и Великобритания.

Отдельные небольшие ветроэнергетические установки – идеальные источники энергии для сельскохозяйственных ферм и дачных участков. Создание мощных ВЭУ на суше себя не оправдало, так как они вызывают слишком сильное шумовое загрязнение. Мощные ВЭУ сооружаются в море, так как считается, что создаваемое ими шумовое загрязнение в этом случае не опасно. Однако появляются сведения о вредном влиянии этого загрязнения на морскую фауну. В ФРГ разработан проект ВЭУ с диаметром ротора 100 м и мощностью 5 МВ.

На рис. 14 приведена схема строения промышленной ветряной установки.

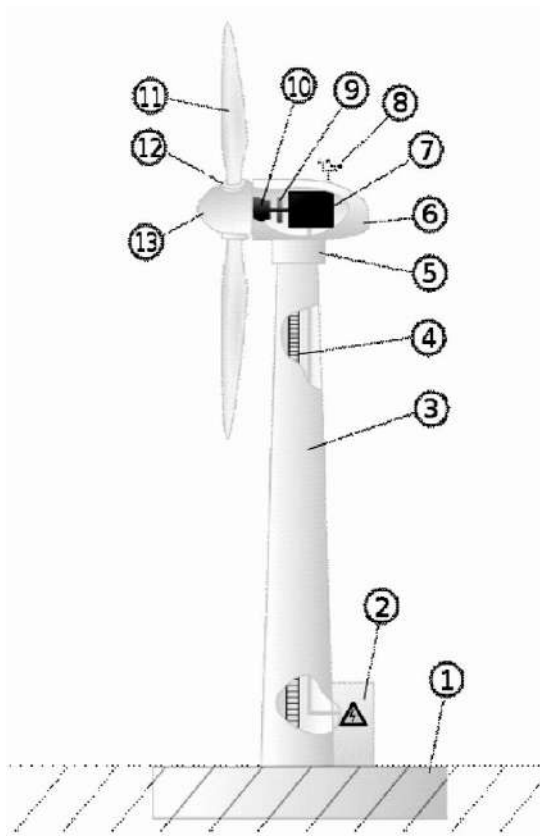


Рис. 14. Строение промышленной ветряной установки

1. Фундамент
2. Силовой шкаф, включающий силовые контакторы и цепи управления
3. Башня
4. Лестница
5. Поворотный механизм
6. Гондола
7. Электрический генератор
8. Система слежения за направлением и скоростью ветра (анемометр)
9. Тормозная система
10. Трансмиссия
11. Лопасти
12. Система изменения угла атаки лопасти
13. Колпак ротора

РФ обладает большим потенциалом ветровой энергии: на побережье Тихого океана, на Кольском полуострове и в низовьях Оби на высоте 50–80 м, на которой располагаются турбины ВЭУ, скорость ветра достигает 15 м/сек (минимальная скорость, которая требуется для работы ВЭУ, составляет 5 м/сек). Тем не менее, наша страна устойчиво занимает последнее место среди стран с ветроэнергетикой. В 2009 г. суммарная мощность всех ВЭУ РФ составляла 17 МВт, что было в 5 раз меньше, чем в Украине, и в 2000 раз меньше, чем в США.

Недостатком ветроэнергетики является необходимость использования большого количества алюминия для башен и ветрогенераторов. Производство алюминия является энергоемким и загрязняет окружающую среду.

Ветряная турбина с вертикальной осью вращается вокруг высокого вала. Для его работы не имеет значения, откуда дует ветер.

Ветроэнергетика в мире. В 2007 г. были введены в строй ВЭУ общей мощностью 21 тыс. МВт, мощность ВЭУ мира достигла 95 тыс. МВт, что соответствует 20% мощности всех АЭС.

В Великобритании функционируют 156 ветровых ферм, в том числе 6 морских. Морские ВЭУ имеют мощность 393 МВт, а все наземные – только 2 МВт. Планируется дальнейшее развитие ветроэнергетики, разработаны проекты ещё для 114 ветровых ферм. Самый грандиозный проект – станция London Aggaу в устье реки Темзы, в составе которой будет 340 ветряков общей мощностью 1 тыс. МВт, что позволит обеспечить 1% потребности страны в энергии. К 2020 г. общая мощность ветряков должна возрасти до 33 тыс. МВт,

что позволит обеспечить все дома энергией, вырабатываемой ВЭУ, объёмы генерируемой энергии ВЭУ возрастут в 60 раз.

16 июня 2009 г. в Эстонии открыт парк ветрогенераторов. 13 ветряков имеют мощность 39 МВт, что составляет 1,3% всего потребления страной энергии.

Россия по производству ветроэнергии значительно отстала от развитых стран. Так, в 2000 г. мощность всех ВЭУ страны составляла всего 5 МВт (для сравнения: мощность ВЭУ Германии превышала 6 тыс. МВт, Испании – 2 тыс. МВт, США – 2,5 тыс. МВт, Индии – 1 тыс. МВт). В настоящее время это отставание ещё больше увеличилось.

4.3.2. Гелиоэнергетика

Получение электрической или тепловой энергии за счёт солнечной энергии – одно из самых перспективных направлений нетрадиционной энергетики. Однако гелиоэнергетика менее перспективна, чем ветроэнергетика, так как во многих районах земного шара количество солнечной энергии недостаточно для её улавливания физическими способами. Перспективу имеет только биологический вариант гелиоэнергетики, хотя в настоящее время и этот вариант используется крайне редко. По наиболее оптимистичным прогнозам к 2020 г. гелиоэнергетика будет давать от 5 до 25% мирового производства энергии, в будущем возможно увеличение её вклада до 40%.

Физический вариант. Солнечная энергия усваивается различными устройствами. Так, используются:

- *солнечные коллекторы*, в которых солнечная энергия непосредственно преобразуется в тепловую. Эти устройства приближены к пользователям («солнечные крыши» для нагревания воды и отопления, солнечные сушилки для сельскохозяйственных продуктов и др.), они широко применяются в Японии, Израиле, Турции, Греции, на Кипре, в Египте для нагревания воды и отопления (рис. 15 на цветной вкладке);

- *солнечные элементы* (фотоэлектрические преобразователи, ФЭП), в которых солнечная энергия преобразуется в электрическую. ФЭП используются в космических аппаратах. Стоимость энергии, получаемой от ФЭП, быстро снижается, и за последние пять лет XX века суммарная мощность ФЭП утроилась. В Японии создан фотогальванический кровельный материал. Для изготовления ФЭП необходим химически чистый кремний, пока дороговизна его производства является основным тормозом использования ФЭП;

- *солнечные электростанции (СЭС)*. В этих устройствах энергия солнца концентрируется системой зеркал и нагревает масло в трубах. Энергия СЭС в 5–7 раз дешевле, чем энергия ФЭП. СЭС созданы в Испании и Германии. Самые крупные СЭС планируют создать Китай (100 МВт) и Австралия (150 МВт). В 2007 г. суммарная мировая мощность СЭС достигла 10,5 тыс. МВт. Однако пока КПД СЭС довольно низкий (около 15%), недостатком СЭС являются и очень большие затраты материалов (металла и цемента). Кроме того, поскольку СЭС занимают большие площади, их

строительство перспективно только в пустынях. Так, к югу от Лос-Анджелеса построена СЭС мощностью 80 МВт, причём затраты на её строительство быстро окупались, получаемая энергия на $\frac{1}{3}$ дешевле, чем энергия АЭС. Есть проекты сооружения СЭС в пустынях Гоби и Сахаре с использованием в качестве носителя энергии водорода (т. н. гелиоводородная энергетика).

Гелиоэнергетика в мире. В Германии успешно осуществлён проект «2000 солнечных крыш» и разработана программа «100 тысяч солнечных крыш», суммарная мощность которых составит 300 МВт. В США солнечные нагреватели установлены на 1,5 млн домов (их общая мощность равна 1400 МВт), в Китае – на 50 млн домов. Солнечные коллекторы дают 65% энергии для обеспечения теплом домов в Израиле и 90% домов на Кипре.

Созданы первые солнечные электростанции на основе ФЭП: в Калифорнии их мощность составляет 6,5 МВт, в Испании – 30 МВт.

Биологический вариант. Используется солнечная энергия, накопленная в процессе фотосинтеза в биомассе растений, которая используется непосредственно как топливо или преобразуется в разные виды концентрированных энергоносителей.

Биомасса. Важным топливным ресурсом является древесина, её роль в современном мире снизилась, однако остаётся довольно высокой. Сегодня сжигается половина всей используемой человеком древесины. Она горит в очагах более 2 млрд бедняков и в каминах состоятельной части общества. Ряд стран (Великобритания, Австрия и др.) планируют увеличить производство энергии за счёт использования древесины как топлива для электростанций. Для этого на землях, непригодных для сельскохозяйственного использования, создаются плантации быстрорастущих пород деревьев – тополя, ивы, которые в возрасте 15 лет дают до 150 м³ древесины с 1 га. Сжигание древесины – экологичный вариант энергетике с «нулевыми» выбросами: в атмосферу выделяется столько диоксида углерода, сколько его было усвоено растениями при накоплении фитомассы. Кроме древесины как источник топлива используются навоз и отходы продукции растениеводства (например, подсолнечная лузга, отходы производства кукурузы).

Биогаз – продукт микробиологической переработки органических отходов, включая органическую фракцию твёрдых бытовых отходов, навоз и фекалии человека, в анаэробных условиях (в метантенках). Основная энергетическая фракция биогаза – метан. Биогаз является самым экологичным биотопливом, так как для его производства не используется продовольственное сырьё. При получении биогаза из навоза одновременно решаются две проблемы: получается дешёвая энергия и утилизируется бесподстилочный навоз крупных животноводческих комплексов и фекалии птицефабрик. Отходы получения биогаза из такого навоза являются хорошим удобрением. Близок к биогазу свалочный газ, который выбрасывается в толщах гигантских «метантенков» старых городских свалок и добывается оттуда через скважины примерно так же, как природный газ.

В современном мире большую роль играет биотопливо (биоэтанол, биодизель, бионефть), которое заменяет продукты переработки нефти.

Биоэтанол – этанол, получаемый из органического сырья. Использование биоэтанола значительно снижает уровень загрязнения атмосферы и потому он считается топливом XXI века. Бензин с добавлением 10% биоэтанола (топливо Э-10) может использоваться в любом автомобиле. При более высокой доле биоэтанола или на чистом биоэтаноле могут работать только специальные автомобили, производство которых начали многие концерны.

Прогресс производства этого биотоплива поражает своими масштабами. В 2005 г. в мире было потреблено почти 45 млн т биоэтанола (около 2% потребления бензина) и его мировое потребление растёт ежегодно на 5%.

Несмотря на то, что биоэтанол можно получать из древесины и любых органических отходов, сегодня основная его часть производится из продовольственного сырья – сахарного тростника в Бразилии, кукурузы в США и кукурузы и пшеницы в странах ЕС («тростниковый» биоэтанол в 2 раза дешевле «кукурузного»). В Бразилии на биоэтанол расходуется уже 50% сахарного тростника, в США – 20% кукурузы.

Итогом роста производства биоэтанола из продовольственного сырья уже стал рост цен на продукты питания, который происходит во всём мире. С учётом роста числа автомобилей и потребности в горючем эта опасная тенденция будет развиваться и дальше. Кроме того, «биоэтаноловые плантации» негативно влияют на состояние атмосферы и почв: внесение высоких доз минеральных удобрений увеличивает выбросы в атмосферу оксидов азота (тоже парниковый газ), а разрушение гумуса, которое происходит при этом, – диоксида углерода. Эти негативные эффекты усиливаются сокращением площади лесов.

Возрастёт и производство биоэтанола из непродовольственного сырья, однако для этого нужны новые технологические решения, в частности – поиск микроорганизмов, которые способны продуцировать ферменты для быстрого разрушения древесины. Повысится роль генетически модифицированных организмов, не исключено, что будут «одомашнены» бактерии, которые живут в пищеварительной системе термитов и являются самыми активными разрушителями целлюлозы. Производство биоэтанола из непродовольственного сырья является перспективным направлением развития биотопливной энергетики.

Биодизель – это биотопливо, которое производится из растительных и животных жиров. Его можно получать из отходов мясоперерабатывающих предприятий, фритюрного жира и др. В настоящее время в Европе и Китае большая часть биодизеля производится из масла рапса, такой биодизель сегодня в 2 раза дешевле, чем обычное дизельное топливо. Однако для получения высоких урожаев рапса также необходимо вносить азотные удобрения, что ведёт к эмиссии в атмосферу оксидов азота и диоксида углерода. Кроме того, под «биодизельный рапс» занимается пашня, что снижает производство продовольствия. Пока производство биодизеля из рапса не наносит ущерба продовольственной безопасности Европы, но в будущем ситуация может измениться.

Бионефть – новый вариант биотоплива, который только начал получать распространение, но имеет большие перспективы. Бионефть получается путём глубокой химической переработки (на основе пиролиза) самого разнообразного сырья. Бионефть является промежуточным продуктом для производства разных видов автомобильного топлива. Производство бионефти экологично, так как не связано с решением задачи обеспечения продовольственной безопасности.

В канадской провинции Онтарио работает предприятие, перерабатывающее в сутки 200 т сырья (древесины, соломы, кукурузных отходов, твёрдых бытовых отходов и др.). Из 1 т отходов получается 600–800 кг бионефти. В США (штат Миссури) спроектирована установка по получению бионефти из автомобильных шин, пластмасс, канализационных стоков, тяжёлых нефтепродуктов.

Биоэнергетика в мире. Лидером по использованию биогаза является Китай, в котором работают более 50 млн небольших биогазовых установок, дающих энергию для нужд сельского населения. Кроме того, 64 тыс. биогазовых станций обеспечивают работу 190 электростанций и более 60% автобусного парка, работающего на сжиженном биогазе. Так же бурно развивается производство биогаза в Индии.

В мире работают сотни больших биогазовых заводов, перерабатывающих навоз. В Германии их 500 (сырьём служит смесь из 70% коровяка и 30% птичьих фекалий), в США создан крупный биогазовый завод, на котором утилизируется навоз от 115 тысяч коров. В Швеции биогаз получают из отходов мясокомбинатов (внутренностей животных). Даже курсирует огромный поезд, который работает на сжиженном биогазе (биогаза, полученного при переработке внутренностей одной коровы, достаточно для того, чтобы поезд проехал 4 км).

В Бразилии «под биоэтанол» осваиваются сухие тропические леса и саванны. Ежегодно площадь «биоэтаноловых» плантаций возрастает на 325 тыс. га. Сегодня эта площадь уже равна территории Нидерландов, Бельгии, Люксембурга и Великобритании вместе взятых, к 2025 г. она должна возрасти в 5 раз. В Бразилии вклад биоэтанола уже достиг 40%, и им заправляют не только автомобили, но и самолёты. В планах США – к 2025 г. заменить каждый четвёртый литр бензина на биоэтанол. Сейчас доля биоэтанола в автомобильном горючем страны составляет менее 4%.

Немалую экологическую опасность представляет производство биодизеля из плодов масличной пальмы в странах тропического пояса, так как плантации расширяются за счёт тропических лесов. В Индонезии к 2020 г. планируется утроить производство пальмового масла, что приведёт к гибели 98% лесного покрова страны, а Малайзия уже лишилась 87% тропических лесов и продолжает вырубать их по 7% в год от оставшейся площади. Это наносит удар по биологическому разнообразию и продовольственной безопасности, увеличивает химическое загрязнение атмосферы и уменьшает сток диоксида углерода.

4.3.3. Микрогидроэнергетика

Создание малых ГЭС имеет большие перспективы, так как в отличие от крупных ГЭС они не оказывают разрушающего влияния на окружающую среду. Небольшие пруды-водонакопители хорошо встраиваются в ландшафты, служат для целей рыборазведения и рекреации.

В недалёком прошлом малые ГЭС были широко распространены в России. Например, в республике Башкортостан, по архивным данным, в довоенные и послевоенные годы было построено более 200 малых ГЭС мощностью от 100 до 500 кВт. Однако в 1960–1970-е гг. от использования малых ГЭС отказались, что было ошибкой. Пруды способствовали поддержанию водного режима рек и были станциями для водоплавающих птиц и рыб.

Малые ГЭС могут строиться на базе существующих объектов, которые имеют водохозяйственное значение. Если каждый киловатт установленной мощности при строительстве больших ГЭС обходится в 1000 долларов, то на малых ГЭС затраты в 5 раз меньше. Стоимость мини-ГЭС столь невелика, что её строительство под силу фермеру.

В РФ принята программа развития малой гидроэнергетики. Малые ГЭС позволят децентрализовать производство энергии, что решит энергетические проблемы Севера, Камчатки и других районов, где сегодня основным источником энергии является завозное дизельное топливо. В РФ с малыми реками связано до $\frac{1}{3}$ энергетического потенциала её водных ресурсов, которые можно использовать.

Возможно создание экологически безопасных малых ГЭС и на больших реках, но при особом варианте свободно-проточных ГЭС с мощностью от нескольких десятков до нескольких сотен кВт, позволяющих обходиться без строительства плотин. Кроме того, сооружаются рукавные микро-ГЭС.

Разумеется, малая гидроэнергетика не в состоянии заменить действующие ТЭЦ и крупные ГЭС, но она очень эффективна. Небольшие рассредоточенные источники энергии не нарушают окружающую среду и могут снабжать электричеством средние, и даже большие сельские населённые пункты. Отпадает необходимость тянуть дорогостоящие линии электропередачи, которые вызывают электромагнитное загрязнение территории, кроме того, при передаче значительная часть энергии теряется.

Глобальные перспективы строительства малых ГЭС. Программы строительства малых ГЭС ныне приняты в ряде регионов мира. В Китае уже построено почти 100 тысяч мини-ГЭС, которые снабжают электроэнергией населённые пункты, имеют общую мощность 10 тыс. МВт. В Индии работают 22 тыс. мини-ГЭС, в Японии – 1300, в Италии – 1200, в Германии – 800. ЕС планировал к 2010 г. довести вклад малых рек в гидроэнергетику до 12% (в настоящее время суммарная мощность мини-ГЭС составляет 9,5 тыс. МВт, причём большинство из них имеют собственную мощность не более 1 МВт).

4.3.4. Геотермальная энергетика

Геотермальная энергетика – получение тепловой или электрической энергии за счёт тепла земных глубин. Она экономически эффективна в районах, где горячие воды приближены к поверхности земной коры и наблюдается вулканическая деятельность и гейзеры. В РФ перспективными районами для развития геотермальной энергетики являются Камчатка, Курилы, острова Японского архипелага, а также Северный Кавказ. На камчатке действует три ГеоТЭС суммарной мощностью 70 МВт. ГеоТЭС построены на островах Итуруп и Кунашир, которые входят в состав Курильской гряды.

Геотермальная энергетика обеспечивает теплом столицу Исландии Рейкьявик, её доля в энергетике Филиппин составляет 19%, Мексики – 4%, США (с учётом использования «напрямую» для отопления, т. е. без переработки в электрическую энергию) – около 1%. Суммарная энергия всех ГеоТЭС США превышает 2 тыс. МВт.

Экологическая опасность ГеоТЭС связана с тем, что возможно загрязнение поверхности сильно засоленными водами, которые получают при конденсации горячего пара.

4.3.5. Приливно-отливная энергетика

Приливно-отливная энергетика – получение электрической энергии за счёт использования энергии приливов и отливов. Приливно-отливные электростанции (ПЭС) подобны ГЭС на реках, но «водохранилище» заполняется во время прилива. При этом лопасти турбины вращаются и при повышении уровня воды, и при понижении. Для обеспечения нормальной работы ПЭС разница уровней прилива и отлива должна быть не менее 10 м. В настоящее время ПЭС ограниченной мощности есть лишь в некоторых странах, и их общее число составляет 30.

Схема устройства приливной электростанции показана на рис. 15. Ясно, что для строительства станции должно быть выбрано подходящее место с возможно большей разностью уровней воды во время прилива и отлива. Сооружается плотина, образующая необходимый бассейн. В теле плотины устанавливается гидротурбогенератор, который (в целях большей эффективности работы электростанции) должен быть «обратимым», т. е. действовать по своему прямому назначению при протекании через него воды в обе стороны: как справа налево, так и слева направо.

Однако технико-экономические показатели приливной электростанции невысокие. В этом можно убедиться, ознакомившись с работой приливной электростанции, построенной в 1966 г. во Франции на реке Роне, на берегу Ла-Манша, мощностью 240 тыс. кВт (в 1968 г. в Советском Союзе на побережье Баренцева моря близ г. Мурманска была построена Кислогубская приливная электростанция мощностью 800 кВт). Стоимость ее строительства значительно выше, чем обычной гидроэлектростанции такой же мощности, а число часов работы в год на номинальной мощности по понятным причинам гораздо ниже.

Опыт показывает, что ПЭС не нарушают экологического равновесия (рис. 16). Во Франции на реке Ран работает крупная ПЭС с мощностью

240 МВт. 25-летний опыт её эксплуатации показал абсолютную экологическую чистоту таких сооружений: залив Сен-Мало превратился в спокойное озеро, стал местом отдыха и туризма, плотина ПЭС имеет рыбоход и не влияет на миграции рыб.

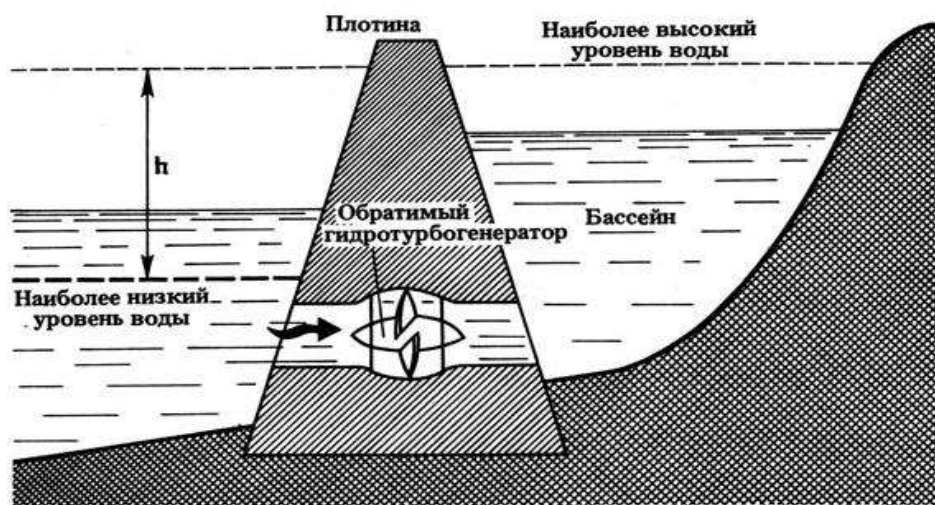


Рис. 15. Упрощенная схема приливной электростанции: h – максимальная разность уровней для избранного места расположения станции



Рис. 16. Приливная электростанция

Первая ПЭС в России создана в Кислой губе Белого моря и имеет мощность 400 МВт. Академик Е. Велихов считает, что Россия обладает гигантским потенциальным ресурсом приливной энергии (Мезенская ПЭС может дать до 20 тыс. МВт, Пенжинская – от 20 до 90 тыс. МВт).

4.3.6. Водородная энергетика

Этот перспективный вариант нетрадиционной энергетики получит бурное развитие в XXI в. Однако основные способы получения водорода – гидролиз воды и катализ метана (природного газа, угля) и водяного пара требует очень больших затрат энергии, потому обсуждаются перспективы ядерно-водородной энергетики и гелиоводородной энергетики.

Основной способ получения энергии из водорода – использование топливных элементов, которые представляют собой электрохимические устройства, вырабатывающие электроэнергию в ходе окислительно-восстановительной реакции при постоянном поступлении водорода и кислорода. Сгорание топлива, при котором неизбежно теряется много тепла, при этом не происходит.

В настоящее время накапливается опыт использования водорода в небольших топливных элементах, которые устанавливаются в автомобилях. В Исландии, США и странах ЕС построены первые водородозаправочные станции. Экологи возлагают большие надежды на «водородомобили», поскольку при их работе в атмосферу выбрасываются только пары воды, что позволит снизить загрязнение атмосферы в городах.

4.4. Роль энергосбережения

Энергосбережение является главным ресурсом энергетики и широко внедряется в развитых странах, которые планируют в ближайшие годы прекратить увеличение энергопотребления и повысить эффективность использования энергии в 10 раз. За последние 20 лет удельное энергопотребление в мире на единицу ВВП уменьшилось более чем на 25%.

Огромные резервы энергосбережения имеются в России, где использование энергии «в разы» менее эффективно, чем в Японии или Германии. Экономное расходование энергии – это самый важный энергетический ресурс.

В табл. 6 обобщены основные направления энергосбережения.

В металлургии переход от мартеновского способа плавки стали к конверторному способу позволяет затрачивать на производство 1 т готового продукта в 2 раза меньше энергии. Во многих случаях энергосбережение достигается за счёт использования вторичных ресурсов. Так, в 10 раз экономится энергия, если сталь выплавляется не из чугуна (а тот – из руды), а из металлолома. В 3 раза меньше затрачивается энергии на производство стекла из битой посуды по сравнению с процессом варки его из первичного сырья.

Таблица 6

Энергосбережение – главный ресурс развития энергетики будущего

Отрасли хозяйства	Направления энергосбережения
Промышленность	Энергосберегающие технологии
	Использование вторичного сырья (металла, стекла)
	Децентрализация предприятий для уменьшения транспортных затрат
	«Промышленный симбиоз»
Транспортная отрасль	Повышение эффективности использования топлива в двигателях внутреннего сгорания
	Развитие общественного транспорта
	Уменьшение роли личных автомобилей
Коммунальное хозяйство	Строительство теплосберегающих домов
	Создание микрорайонов-микрокосмов с полным обеспечением бытовыми услугами
	Использование солнечных коллекторов и фотоэлементов
	Использование энергосберегающей бытовой техники
Сельское хозяйство	Энергосберегающая обработка почвы
	Полное использование потенциала продуктивности сельскохозяйственных растений и животных
	Замена промышленных азотных удобрений биологическими источниками обогащения почвы азотом
	Сокращение транспортных расходов за счёт децентрализации крупных хозяйств
	Создание местных малых ГЭС и ветроэлектростанций
	Производство биогаза из навоза и отходов растениеводства
Энергетика	Децентрализация электростанций для уменьшения потерь энергии при её транспортировке
	Повышение КПД ТЭС за счёт использования электроэнергии и тепла
	Замена исчерпаемых источников энергии неисчерпаемыми

Задания:

1. Какие виды получения альтернативной энергии возможны в вашей местности?
2. Основные виды топлива в вашей местности, их плюсы и минусы с точки зрения экологии и экономики?

4.5. Методические материалы для учителя.

Урок «биодизель – топливо будущего или новая экологическая проблема?» [10]

Интегрированный урок (биология, химия, экология, экономика, обществознание) с применением технологии развития критического мышления.

Задачи: формирование представления об экологической и экономической значимости поиска альтернативных источников энергии на примере биодизеля – нового топлива для автомобилей; формирование и развитие критического мышления школьников.

Концептуальную основу технологии развития критического мышления составляет базовая модель последовательного прохождения трёх стадий: «вызов – осмысление – рефлексия». На стадии «вызова» учащиеся диагностируют собственные знания по заданной теме; делают информационный прогноз (в паре или группе); фиксируют его на доске или в тетради. На стадии «осмысления» они вступают в контакт с новой информацией, систематизируют её, получают возможность задуматься о природе изучаемого объекта, учатся формулировать вопросы по мере соотнесения старой и новой информации. Предполагается, что на этой стадии происходит формирование собственной позиции, самостоятельно отслеживается процесс понимания информации. На стадии «рефлексии» учащиеся закрепляют полученные знания, активно перестраивают первичные представления, включают новые понятия и образы и формируют «собственное» новое знание. Анализ собственных мыслительных операций – основа данного этапа.

На этом уроке предлагается использовать методический приём инсерт (INSERT – Interactive Noting System for Effective Reading and Thinking – интерактивная система записи для эффективного чтения и размышления авторы: Воган и Эстес, 1986; модификация Мередит и Стил, 1997). Предметная область использования этого методического приёма – преимущественно научно-популярные тексты с большим количеством фактов и сведений. Приём способствует развитию аналитического мышления и осуществляется в несколько этапов, соответствующих трём стадиям технологии развития критического мышления.

1-й этап. Учащиеся читают текст и, используя систему маркировки, помечают соответствующим значком на полях отдельные абзацы и предложения:

- ✓ «галочкой» помечается то, что уже известно учащимся;
- знаком «минус» – то, что противоречит их представлению;
- + знаком «плюс» – то, что является для них интересным и неожиданным;
- ? «вопросительный» знак ставится, если что-то неясно и возникло желание узнать больше.

2-й этап. Учащиеся систематизируют информацию, расположив её в соответствии со своими пометками в таблице.

Таблица для заполнения

✓	+	–	?

3-й этап. Учащиеся обсуждают содержание каждой графы таблицы сначала в малых группах, затем фронтально.

Ход урока:

1. Актуализация знаний школьников

Производство энергии на душу населения Земли – одна из наглядных характеристик уровня развития цивилизации. В разные исторические эпохи оно составляло: первобытно-общинный строй – 0,1 кДж/с; рабовладельческий строй – 0,6 кДж/с; капитализм – 3,4 кДж/с; современное индустриальное общество, развитые страны: 1940 г. – 3,6 кДж/с; 1980 г. – 8,7 кДж/с; 2000 г. – 15 кДж/с.

По сравнению с античностью общее производство и потребление энергии человечеством возросли в конце XX в. в несколько десятков тысяч раз. Такая мощность энергопотребления всего на один порядок меньше уровня общих расходов энергии на процессы фотосинтеза на нашей планете. За последние 20 лет мировое энергопотребление возросло на 30% (и этот процесс продолжится в связи с ростом потребностей бурно развивающихся стран азиатского региона). В развитых странах за тот же период значительно изменилась структура потребления – произошло замещение части угля на газ, считающийся более экологичным топливом, а также возросла с 4 до 10% доля атомной энергии. В настоящее время энергетические потребности мира составляют ~ 11–12 млрд т условного топлива (у.т.) и удовлетворяются за счёт нефти и газа на 58–60%, угля – на 30%, гидро- и атомной энергии на 10–12%. По данным XIII Нефтяного конгресса (1991 г.), разведанные запасы нефти в мире оцениваются в 140–145 млрд т (160 млрд м³), которых может хватить на 35–45 лет. Потребность нефти в РФ – 270–300 млн т, в целом по СНГ – 450 млн т (для сравнения – США ежегодно потребляют около 800 млн т нефти).

В энергетическом секторе наступает время перемен. Необходимость остановить безудержное потребление ископаемых ресурсов, запасы которых ограничены, сегодня осознаётся даже компаниями, непосредственно получающими прибыль от добычи и переработки полезных ископаемых. Многие нефтяные гиганты имеют в своей структуре крупные подразделения, занимающиеся поиском альтернативных источников энергии.

В настоящее время одна из наиболее актуальных проблем в мире – поиск нового автомобильного топлива, которое станет достойной альтернативой бензину и дизелю. Подгоняет этот поиск и обеспокоенность людей ростом загрязнения окружающей среды, связанным с автомобильным транспортом. Ряд автомобилистов уже заправляют свои машины природным газом, кто-то ездит на электромобилях, а наибольшей популярностью в настоящий момент пользуются так называемые автомобили-гибриды, в которых используются два источника энергии (обычно это электричество и бензин).

Доступным и возобновляемым сырьём для производства моторного топлива является биомасса растений.

Биомасса – суммарная масса органического вещества, или общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества организмов, выражаемая обычно в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесённых к единицам площади или объёма любого местообитания (г/м^2 , кг/га , г/м^3 и т. д.); биомассу также выражают в единицах энергии (джоулях) на определённую поверхность, например Дж/м^2 . Биомасса сообщества с уравновешенным круговоротом веществ остаётся постоянной, так как практически вся первичная продукция (органическая масса, создаваемая растениями за единицу времени в процессе фотосинтеза) тратится в цепях питания и разложения.

Ежегодный прирост биомассы растений на Земле составляет от 170 до 200 млрд т, считая на сухое вещество, что в пересчёте на нефтяной эквивалент соответствует примерно 70–80 млрд т. В настоящее время сжигание растительной биомассы составляет $\sim 10\%$ от потребляемых энергоресурсов (примерно 1 млрд т условного топлива). В будущем ожидается существенное расширение использования биомассы в виде продуктов её переработки (жидкого, твёрдого топлива и др.), и в первую очередь отходов, которые скапливаются и разлагаются, загрязняя окружающую среду.

Биомасса перерабатывается в топливные и химические продукты различными методами: пиролизом, гидролизом, газификацией, гидрогенизацией и др. Эти процессы осуществляются в передвижных или стационарных установках.

2. Изучение нового материала. Лекция учителя

2.1. Немного истории

Когда в 1900 г. Рудольф Дизель продемонстрировал изобретённый им двигатель, он предполагал, что горючим для него будет арахисовое масло, но вскоре выяснилось, что по причине высокой вязкости масла двигатель работал со сбоями и глох. Дешёвая смесь углеводородов, получаемая от очистки сырой нефти, работала гораздо лучше масла, и с помощью набравшей тогда обороты нефтяной промышленности «дизельное топливо» вскоре заменило растительное масло. Дизельный двигатель быстро зарекомендовал себя для таких тяжёлых механизмов, как сельскохозяйственная техника и баржи.

К сожалению, несмотря на достоинства дизельного двигателя, у него есть существенный недостаток – крайне токсичный выхлоп. Десятилетиями многие учёные и защитники окружающей среды мечтали вернуться к изначальному варианту топлива, основанному на растительных продуктах и, следовательно, возобновляемому. Было обнаружено, что растительное масло в результате преобразования может стать гораздо менее вязким и поэтому пригодным для использования в качестве топлива для дизельного двигателя. Фактически любое растительное масло (а также отходы масла, которое использовали в ресторанах и кафе, рыбий жир и т. п., а также животные жиры) может быть превращено в «биодизель».

2.2. Преимущества биодизельного топлива

Биодизель – это экологически чистый вид топлива, альтернативный по отношению к минеральным видам, получаемый из растительных масел и применяемый для замены или экономии обычного дизельного топлива. Он может быть использован в обычных двигателях внутреннего сгорания как самостоятельно, так и в смеси с обычным дизтопливом. Обладая примерно одинаковым энергетическим потенциалом с минеральным дизельным топливом, биодизель имеет ряд существенных преимуществ:

- снижение (по сравнению с дизтопливом) вредных выбросов в атмосферу при сжигании, как в двигателях внутреннего сгорания, так и в технологических агрегатах (почти не содержит серы и канцерогенного бензола);
- увеличивает цетановое число топлива и его смазывающую способность, что существенно увеличивает ресурс двигателя;
- при сгорании выделяет ровно такое же количество углекислого газа, которое было потреблено из атмосферы растением, являющимся исходным сырьём для производства масла, за весь период его жизни;
- имеет высокую температуру воспламенения (более 100° C), что делает его использование относительно безопасным;
- разлагается в естественных условиях (подвергается практически полному биологическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99% биодизеля);
- его источником являются возобновляемые ресурсы;
- производство биодизеля легко организовать, и оно рентабельно даже в условиях небольшого фермерского хозяйства, при этом используется недорогое оборудование;
- дизельный двигатель может быть переделан под биодизель с незначительными изменениями конструкции или даже совсем без них. Его можно смешивать и с обычным дизелем. Большинство сторонников биодизеля рассматривают его как идеальное топливо для переходного периода от ископаемого топлива к топливу, основанному на водороде, который может растянуться на десятилетия;

– стоимость биодизеля в настоящее время не превышает стоимость «нефтяного» дизельного топлива и имеет тенденцию к снижению.

Мировым лидером по производству биодизеля через 10–15 лет может стать Бразилия, которая производит это топливо значительно дешевле других стран. Технология позволяет производить 1 л биодизеля примерно из 1,2 л соевого масла. Стоимость этого топлива сегодня примерно равна стоимости бензина.

Производство биодизеля позволяет ввести в оборот неиспользуемые сельскохозяйственные земли, создать новые рабочие места в сельском хозяйстве, машиностроении, строительстве и т. д.

2.3. Технология производства биодизеля

С химической точки зрения биодизель представляет собой метиловый эфир. При его производстве в процессе этерификации масла и жиры вступают в

реакцию с метиловым спиртом и гидроксидом натрия, служащим катализатором. В результате образуются жирные кислоты, а также побочные продукты, основным среди которых является глицерин – его можно использовать для приготовления мыла. Биодизель производят в процессе трансэтерификации или трансэфирообразования. Растительное масло переэтерифицируется метанолом, реже этанолом или изопропиловым спиртом (1 т масла + 100 кг метанола + гидроксид калия или натрия) при температуре 60 °С и нормальном давлении.

Биодизельное топливо можно получать практически из любых масличных культур. В настоящее время в мире Европа лидирует в производстве биодизельного топлива, его сейчас изготавливают из рапса, сои и подсолнечника. Основой для производства может послужить даже растительное масло, использованное в пищевой промышленности. Производство биодизеля быстро растёт, и сегодня рассматриваются варианты его расширения за счёт других культур.

2.4. Недостатки биодизеля

И всё же даже самые рьяные энтузиасты биодизеля не считают его панацеей от мировой экологической проблемы. Хотя токсичность биодизеля по большинству параметров ниже, она всё же превосходит традиционный дизель по выделению окиси азота, которая, как полагают, является одной из главных причин разрушения озонового слоя. К тому же биодизель быстрее густеет при низких температурах, чем традиционный дизель, что делает его применение проблематичным в холодных областях.

Под производство сырья для биодизеля отчуждаются большие земельные площади, на которых нередко используют повышенные дозы средств защиты растений. Это приводит к биодegradации грунтов и снижению качества почв. С другой стороны, жмых, получаемый в процессе производства растительного масла, используется в качестве корма для скота, что позволяет более плотно утилизировать биомассу растения.

Многие специалисты отмечают, что через 100–200 часов работы на биотопливе на дизеле наблюдаются повышенные количество углеродистых отложений и закоксовывание сопловых отверстий распылителей форсунок. Что вполне правомерно: в данном масле много смолистых веществ, поэтому его коксуемость (0,4%) выше коксуемости дизельного топлива (0,2%).

2.5. Реалии и перспективы

Правительством Ленинградской области утверждена концепция развития балансов топливно-энергетических ресурсов до 2020 г. Она базируется на энергетической стратегии Российской Федерации, которая, в свою очередь, основана на анализе возможного роста цен на энергоносители. В структуре областного топливного баланса предполагается увеличение доли природного газа и биотоплива, а также сокращение доли угля. Если в 2002 г. на природный газ приходилось 62,3%, на уголь – 10,9%, на биотопливо – 3,2%, то к 2015 г. доля природного газа должна составить 65%, угля – 9%, а биотоплива – 5,7%. К 2015 г. долю природного газа планируется увеличить до 71%, биотоплива – до 14%, а от угля отказаться совсем.

Малайзия в ближайшее время намерена полностью отказаться от использования нефтяного дизельного топлива и перейти на использование биотоплива.

3. Закрепление нового материала

В ходе обсуждения на третьей стадии урока ученики должны определиться с выбором домашнего задания.

Домашнее задание для «физиков»

Проведите критический разбор предлагаемой ниже рекламы. Решите задачу.

Фантастическое предложение: продаются очень дешёвые котлы мощностью до 2 МВт и с более высоким КПД – 80%! Никаких затрат на переработку дров! Это то, о чём последние 50 лет мечтает вся мировая энергетика. А цена? Дешевле только даром!

Комментарии: Для того чтобы получить 2 МВт тепловой энергии за 1 ч, необходимо сжечь $1,5 \text{ м}^3$ дров средней влажности (30%) при КПД 80%. Представьте, что такое $1,5 \text{ м}^3$ древесины. Как нужно организовать горение, чтобы такое количество дров сгорело за 1 ч с КПД 80%? За сутки необходимо перетаскать 36 м^3 дров. Сколько нужно физически сильных кочегаров на работу в такую котельную? Сколько при этом надо дров на весь отопительный сезон? Здесь нужна бригада с лесозаготовительной техникой. Сколько будет стоить топливо и сколько будет стоить 1 Гкал тепла, произведённой в такой котельной? К тому же следует учесть, что средняя влажность дров составляет 50%.

Вывод: реальный КПД таких котлов не может превышать 30%! Производителям надо срочно подавать заявки в Нобелевский комитет или писать научно-фантастические рассказы.

Задание для «биологов» и «химиков»

1. Проведите сравнительный анализ альтернативных видов автомобильного топлива: биоэтанола, водорода, сжатого воздуха. Найдите информацию о «газохале» (gasohol) и смеси Е-85. Составьте краткую справку о составе, способах получения, химизме реакций, достоинствах и недостатках использования биоэтанола в качестве автомобильного топлива.

2. Проведите эксперимент по получению биогаза. Соберите «установку» для производства биогаза, Наполните колбу подсохшими листьями, банановыми шкурками и другими органическими отходами. Процесс должен проходить при температуре около 30°C приблизительно в течение недели. Если биогаза образовалось достаточное количество, его можно поджечь, открыв заглушку и поднеся лучинку. Можно повторить опыт и сравнить потенциал использования биомассы разного состава (при этом пропорции должны быть одинаковыми) для получения биогаза.

3. Назовите химический состав биогаза. Приведите реакции трёх стадий синтеза биогаза. Как он может быть применён? Каковы перспективы получения биогаза на городских свалках?

4. Решите задачи: вычислите количество энергии, выделенной при сгорании 45 л бензина. Предположите, что бензин состоит только из октана

C_8H_{18} , плотность октана $0,7 \text{ г/см}^3$, количество тепла, выделяющееся при сжигании 1 моль октана, составляет 5500 кДж.

Вычислите массу и объём (н.у.) водорода, необходимого для получения такого же количества энергии, которое образуется при сжигании 45 л бензина. При сгорании 1 моль водорода выделяется 286 кДж тепла. Какие способы транспортировки и хранения водорода вы знаете?

Принимая в расчёт эффективность двигателей (при езде в городе двигатель на водороде на 50% более эффективен, чем бензиновый, а за городом только на 20%), рассчитайте массу и объём водорода, необходимые для совершения пробега, эквивалентного пробегу на 45 л бензина при езде за городом и при частых остановках в городской среде.

Задание для «обществоведов»

Проведите опрос товарищей, учителей школы и родителей. Составьте анкету, анализируя которую вы смогли бы получить следующую информацию: знают ли респонденты об экологическом праве и могут ли привести пример какого-либо экологического норматива; справедливо или нет облагать налогом человека, производящего биодизельное топливо для своих нужд; сколько респондентов готовы заливать биодизель в топливный бак своего автомобиля.

Задание для «экономистов»

1. Оцените экономическую информацию, содержащуюся в представленных ниже справочных материалах. Дополните её.

2. Подготовьте информационный листок о биодизеле (экологичность продукта и его производства, экономичность, безопасность, рынки сбыта).

3. Продумайте стратегию рекламной компании биодизеля. Рассмотрите варианты экологической маркировки некоторых зарубежных компаний, используемой для информирования клиентов партнёров об экологических особенностях продукции, процессов её разработки, производства и использования. Найдите информацию о соответствующих экологических маркировках отечественного производителя.

4. Ответьте на вопросы: Что такое экологически оправданные цены? Какие новые теории ценообразования вы знаете? Как они сочетаются с концепцией устойчивого развития?

В табл. 1 и 2 приведены справочные материалы.

Таблица 1

Мировые запасы горючих ископаемых, пригодные для индустриальной добычи

Нефть + газ	Уголь млрд т н.э.	соотношение	Литература
226	687	1:3,0	[11]
230	741	1:3,2	[12]

Таблица 2

Извлекаемые запасы горючих ископаемых и прирост биомассы
(в пересчёте на нефтяной эквивалент)

Наименование	В СНГ млрд т н.э.	В мире млрд т н.э.
Нефть	8–10	145
Уголь	~200	720
Газ	~40	104
Образование растительной биомассы в год	~15–20	80

Действующие биодизельные программы

Миннесота, США – 2%-ное содержание биодизеля от общего потребления дизельного топлива;

Франция – 7% от общего потребления к 2010 г. (этанол + биодизель);

Европейский союз – 5,75% от общего потребления к 2010 г. (этанол + биодизель);

Австралия – 350 млн л к 2010 г. (этанол + биодизель);

Зимбабве – 10% от общего потребления;

Малайзия – 20% от общего потребления;

Таиланд – 5% от общего потребления к 2011 г., 10% – к 2012 г.;

Новая Зеландия – 5% от общего потребления к 2008 г. (этанол + биодизель);

Индия – к 2030 г. будет производить ежегодно 60 млн биотоплива;

Китай – к 2020 г. будет производить ежегодно 8 млн биотоплива;

Индонезия – 10% биотоплива от общего потребления к 2010 г. (этанол + биодизель);

Южная Корея – 0,5% биодизеля от общего потребления с 2006 г., 5% с 2008 г.

Современные типы топлива

Твёрдое топливо: древесина; древесная щепа; древесные пеллеты; сланец; сапропель; торф; уголь; битуминозные пески; порошок (соединения азота, твёрдое реактивное топливо).

Жидкое топливо (простое в транспортировке, но при этом имеются потери при испарении, велика вероятность разливов и утечек):

нефтяное топливо: мазут, дизельное топливо (газойль, солярное масло); керосин, лигроин, бензин, газолин; масла (сланцевое масло, отработанное машинное масло, растительные (рапсовое, арахисовое) или животные масла); спирты (этанол, метанол, пропанол); жидкое ракетное топливо; эфиры: (изомеры) спиртов (метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ); диметиловый эфир (ДМЭ); жирных кислот (этерифицированные растительные масла (биодизель); эмульсии (водотопливная эмульсия, этиловый спирт в бензинах); синтетическое топливо, производимое на основе процесса Фишера-Тропша: из угля (CTL), из биомассы (BTL), из природного газа (GTL).

Газообразное топливо (более транспортабельно, но имеет большие потери; при нормальных условиях имеет низкую энергетическую плотность):

пропан, бутан, метан (природный газ, метан угольных пластов, рудничный газ, болотный газ, биогаз, лэндфилл-газ, гидрат метана); водород; продукты газификации угля (синтез, генераторный, коксовый газы) и древесины; смеси (пропан-бутановая смесь (LPG), смесь водорода и природного газа (HCNG)).

Дисперсные системы, растворы: аэрозоли (угольная пыль, алюминиевая, магниевая пыль); пены (газодизель – смесь природного газа с дизельным топливом, смесь водорода с бензином); суспензии; водородное топливо («жидкий порошок»).

Другие виды топлива: ядерное, термоядерное, ракетное.

4.6. Игры по теме «Энергия» [13–14]

Лужа как модель океана

Главная мысль темы. Когда вода поглощает энергию, например, солнечную (или тепловую при нагревании на плите), молекулы воды начинают двигаться быстрее. Некоторые из них получают энергию достаточную для того, чтобы оторваться от жидкости и перейти в газообразное состояние. Этот процесс называется испарением.

Пояснение. Энергия Солнца испаряет воду океанов, озер, водохранилищ, рек... Результат испарения можно наблюдать, измеряя размеры луж.

Материалы и оборудование. Мел, полиэтилен.

Подготовка

1. Найдите лужу, образовавшуюся на асфальте, бетоне или другой водонепроницаемой поверхности.

2. Обведите лужу по контуру мелом.

Ход работ

В течение дня, по мере высыхания лужи, измеряйте ее поперечник и обводите по контуру, каждый раз фиксируя время. Вы получите представление о том, сколько времени уходит на испарение воды. Можно снова заполнить лужу до первоначально отмеченного контура и таким образом определить объем воды, испарившейся за время наблюдения. Сравните скорость высыхания луж, находящихся в разных условиях. Как влияет глубина лужи на скорость испарения?

Дополнение. Попробуйте сравнить скорости испарения с различных поверхностей, например, с асфальта, бетона, полиэтилена.

Повторите такие эксперименты при различных погодных условиях.

Семена-аккумуляторы

Главная мысль темы. Растение, прорастая из семечка, использует запасенную в нем энергию

Пояснение. Работа заключается в наблюдении за растением и исследовании влияния различных факторов на процесс прорастания.

Материалы и оборудование. Стеклянная банка, фильтровальная бумага (бумажные полотенца), семена бобов или редиса, картон, питательная смесь (песок, почва, компост), удобрения.

Подготовка. Заполните банку фильтровальной бумагой. Поместите боб между бумагой и стенкой банки. Наденьте на банку картонную трубку так, чтобы предотвратить попадание света на боб. Поддерживая бумагу во влажном состоянии, наблюдайте за прорастанием боба, проделав «окно» со «ставней» в картонной трубке. У вас получился «прибор для наблюдения за ростом корней».

Ход работ

1. Укрепите банку наклонно, подставив опору. Под действием силы тяжести корни будут расти вниз.

2. Влияние света на прорастание семян можно выяснить, поместив банку в картонную коробку. Заклейте все стыки коробки, так чтобы свет проходил только через одну щель. Имейте в виду, что большинство растений могут прорасти только при очень слабом свете или даже при полном его отсутствии. Не забывайте, однако, что после прорастания семян росткам необходим свет для фотосинтеза. Продолжайте эксперимент до тех пор, пока не убедитесь, что ростки растут в том направлении, откуда поступает свет.

Дополнение. При помощи «прибора для наблюдения за ростом корней» можно изучать влияние факторов, определяющих поступление к растениям питательных веществ. Наблюдение проводится как описано выше, за исключением того, что на этот раз банка наполнена питательной смесью. Посейте семена в банку и оставьте их прорасти. Не допускайте переувлажнения питательной смеси.

Игра «Фотосинтез»

Главная мысль темы. Фотосинтез – это реакция, при которой под действием солнечной энергии листья (или другие зеленые, содержащие хлорофилл, органы растений) синтезируют питательные вещества, связывая углекислый газ и воду и образуя углеводы (при этом в качестве «побочного продукта» выделяется кислород). Фотосинтез – основа всех пищевых цепей, так как в ходе фотосинтеза растения производят энергию, необходимую для собственного роста, и обеспечивают пищей (а следовательно, и энергией) травоядных животных.

Пояснение. Процесс фотосинтеза сложно продемонстрировать. Но, как известно, объяснить фундаментальные теоретические понятия может помочь игра.

Материалы и оборудование. Картон, нитки, карандаши, карманный фонарик или свеча.

Подготовка.

1. Сделайте карточки по числу участников игры, прикрепив нитки к листам картона так, чтобы карточки можно было повесить на шею. Укрепите отверстия в картоне при помощи клейкой ленты и проденьте нитку в картон.

2. На половине карточек напишите «углекислый газ», на остальных – «вода». Вместо надписей можно использовать условные обозначения.

3. Изготовьте карточки зеленого цвета, обозначающие хлорофилл. Они должны быть такого размера, чтобы на них могли одновременно стоять два человека. Разложите зеленые карточки на полу.

4. Затемните комнату и поставьте в один угол источник света, изображающий Солнце.

Ход игры

1. Каждому участнику игры, входящему в класс, дается карточка. Карточку надо повесить на шею так, чтобы надпись (или изображение) было обращено к груди.

2. Объясните детям, что вся комната – это зеленый лист растения, представляющий собой «фабрику питательных веществ». Когда встает солнце (зажигается лампа), «фабрика» начинает связывать углекислый газ и воду, при этом образуются углеводы. Иногда углеводы называют сахарами; это название можно использовать на занятиях с младшими детьми.

3. Участники игры переворачивают свои карточки и смотрят, что они изображают: углекислый газ или воду. Затем каждому из детей надо найти партнера и вместе встать на зеленую карточку, обозначающую хлорофилл. Одновременно на зеленой карточке может стоять только одна пара. Процесс прекращается с «заходом солнца».

4. Когда солнце снова восходит, «синтезированные молекулы» объясняют процесс образования питательных веществ.

Дополнение

1. На обороте карточек «углекислый газ» можно написать «углеводы» («сахар»), а на обороте карточек «вода» – «кислород». В одном из углов комнаты установите табличку с надписью «атмосфера», в другом – «флоэма» (флоэма – это система трубочек в растительных тканях, по которым переносятся питательные вещества). Ребята с карточками «кислород» выходят из игры около надписи «атмосфера», а с карточками «сахар» – около надписи «флоэма».

2. Около угла комнаты с табличкой «атмосфера» можно обменивать карточки с надписью «кислород» на карточки «гусеница» или «пестицид». Ребята, имеющие карточки с надписями «сахар» и «пестицид», не должны показывать их «гусеницам». Когда снова встает солнце, «гусеницы» получают энергию, «поедая растения» (саят ребят с другими карточками и собирают их карточки). Однако если «гусеница» обнаружит, что собрала две карточки с надписью «пестицид», она «умирает».

3. Простейший фонарь можно сделать из свечи, установив ее на дно надежно закрепленной высокой стеклянной банки. Накрыв банку жестяной крышкой с небольшими отверстиями и надев на банку картонную трубу, можно изображать день и ночь, поднимая и опуская трубу-заслонку.

Кислотные дожди

Главная мысль темы. Дождевая вода обычно характеризуется слабыми кислотными свойствами (рН 6) вследствие присутствия углекислого газа, а также соединенной серы и азота естественного (бактериального или вулканического) происхождения. Загрязняющие вещества, попадающие в атмосферу в результате сжигания топлива, увеличивают кислотность атмосферных осадков. К таким веществам относятся оксиды азота, наличие которых в атмосфере ведет к образованию азотной кислоты, и диоксид серы.

Пояснение. Индикатор кислотности можно сделать из растений, а воздействие кислотных дождей на растения показать на модели.

Материалы и оборудование

Для изготовления индикатора кислотности: краснокочанная капуста или свекла, кастрюля, дистиллированная вода, маленькая бутылка с пробкой и узким горлышком, лимонный сок, молоко, уксус и т. д.

Для сбора кислотных осадков: чистые полиэтиленовые пакеты, резиновые кольца, пластиковая бутылка объемом 2 л, шест.

Для демонстрации образования кислотного дождя: большая стеклянная банка с закручивающейся крышкой, лакмусовая бумага (специальный или самодельный индикатор кислотности), дистиллированная вода (желательно хранить ее в холодильнике), спички, измельченный мел.

Для демонстрации воздействия кислотного дождя на растения: небольшая чистая пластиковая коробочка (например, из-под фотопленки), две больших пластиковых емкости с пластиковыми крышками, таблетки, используемые для стерилизации посуды при производстве пива и вина (или спички), полиэтиленовые пакеты, широкие резинки, быстро прорастающие семена (например, редиса или салата), небольшие крышки от банок (в качестве поддонов для проращивания семян), вата.

Для исследования сухого осадка: воронка для фильтрования (например, изготовленная из верхней части пластиковой бутылки), бумага, клейкая лента, куски картона или дерева.

Подготовка. Сделайте емкость для сбора кислотного дождя, отрезав верхнюю часть, пластиковой бутылки. Внутрь бутылки вставьте пластиковый пакет, закрепив его снаружи резиновым кольцом. Прикрепите емкость к шесту, например, при помощи тугого широкого резинового кольца.

Сварите краснокочанную капусту в небольшом количестве дистиллированной воды. Отвар, который будет иметь фиолетовый цвет за счет естественного красителя, можно использовать как индикатор кислотности. Чем меньше использовано воды, тем выше концентрация красителя. Охладите отвар и перелейте его в маленькую бутылочку с пробкой. Имейте в виду, что индикатор нельзя долго хранить.

Для демонстрации воздействия кислотных дождей на растения прорастите семена в увлажненной вате, уложенной на крышках от банок.

Ход работ

Сбор осадков и установление их кислотности

1. Установите шест на открытом месте и соберите немного дождевой воды.

2. Добавьте небольшое количество индикатора в воду и запомните цвет.

Заметны ли различия в кислотности осадков в разные дни? Лакмусовая бумага даст более точный результат. Но дождевая вода обладает буферными свойствами, что может искажать результат. Поэтому лучше использовать специальный индикатор.

3. Смешайте небольшое количество индикатора с уксусом или лимонным соком. Отметьте изменение цвета.

Какие вещества, способные изменить цвет индикатора, смогут предложить сами учащиеся?

Попробуйте найти другие растения, окрашенные экстракты которых будут действовать как индикаторы кислотности.

Некоторые голубые цветы, например, колокольчик, под действием кислоты меняют цвет на красный. Попробуйте побеспокоить этим цветком муравейник, отметьте изменение цвета под действием муравьиной кислоты.

Демонстрация образования кислотного дождя.

1. Заполните стеклянную банку на три четверти водой. Желательно использовать дистиллированную воду. Бросьте в воду лакмусовую бумажку. Зажгите над водой несколько спичек, а когда сера сгорит, задуйте их и быстро закройте банку крышкой.

2. Взболтайте банку, чтобы вода поглотила дым. Что произошло с лакмусовой бумажкой?

3. Добавьте в воду немного измельченного мела, взболтайте и зафиксируйте результат.

Демонстрация воздействия кислотного дождя на растения.

1. Налейте немного воды в пластиковую коробочку из-под фотопленки. Опустите в воду одну таблетку. При этом образуются пары диоксида серы. Если вы пролили полученную жидкость, то немедленно смойте ее большим количеством воды. Аккуратно поставьте пластиковую коробочку в большую емкость и плотно закройте крышкой. (Вместо этого можно сжечь несколько спичек.)

2. Внутрь большой емкости с пластиковой крышкой поставьте крышку с проросшим салатом. Другую крышку с салатом поместите в пустую емкость того же размера. Через несколько часов посмотрите, что происходит с растениями.

Отбор и обработка проб для обнаружения частиц сажи в воздухе.

1. Соберите несколько листьев вечнозеленых растений и тщательно промойте их в малом количестве воды. Профильтруйте воду. Что осталось на фильтре?

2. На полосках картона или дерева закрепите клейкую ленту (удобно использовать двустороннюю клейкую ленту) и установите в разных местах на открытом воздухе (вдалеке от дороги, рядом с котельной, в лесу и т. д.). Через

несколько дней сравните вид налипших на ленте частиц, указывающих на характер загрязнения воздуха.

Спор об экономии

Учащиеся будут разыгрывать сценки для демонстрации своего понимания действий, полезных или вредных для окружающей среды.

Цели: это упражнение направлено на развитие у учащихся творческих способностей при выражении ими своих представлений об экономии энергии, борьбе с мусором и шумом.

Материалы: Карточки с названиями кукол, старые носки ила бумажные пакетики, ножницы, фломастеры, плотная бумага, любые подручные средства для изготовления кукол, клей.

Заранее скажите детям, чтобы на этот урок они принесли из дома материалы, необходимые для создания кукол (ножницы, клей, вата, обрезки ткани, плотная бумага и т. п.). Попросите детей принести также старые носки. Носки светлых расцветок особенно удобны тем, что на них можно рисовать фломастером. На темные носки рисунки следует наклеивать. Годаются также маленькие бумажные пакетики. Пусть дети разрисуют свои куклы. Для скрепления частей кукол можно использовать резинки, ленты, веревки, скрепки и т. д. – это может дать неожиданные эффекты. В процессе изготовления кукол пройдите по классу и попросите детей рассказывать вам, что будут делать их куклы. Сделайте карточки с названиями кукол для следующих категорий: сберегатель бумаги/расточитель бумаги; собиратель мусора/разбрасыватель мусора; борец с шумом/шумозагрязнитель; хранитель энергии/пожиратель энергии. Раздайте каждому учащемуся по одной карточке-ярлыку. Постарайтесь установить равенство численного состава «противоборствующих» сторон. Объясните тем, кто будет играть отрицательных персонажей, что ярлыки относятся к куклам, а не к детям, которые их играют – не стоит расстраиваться, если досталась карточка «плохого» человека.

Обсудите с учениками названия кукол. Предложите детям подумать над тем, что такое «противоположность». Попросите детей рассказать, чего можно ждать от той или иной куклы. Так, *пожиратели энергии* при выходе из комнаты оставляют свет включенным, – *хранители энергии* выключают его. *Шумозагрязнители шумят* там, где это может помешать другим людям (театр, библиотека и т. д.), *борцы с шумом* заботятся о том, чтобы не беспокоить окружающих шумом, в таких местах они молчат или говорят очень тихо. *Хранитель бумаги* пишет на обеих сторонах листа, *расточитель бумаги* пишет только на одной стороне листа, после чего выбрасывает его. Придумайте и другие пары кукол. Пусть дети прикрепят выданные им карточки к куклам.

Когда изготовление кукол будет закончено, устройте кукольное представление. Распределите детей по парам и дайте им время подготовить короткие сценки (диалоги). Пусть дети разыграют сценки одна пара для другой или для всего класса (в зависимости от наличия времени). Можно также показать некоторые из сценок другому классу.

Обсудите с детьми увиденное, попросите детей привести примеры «положительного» поведения кукол. Поговорите о том, что дети должны сделать, чтобы эти положительные примеры стали частью их образа жизни.

Библиографический список

1. Экология: учебник / коллектив авторов; под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. М.: КНОРУС, 2012. 304 с.
2. Экологический мониторинг почв: учебник / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. М.: Академический Проект; Гаудемус, 2007. 237 с.
3. Общая экология: учебник для студ. пед. вузов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. М.: Дрофа, 2004. 416 с.
4. Региональная экология: учебное пособие / под ред. Л.В. Кондаковой. Киров, ВятГГУ, 2009. 220 с.
5. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2010 году: региональный доклад / под общ. ред. А.В. Албеговой. Киров: ООО «Триада плюс», 2011. 188 с.
6. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 1989. 336 с.
7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология и устойчивое развитие Республики Башкортостан: учебное пособие. Уфа, 2010.
8. Современные тенденции развития энергетики // Биология в школе. 2011. № 3, 4.
9. Большая энциклопедия эрудита. М.: Махаон, 2004.
10. Урок «Биодизель – топливо будущего или экологическая проблема» // Биология в школе. 2007. № 3.
11. Степановских А. С. Прикладная экология. М., 2005.
12. Шустова Л.В., Шустов С.Б. Химические аспекты экологии. М., 2003.
13. Вестник АсЭкО. 1997. № 1–2.
14. Информационно-методический журнал по экологическому образованию «Игорный дом», № 1 зима, Калининград.

Учебное издание

**Огородникова Светлана Юрьевна,
Попцова Людмила Михайловна
Серия тематических сборников и DVD-дисков
«Экологическая мозаика»
Сборник 9. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ПОЧВА. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

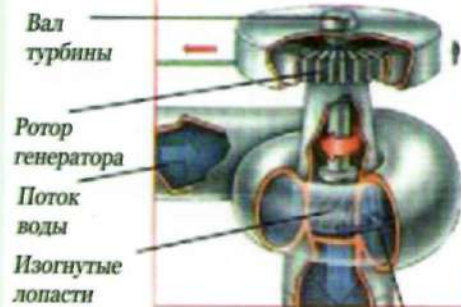
Учебно-методическое пособие

Редактор *Т.Н. Котельникова*
Технический редактор *С.Н. Тимофеева*

Фото на 1-й стр. обложки знак фонда «Ресурсосбережение»,
<http://www.fondresurs.ru/>
Фото на посл. стр. обложки Соколова М.Б. «Березы моей родины»

Подписано в печать 10.12.12.
Формат 60×84 1/16.
Гарнитура «Times New Roman».
Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,0.
Заказ № 520/12.

Отпечатано в ООО «Типография “Старая Вятка”»
610004, г. Киров, ул. Р. Люксембург, 30, т. 65-36-77.



▲ По спиральному трубопроводу вода поступает к турбине с внешней стороны. Огибая лопасти, она уходит вниз из центральной части турбины.

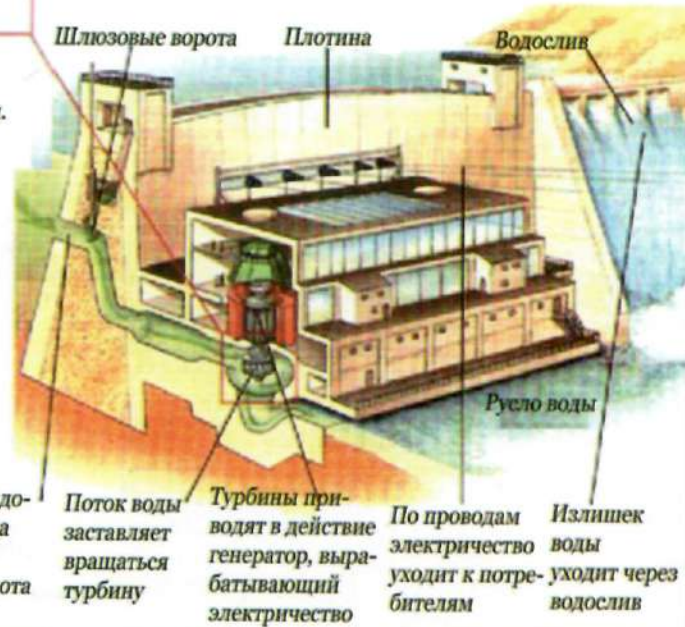


Схема гидроэлектростанции

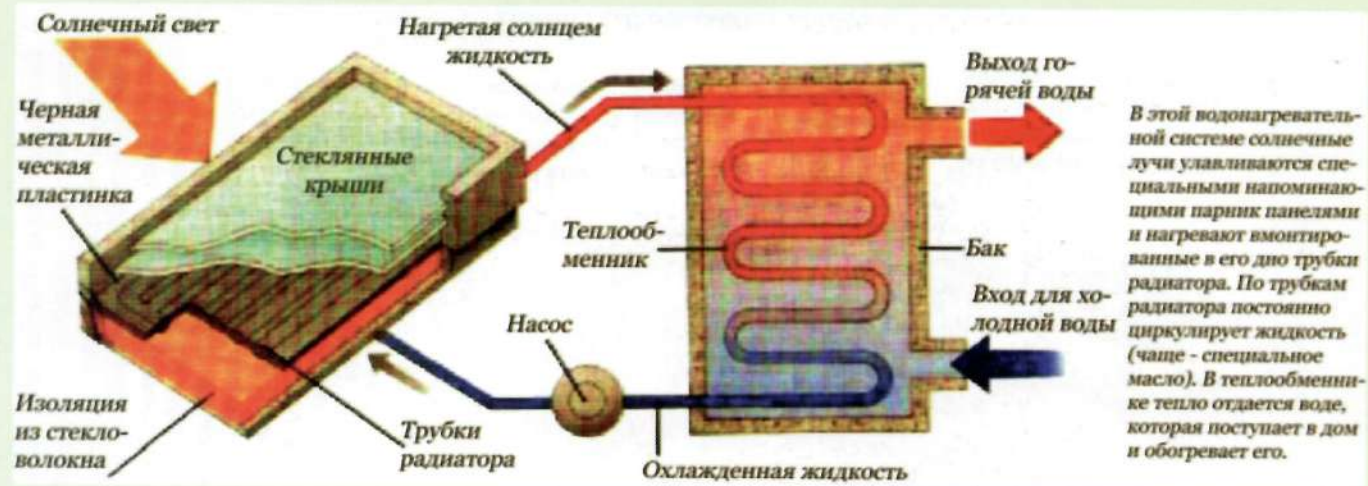
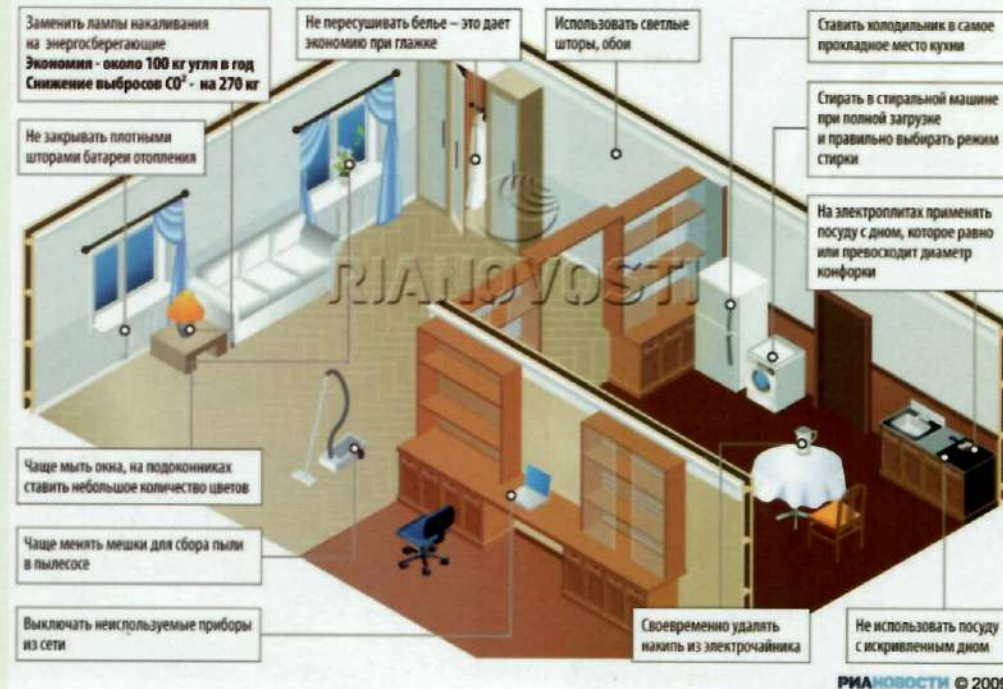


Схема работы солнечных коллекторов

Правила энергосбережения

Энергосбережение стало одной из приоритетных задач человека из-за дефицита основных энергоресурсов, возрастающей стоимости их добычи, а также в связи с глобальными экологическими проблемами

Что может сделать каждый:



<http://eco.ria.ru/ecoinfogr/20091229/202118199.html>



Гидроэнергостанция



Солнечная энергостанция



ISBN 978-5-91061-310-6



9 785910 613106