

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»



**Российский университет
дружбы народов**
RUDN University

Н.В. Юркевич

ЭКОЛОГИЯ

ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Учебно-методическое пособие к курсу



Москва 2026

УДК 502/504
ББК 20.1
Ю 741

Рецензенты:

Бортникова Светлана Борисовна – д.г.-м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории эколога-экономического моделирования техногенных систем ИНГГ СО РАН (Новосибирск);

Филимонова Ирина Викторовна – д.э.н., профессор, директор центра экономики недропользования нефти и газа ИНГГ СО РАН, заведующая кафедрой политической экономии ЭФ НГУ (Новосибирск).

Юркевич, Наталия Викторовна

Ю 741 Экология. Введение в специальность. Учебно-методическое пособие – М.: Мир науки, 2026 г. – Сетевое издание. Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/08MNNPU26.pdf> – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-908127-07-3

DOI: 10.15862/08MNNPU26

Учебно-методическое пособие к курсу «Экология: введение в специальность» предназначен для формирования у студентов системного экологического мировоззрения и является фундаментальной основой для подготовки специалистов любого профиля в XXI веке. Его актуальность обусловлена комплексом глобальных вызовов, стоящих перед человечеством, и стремительным переходом мировой экономики и общества к модели устойчивого развития.

Издание распространяется под лицензией Creative Commons CC BY 4.0

ISBN 978-5-908127-07-3

© Юркевич Наталия Викторовна
© ООО Издательство «Мир науки», 2026 г.



Оглавление

Введение	5
1. Глобальные проблемы человечества	7
2. Понятие качества в экологии.....	9
2.1. Методы оценки качества среды. Интегральные показатели качества среды.....	10
2.2. Качество производственной среды, жилых помещений	12
2.3. Понятия «экологически чистый» и «экологичный»	13
3. Понятие об устойчивом развитии	15
3.1. Устойчивое развитие	15
3.2. Экологический след.....	16
3.3. Индикаторы и индексы устойчивого развития	17
3.4. Киотский протокол	18
3.5. Парижское соглашение.....	20
4. Экологическая этика.....	22
4.1. Релевантность и значимость всех мировых религий для развития экологической этики	23
4.2. Этика жизни.....	27
4.3. Ценность природы.....	28
4.4. Природоохранные мотивации.....	31
4.5. Принципы экологической этики.....	32
4.6. Заповедники, охрана бактерий и вирусов, ГМО, опыты над животными.....	33
4.7. Интернет вещей	36
5. Зеленое строительство.....	39
5.1. Энергосбережение и энергоэффективность	39
5.2. Зеленые стандарты	40
5.3. Острова тепла и световое загрязнение.....	42
6. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)	44
6.1. Гелиоэнергетика.....	44
6.2. Ветровая энергетика.....	47
6.3. Гидроэнергетика.....	50
6.4. Геотермальная энергетика.....	51
6.5. Биотопливо	53



Методический аппарат	54
Заключение	55
Библиографический список	56



Введение

Сегодня человечество столкнулось с беспрецедентными по масштабу проблемами: изменением климата, загрязнением окружающей среды, истощением ресурсов, утратой биоразнообразия. Эти проблемы носят трансграничный характер и не могут быть решены усилиями одной страны. Курс дает студентам понимание причинно-следственных связей этих кризисов, что является первым шагом к их решению.

«Зеленая» экономика становится новым глобальным трендом. Работодатели все чаще ценят сотрудников, обладающих экологической грамотностью, понимающих принципы устойчивого развития и способных применять их в своей профессиональной деятельности — будь то инженерия, менеджмент, строительство или юриспруденция.

Курс воспитывает специалистов, способных к критическому осмыслению экологической информации, принятию взвешенных решений в повседневной жизни и участию в общественном обсуждении экологических тем.

Во всем мире, включая Россию, ужесточается экологическое законодательство. Знание его основ и принципов, закладываемое в курсе, необходимо для любого специалиста, чья деятельность может оказывать воздействие на окружающую среду.

Рассмотрение именно нижеуказанных разделов в учебно-методическом пособии делает курс не абстрактным, а практико-ориентированным и комплексным.

Раздел «Глобальные проблемы человечества» позволяет студентам увидеть «общую картину», выйти за рамки локальных проблем. Понимание взаимосвязи таких явлений, как таяние ледников, продовольственный кризис и миграционные потоки, формирует системное мышление. Без понимания глобального контекста любые локальные экологические действия теряют смысл и эффективность.

Качество окружающей среды — это интегральный показатель, напрямую влияющий на здоровье человека, продолжительность жизни и экономическое благополучие. Современные стандарты (ISO 14000, ESG-принципы) требуют умения оценивать экологические аспекты и управлять ими. Соответствующий раздел курса дает инструментарий для объективной оценки состояния среды, учит работать с критериями, нормативами и показателями (качество воздуха, воды, почвы).

Устойчивое развитие — это центральная парадигма развития цивилизации на ближайшие десятилетия, официально принятая ООН (Повестка дня до 2030 года). Все национальные и корпоративные стратегии разрабатываются с оглядкой на цели устойчивого развития (ЦУР). Раздел курса формирует у будущего специалиста понимание необходимости баланса между экономической эффективностью, социальной справедливостью и экологической устойчивостью.

Экологическая этика ставит вопросы о моральной ответственности человека перед природой и правах будущих поколений. Раздел курса воспитывает не просто грамотного, но и нравственного специалиста, который принимает решения, руководствуясь не только нормами закона, но и внутренними этическими принципами.

Строительный сектор — один из основных потребителей ресурсов и источников выбросов. Такие концепции, как BREEAM, LEED, GREEN ZOOM, становятся де-факто стандартом в современной архитектуре и строительстве. Информация в разделе «Зеленое строительство» показывает практическое применение экологических принципов в одной из

ключевых отраслей экономики, знакомит с технологиями энергоэффективности, использования экологичных материалов и снижения воздействия на окружающую среду.

Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) — солнечной, ветровой, гидроэнергетики — является основным путем декарбонизации экономики и борьбы с изменением климата. Соответствующий раздел курса знакомит студентов с технологиями будущего, формирует понимание того, как устроена современная и перспективная энергетика, свободная от ископаемого топлива.



1. Глобальные проблемы человечества

Экологический кризис — это нарушение естественных природных процессов в биосфере, в результате которого происходят негативные изменения в окружающей среде, представляющие угрозу для здоровья людей и их благополучия.

Различают кризисы разных масштабов: локальные (местные), региональные, глобальные. Наиболее опасны кризисы, охватывающие огромные территории земного шара, — глобальные. Глобальный экологический кризис — это экологическое неблагополучие, характеризующееся постоянными отрицательными воздействиями цивилизации на природу в масштабе всей Земли. Основные причины утраты биосферой способности к самовосстановлению — увеличение потребления природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, разрушение природных экосистем (Саркисов, Любарский, Казанцев, 2012; Александров, 2021; Харина, Анахов, 2023; Козырь, 2024).

Экологическая катастрофа — это устойчивое и необратимое изменение окружающей среды (обычно в результате деятельности человека или природных катаклизмов).

Причины современного глобального экологического кризиса:

1. Количество изъятых из природы исходных продуктов, необходимых для удовлетворения потребностей человека, превышает их восполняемость, обеспечиваемую круговоротом веществ.

2. Численность населения постоянно растет. При этом потребление ресурсов опережает рост численности населения.

3. Мир изобилия и нищеты сосуществуют рядом, и разрыв между ними огромен.

4. Количество обрабатываемых земель постоянно сокращается в результате нарушения продуктивности (опустынивание, перевыпас скота, нерациональная агротехника).

5. Леса сокращаются из-за вырубki и лесных пожаров, масштабы которых превышают естественное воспроизводство лесов.

6. Наблюдается дефицит пресной воды, особенно в местах интенсивного земледелия.

7. Человек вовлекает в производство и потребляет такое количество вещества и энергии, которое во много раз превышает его биологические потребности.

Таким образом, указанные причины глобального экологического кризиса связаны в основном с потребительским отношением человека к природе, последствиями научно-технической революции, а также недостаточным уровнем экологического образования и просвещения.

Глобальные экологические проблемы:

1) «парниковый эффект» — явление, вызванное увеличением концентрации в атмосфере Земли газообразных веществ, в том числе и углекислого газа, что послужило одним из факторов повышения средней температуры на планете и глобальных климатических изменений;

2) кислотные дожди — смесь техногенных выбросов с осадками в виде дождя и снега, что приводит к отрицательным последствиям для человека и отдельных элементов биосферы;

3) истощение озонового слоя и появление так называемых озоновых дыр — значительного пространства в озоносфере планеты с заметно пониженным содержанием озона. Ученые установили, что основной причиной истощения озонового слоя Земли является наличие в ее атмосфере большого количества хлорфторуглеродов;

4) обезлесение — заметное сокращение площади лесов на нашей планете в результате вырубки лесов для заготовки промышленной древесины, расчистки земель для сельхозугодий и пастбищ, для получения топлива, а также по причине загрязнения окружающей среды различными химическими и другими токсикантами;

5) опустынивание — процесс, приводящий к потере природной экосистемой сплошного растительного покрова с дальнейшей невозможностью его восстановления без участия человека;

6) угрожающее загрязнение среды различными токсикантами;

7) опасность истощения энергетических, минеральных и сырьевых ресурсов, которыми располагает Земля.

2. Понятие качества в экологии

Понятие «качества» является основой для экологического мониторинга, экологической экспертизы, разработки природоохранных мер, формирования экологической политики. Понятие «качество» в экологии — это системная, измеримая и нормативно закреплённая категория, которая позволяет перейти от общих рассуждений о «защите природы» к конкретным действиям по оценке, контролю и улучшению состояния нашего общего дома — окружающей среды.

Категория «качество» имеет многогранную природу и применяется в различных сферах деятельности общества, поэтому может рассматриваться как философская, социальная, экономическая категория и т. д. (Аристов, 2009).

В 1986 г. международной организацией по стандартизации (ИСО) было определено понятие «качество» для всех отраслей бизнеса и промышленности. В 1994 г. терминологию уточнили, было стандартизировано следующее определение: качество — совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности потребителя (Гончаров, Колесникова, Ширяева, 2015).

В отличие от упрощённого бытового понимания («хорошо» или «плохо»), качество окружающей среды в экологии — это степень соответствия природных условий потребностям живых организмов или хозяйственным целям человека. Проще говоря, это состояние экологических систем, которое определяет, насколько они благоприятны для жизни. Это не единый показатель, а совокупность физических, химических и биологических параметров. Качество среды — это не просто «чистота», а сбалансированность всех её компонентов, обеспечивающая устойчивое функционирование экосистемы.

Качество окружающей среды оценивается по трем взаимосвязанным компонентам:

1. Качество как состояние природных объектов (физико-химический аспект) характеризуется совокупностью объективно измеряемых параметров природных сред:

— для воздуха: концентрации загрязняющих веществ (диоксид серы, оксиды азота, угарный газ, взвешенные частицы PM_{2.5}/PM₁₀), радиоактивный фон;

— для воды: прозрачность, мутность, рН, минерализация, содержание растворённого кислорода, концентрации биогенных элементов (азот, фосфор), тяжёлых металлов, нефтепродуктов;

— для почвы: содержание гумусовых веществ, кислотность, гранулометрический состав, концентрации пестицидов, солей тяжёлых металлов.

2. Качество как устойчивость экосистем (биологический аспект) — это способность экосистемы к самовосстановлению и поддержанию своего биоразнообразия.

Его оценка производится по следующим показателям:

— биоразнообразию (видовое богатство и равномерность распределения видов). Снижение биоразнообразия — прямой показатель ухудшения качества;

— жизнеспособности популяций (состояние ключевых видов, например лишайников как индикаторов чистоты воздуха или лососевых рыб как индикаторов чистоты воды);

— самоочищающей способности (способность воды, почвы и воздуха нейтрализовать и разлагать загрязняющие вещества).



3. Качество как соответствие нормативам (нормативно-правовой аспект) — это законодательно закрепленное понятие. Качество среды считается удовлетворительным, если значения ее показателей не превышают установленных нормативов.

Ключевые критерии оценки экологического качества:

1. Здоровье экосистемы — способность поддерживать биоразнообразие и сложную структуру.

2. Устойчивость (резистентность) — способность противостоять внешним воздействиям.

3. Восстановительный потенциал (упругость) — способность возвращаться в исходное состояние после нарушения.

4. Продуктивность — способность продуцировать биомассу.

5. Пригодность для жизни человека (санитарно-гигиенический аспект) — отсутствие угрозы для здоровья людей.

2.1. Методы оценки качества среды. Интегральные показатели качества среды

Современная экологическая диагностика основана на *триаде методов*:

1. Физико-химический анализ дает точные данные о конкретных загрязнителях.

2. Биологические методы показывают реальное воздействие на живые системы.

3. Интегральные показатели синтезируют информацию, превращая массивы данных в простые для понимания категории («чисто», «грязно», «опасно»), что является основой для экологического менеджмента, нормирования и планирования природоохранных мероприятий.

Использование интегральных показателей напрямую связано с принципами устойчивого развития, так как позволяет количественно оценивать одну из его ключевых составляющих — экологическую.

Методы оценки качества окружающей среды:

1. Физико-химические методы позволяют проводить прямое измерение концентраций загрязняющих веществ (поллютантов) в природных средах (воздух, вода, почва) с помощью точных аналитических приборов.

Измеряемые параметры:

— в воздухе — концентрация SO₂, NO₂, CO, O₃, взвешенных частиц (PM_{2.5}, PM₁₀), бенз(а)пирена;

— в воде — содержание тяжелых металлов, нитратов/нитритов, фосфатов, нефтепродуктов, БПК (биохимическое потребление кислорода), ХПК (химическое потребление кислорода);

— в почве — содержание пестицидов, тяжелых металлов, pH, радионуклидов.

Преимущества физико-химических методов оценки качества окружающей среды: высокая точность и объективность, сопоставимость результатов в разных точках и в разное время — позволяют контролировать соблюдение нормативов. Недостатки физико-химических методов: не показывают совокупного эффекта множества загрязнителей (эффект синергизма или антагонизма), не отражают прямое биологическое воздействие на живые организмы, дорогостоящи и требуют сложного оборудования.

2. Биологические методы (биоиндикация и биотестирование) — оценка состояния среды по реакции живых организмов (биоиндикаторов) или тест-объектов.

Биоиндикация — оценка по состоянию природных популяций и сообществ в полевых условиях. Примеры: 1) лишайники (лихеноиндикация), хвойные деревья — чистота воздуха, 2) водные беспозвоночные (макрозообентос) — качество воды.



Биотестирование — оценка токсичности среды в лабораторных условиях с помощью стандартных тест-объектов. Примеры: 1) дафнии (водяные блохи) — тестирование токсичности воды, 2) инфузории — оценка токсичности водных вытяжек из почвы, 3) семена редиса или кресс-салата — оценка фитотоксичности почвы.

Преимущества биологических методов оценки качества окружающей среды: дают интегральную оценку всего комплекса воздействий, включая неизвестные загрязнители, показывают отдаленные последствия (хроническое воздействие), относительно дешевы. Недостатки биологических методов: меньшая точность по сравнению с физико-химическими методами, реакция может зависеть от других природных факторов (температура, влажность).

Интегральные показатели качества среды — это комплексные расчетные показатели, которые объединяют данные физико-химических и/или биологических методов в одну обобщенную величину, удобную для интерпретации и принятия решений (Караваева, Тихонов, 2022; Оценка качества ... , 2023; Яковлев, 2023; Современные научные и методические подходы ... , 2025).

1. Оценка качества воздуха.

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) учитывает несколько наиболее гигиенически значимых загрязняющих веществ. Рассчитывается по формуле, которая включает среднегодовые концентрации веществ и их коэффициенты опасности (ПДК).

Интерпретация:

$ИЗА < 5$ — низкий уровень загрязнения;

$5 \leq ИЗА < 8$ — повышенный уровень загрязнения;

$8 \leq ИЗА < 15$ — высокий уровень загрязнения;

$ИЗА \geq 15$ — очень высокий уровень загрязнения.

2. Оценка качества воды.

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) аналогичен ИЗА, но применяется для водных объектов. Учитывает 6–7 ключевых показателей (например, растворенный кислород, БПК₅, азот аммонийный, нефтепродукты и т. д.).

Интерпретация:

$ИЗВ < 0,3$ — условно чистая вода;

$0,3 \leq ИЗВ < 1,0$ — чистая вода;

$1,0 \leq ИЗВ < 2,5$ — умеренно загрязненная вода;

$ИЗВ \geq 2,5$ — грязная вода.

3. Оценка качества почвы.

Суммарный показатель загрязнения (Zc) оценивает уровень химического загрязнения почвы тяжелыми металлами и другими токсикантами, сравнивает фактическое содержание вещества с фоновым.

Интерпретация: позволяет определить категорию загрязнения почвы (допустимая, умеренно опасная, опасная, чрезвычайно опасная).

4. Универсальные биоиндикационные интегральные показатели.

Индекс сапробности для воды оценивает степень загрязнения воды органическими веществами по видовому составу гидробионтов (например, по диатомовым водорослям или беспозвоночным) (Акимова, 2025). Выделяют зоны: полисапробную (сильно загрязненную), мезосапробную (умеренно загрязненную), олигосапробную (чистую).

Индекс биологического разнообразия (например, индекс Шеннона) математически рассчитывает видовое разнообразие сообщества (Осипов, 2021). В благоприятных условиях



разнообразие высокое (много видов, ни один не доминирует резко). При стрессе (загрязнении) разнообразие падает: чувствительные виды исчезают, а некоторые устойчивые виды начинают массово доминировать.

2.2. Качество производственной среды, жилых помещений

Качество производственной среды — это совокупность факторов и условий на рабочем месте, которые влияют на здоровье, безопасность, работоспособность и самочувствие сотрудника, а также на эффективность производственного процесса (Кипкеев, 2017).

Ключевые группы факторов оценки:

1. Физические факторы:

— микроклимат: температура, влажность, скорость движения воздуха. (нормируются по СанПиН);

— шум и вибрация: уровень звукового давления, инфразвук, ультразвук. Постоянный шум приводит к профессиональной тугоухости, стрессу, повышенной утомляемости;

— освещенность: достаточность, равномерность, отсутствие пульсаций и блескости. Неправильное освещение — причина снижения остроты зрения и производственного травматизма;

— ионизирующее и электромагнитное излучение: работа с радиоактивными источниками, СВЧ-печами, мониторами;

— параметры тяжести труда: физическая динамическая нагрузка, масса поднимаемого груза, стереотипные движения.

2. Химические факторы:

— загрязнение воздуха рабочей зоны: промышленные аэрозоли, пары, газы (пыль, бензол, формальдегид, свинец и т. д.). Нормируются по ПДК р. з. (предельно допустимая концентрация в рабочей зоне), которые обычно строже, чем ПДК для атмосферного воздуха;

— контакты с вредными веществами через кожу (смазочные масла, растворители).

3. Биологические факторы:

— присутствие патогенных микроорганизмов, бактерий, вирусов (актуально для медицинских учреждений, лабораторий, предприятий по переработке отходов);

4. Психофизиологические (эргономические) факторы:

— тяжесть труда (физическая нагрузка);

— напряженность труда (интеллектуальная и эмоциональная нагрузка, монотонность, работа в условиях дефицита времени, ночные смены);

— эргономика рабочего места (удобство позы, расположения оборудования, соответствие техники антропометрическим данным человека).

Качество среды жилых помещений (качество внутренней среды помещений) — это совокупность параметров, определяющих уровень безопасности, комфортности и благополучия жизни человека в его доме.

Ключевые группы факторов оценки:

1. Микроклиматические показатели:

— температура: оптимально 20–22 °С;

— относительная влажность: 40–60 %;

— скорость движения воздуха: 0,1–0,2 м/с;

— качество вентиляции: достаточный воздухообмен для удаления избытков CO_2 , влаги и загрязнителей.

2. Источники химического загрязнения:

— строительные и отделочные материалы: формальдегид (из ДСП, фанеры), фенол, стирол, толуол (из красок, лаков, линолеума);

— мебель: выделение формальдегида и летучих органических соединений (ЛОС);

— бытовая химия: моющие средства, освежители воздуха;

— продукты горения: газовая плита является источником оксидов азота (NO_x) и угарного газа (CO);

— табачный дым: наиболее опасный источник загрязнения в жилых помещениях.

3. Физические факторы:

— шум: проникающий с улицы (транспорт) или от соседей. Нормируется в децибелах (дБ);

— освещенность: достаточное количество естественного света (коэффициент естественной освещенности, КЕО) и качественное искусственное освещение;

— электромагнитные поля: от бытовой техники, проводки, роутеров;

— радиационный фон: природный радон (может накапливаться в подвальных и первых этажах) и естественная радиация от строительных материалов.

4. Биологические факторы:

— плесень и грибки: появляются при повышенной влажности и плохой вентиляции (в ваннах, на кухне). Вызывают аллергии и астму;

— пылевые клещи: обитают в постельном белье, коврах, мягкой мебели. Сильный аллерген;

— бактерии и вирусы: передаются от человека к человеку в условиях скученности и плохого воздухообмена.

2.3. Понятия «экологически чистый» и «экологичный»

Хотя эти термины часто используются как синонимы в рекламе и быту, с научной и практической точки зрения между ними есть принципиальная разница.

1. «Экологически чистый» (англ. Environmentally Pure / Clean) — это понятие носит абсолютный характер и подразумевает полное отсутствие каких-либо вредных или загрязняющих веществ.

Суть понятия: 1) идеальная чистота: продукт, материал или технология не содержат примесей, вредных для здоровья человека или окружающей среды; 2) нулевое воздействие: в процессе производства, использования и утилизации не оказывается никакого негативного воздействия на природу.

Проблема и критика:

— практическая недостижимость: в современном промышленном мире достичь абсолютной чистоты практически невозможно. Любое производство, даже самое «зеленое», требует энергии и ресурсов, оставляет какой-то след;

— маркетинговый миф: чаще всего термин «экологически чистый» — маркетинговый ход, не имеющий под собой строгого научного обоснования. Его использование для многих групп товаров (кроме, например, чистой воды или воздуха) некорректно и может вводить потребителя в заблуждение;

— пример некорректного использования: «экологически чистый пластик». Пластик — продукт нефтехимии, даже его производство наносит урон окружающей среде.

Более корректно говорить «биоразлагаемый пластик» или «пластик из возобновляемого сырья».

Понятие «экологически чистый» — это утопический идеал, который в реальности почти не встречается. Его использование должно быть критически оценено.

2. «Экологичный» (англ. Environmentally Friendly / Sustainable) — понятие носит относительный и системный характер. Оно означает наименьший возможный вред для окружающей среды на всем жизненном цикле продукта или услуги.

Суть понятия:

— сравнительная характеристика: продукт не является идеально «чистым», но он значительно менее вреден, чем его традиционные аналоги;

— жизненный цикл: оценка проводится от добычи сырья и производства до транспортировки, использования и конечной утилизации (подход «от колыбели до могилы»);

— комплексный подход: учитывается не только химический состав, но и энергоэффективность, количество отходов, расход воды, углеродный след и т. д.

Критерии экологичности:

— энергоэффективность. Например, электромобиль vs. автомобиль с ДВС;

— эффективное использование ресурсов. Например, вторичная переработка алюминия vs. добыча нового;

— снижение отходов. Например, многоразовая сумка vs. одноразовый пакет;

— использование возобновляемых источников энергии и материалов;

— биоразлагаемость или легкая утилизация.

Примеры корректного использования термина «экологичный»:

— экологичный автомобиль: электромобиль (при условии «зеленой» энергетики) или гибрид, который имеет меньшие выбросы по сравнению с бензиновым аналогом;

— экологичный дом: энергоэффективное здание с солнечными панелями, системой рекуперации тепла и сбором дождевой воды;

— экологичный товар: продукт в упаковке из переработанного картона, произведенный с минимальным расходом воды и энергии.

3. Понятие об устойчивом развитии

3.1. Устойчивое развитие

Экологически устойчивое развитие — это развитие, при котором благополучие людей обеспечивается сохранением источников сырья и окружающей среды (Данилов-Данильян, 2003; Страчкова, 2021; Преображенский, Федоров, 2023).

В 1980-х гг. человечество договорилось о мерах по предотвращению загрязнения: возникла концепция «безотходного производства», одним из практических шагов общества по снижению загрязнения стало подписание ряда договоренностей (Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Хельсинки, 1985 г., Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, 1987 г., и др.). В 1987 г. Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (World Commission on Environment and Development, WCED), созданная за три года до этого по инициативе Генеральной Ассамблеи ООН и возглавляемая премьер-министром Норвегии Гро Харлем Брундтланд, сделала устойчивое развитие темой своего доклада, озаглавленного «Наше общее будущее» (URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>). В основу деятельности Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию была положена новая триединая концепция устойчивого (эколого-социально-экономического) развития.

1990-е гг. способствовали осознанию человечеством необходимости управления состоянием окружающей среды. Все более очевидной становится необходимость поиска новых путей минимизации антропогенного воздействия и подходов к решению этой проблемы. Основным из таких путей сокращения техногенного воздействия в развитых странах мира стало развитие экологически эффективного бизнеса и экологического менеджмента.

Устойчивое развитие включает два ключевых понятия (Левина, 2009):

1. Понятие потребностей, в том числе приоритетных (необходимых для существования беднейших слоев населения).
2. Понятие ограничений, накладываемых на способность окружающей среды удовлетворять нынешние и будущие потребности человечества.

Концепция устойчивого развития основывается на пяти основных принципах (Левина, 2009):

1. Человечество действительно способно придать развитию устойчивый и долговременный характер.
2. Имеющиеся ограничения в области эксплуатации природных ресурсов относительны.
3. Необходимо удовлетворить элементарные потребности всех людей и всем предоставить возможность реализовывать свои надежды на более благополучную жизнь.
4. Необходимо согласовать образ жизни тех, кто располагает большими средствами, с экологическими возможностями планеты.
5. Размеры и темпы роста населения должны быть согласованы с меняющимся производительным потенциалом глобальной экосистемы Земли.

Стратегия устойчивого эколого-экономического развития предполагает отказ от экстенсивного экономического роста, базировавшегося на представлении о неисчерпаемости природных ресурсов и неограниченности возможностей природной

среды к самовосстановлению по принципу максимального эффекта с минимальными затратами.

Экономное, хозяйственное использование природных ресурсов включает:

- всемерную рационализацию производства;
- его комплексность;
- минимизацию отходов;
- ликвидацию потерь;
- широкое применение вторичного сырья.

Основным из путей решения экологических проблем в промышленно развитых странах стало развитие *экологического менеджмента*. Система экологического менеджмента — это часть общей системы менеджмента, включающей организационную структуру, планирование, распределение ответственности, практическую деятельность, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, достижения целей экологической политики (ISO 14000).

Цели развития тысячелетия (ЦРТ) — это восемь международных целей развития, которые 193 государства-члена ООН и по меньшей мере 23 международные организации договорились достичь к 2015 г. (Цели развития тысячелетия, 2000).

Цели в области устойчивого развития (ЦУР) — набор целей для будущего международного сотрудничества, которые заменили собой цели развития тысячелетия в конце 2015 г. Эти цели планируется достигать с 2015 по 2030 г. Итоговый документ «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» содержит 17 глобальных целей и 169 соответствующих задач (Цели в области устойчивого развития, 2020).

Для обеспечения экологической устойчивости необходимо:

- включить принципы устойчивого развития в политику и государственные программы стран; предотвратить истощение природных ресурсов;
- сократить потерю биологического разнообразия;
- вдвое сократить долю населения, не имеющего постоянного доступа к чистой питьевой воде и основным санитарно-техническим средствам;
- достичь значительного улучшения в жизни по меньшей мере 100 миллионов обитателей трущоб.

3.2. Экологический след

Экологический след — это площадь (в глобальных гектарах, га) биологически продуктивной территории и акватории, необходимой для производства используемых нами ресурсов, поглощения и переработки наших отходов. В глобальном масштабе экологический след указывает на то, насколько быстро человечество потребляет природный (биологический) капитал (Ермаков, 2013; Саушева, 2020) или, выражаясь простым языком, сколько планет нам нужно, чтобы удовлетворить все современные потребности человечества.

Точка перерасхода (Earth overshoot day) — день, когда наши потребности опережают способность Земли к регенерации (Саушева, Горин, 2020).

Экологический след можно разделить на три подгруппы (Саушева, 2017):

- экологический след потребления — расходование биоёмкости населением конкретной страны. Этот показатель наиболее зависим от индивидуального потребителя: его можно сократить, изменив стиль индивидуального потребительского поведения;

— экологический след производства — расход биоемкости вследствие ведения производственной деятельности на территории конкретной страны или региона;

— экологический след торговли — рассчитывается путем вычитания экологического следа экспорта из экологического следа импорта. Это показатель биоемкости в рамках международной торговли.

Экологический след потребления является суммой экологического следа производства и экологического следа торговли. Из этого следует, что, сократив свое потребление, мы сокращаем цепочку производства, импорта/экспорта, а значит, и затрат ресурсов и влияния на окружающую среду.

По данным 2005 г., в среднем экологический след жителя Земли составлял 2,7 га, тогда как на данный момент планета способна предоставить каждому лишь около 1,7 га. Самый большой перерасход биоемкости на душу населения имеют высокоразвитые страны с высоким уровнем дохода и, соответственно, высоким уровнем потребления, а также с большой плотностью населения и низким уровнем утилизации отходов. Существуют карты, на которых показан общий экологический след потребления по странам по количеству населения, выраженный в глобальных гектарах (гга).

3.3. Индикаторы и индексы устойчивого развития

Под *индикатором устойчивого развития* понимается показатель (выводимый из первичных данных, которые обычно нельзя использовать для интерпретации изменений), позволяющий судить о состоянии или изменении экономической, социальной или экологической переменной.

Наряду с индикаторами, разрабатываются и применяются на практике *индексы устойчивого развития* (Андропова, Сахаров, 2022). Индекс — это агрегированный или взвешенный индикатор, основанный на нескольких других индикаторах или данных. Использование индексов приемлемо там, где хорошо понятны причинно-следственные связи.

Цель расчета индикаторов:

1. Индикаторы используются для обоснования принимаемого решения посредством количественной оценки и упрощения.
2. Индикаторы помогают интерпретировать изменения.
3. Использование индикаторов позволяет выявлять недостатки в природопользовании.
4. Индикаторы позволяют облегчить доступ к информации для разных категорий пользователей.
5. Индикаторы облегчают обмен научно-технической информацией.

Всемирный Банк можно назвать мировым лидером по индикаторам устойчивого развития. Ежегодный доклад Всемирного Банка «Индикаторы мирового развития» («The World Development Indicators») позволяет оценить продвижение к целям, поставленным ООН, — экономическому росту и борьбе с бедностью. Показатели сгруппированы в шесть разделов:

- общий,
- население,
- окружающая среда,
- экономика,
- государство,
- рынки.

Индекс устойчивого развития ($I_{ур}$) рассчитывается по формуле

$$I_{ур} = 0,43 \cdot I_{эки} + 0,37 \cdot I_{эи} + 0,33 \cdot I_{си},$$

где $I_{эки}$ — Индекс экономического измерения;

$I_{эи}$ — Индекс экологического измерения;

$I_{си}$ — Индекс социального измерения.

В формуле использованы масштабирующие коэффициенты для обеспечения одинакового веса экономического, экологического и социального измерений в индексе устойчивого развития.

Индекс качества и безопасности жизни ($I_{к}$) разработан международной организацией Economist Intelligence Unit. Индекс формируется с помощью таких девяти индикаторов (Нехода, Рощина, Пак, 2018):

- 1) ВВП на душу населения по паритету покупательной способности;
- 2) средней продолжительности жизни населения страны;
- 3) рейтинга политической стабильности и безопасности страны;
- 4) количества разведенных семей на 1000 населения;
- 5) уровня общественной активности (активность профсоюзов, общественных организаций и др.);
- 6) различий по географической широте между климатически более теплыми и более холодными регионами страны;
- 7) уровня безработицы в стране;
- 8) уровня политических и гражданских свобод в стране;
- 9) соотношения между средней заработной платой мужчин и женщин.

Индекс человеческого развития ($I_{чр}$) формируется с помощью трех групп индикаторов (Нехода, Рощина, Пак, 2018):

- 1) средней продолжительности жизни населения страны;
- 2) уровня образованности населения;
- 3) стандарта жизни населения страны, который измеряется как ВВП на душу населения по паритету покупательной способности (ВВП по ППС).

3.4. Киотский протокол

Киотский протокол — международное соглашение о сокращении выбросов парниковых газов в атмосферу для сдерживания глобального потепления, подписанное в 1997 г. в Киото и вступившее в силу 16 февраля 2005 г. Киотский протокол является одним из проявлений глобализации современной экономики, когда регулирование экономической деятельности перестает быть исключительной прерогативой национальных правительств и становится объектом межправительственных соглашений (Киотский протокол, 1997; Марьин, 2022).

Парниковые газы, к которым применялся Киотский протокол:

- углекислый газ (CO_2);
- метан (CH_4);
- закись азота (N_2O);
- гидрофторуглероды (ГФУ);
- перфторуглероды (ПФУ);
- гексафторид серы (SF_6).

В основе Киотского протокола лежат идеи экономической теории прав собственности, разработанной англо-американским экономистом Рональдом Коузом

(Экономика и финансы организации, 2020). До него при изучении проблем загрязнения окружающей среды экономисты полагали, что для борьбы с этими загрязнениями необходимо прямое государственное вмешательство. Согласно традиционной точке зрения, государство должно прежде всего определять предельные значения загрязнений: ПДК, ПДВ и т. д. Если компания нарушает эти предписанные государством нормативы, то она подвергается наказанию (прежде всего штрафам). Коуз и его последователи, изучая проблему загрязнений, указали, что традиционная система борьбы с ними является нерациональной. Во-первых, если предприятие не превышает ПДК и ПДВ, то оно, загрязняя окружающую среду, не несет за это никаких издержек. Во-вторых, значения ПДК и ПДВ определяются одинаково для различных предприятий независимо от того, насколько полезной для общества является выпускаемая ими продукция.

Основные положения Киотского протокола (Киотский протокол, 1997):

1) определение допустимого объема выбросов парниковых газов в 2008–2012 гг. для всех участвующих в этом соглашении промышленно развитых стран-участниц (для РФ установлен потолок выбросов на уровне базового 1990 г. в 3050 млн тонн CO₂-эквивалента);

2) разработка механизмов корректировки квот для отдельных стран — «механизмов гибкости» (международная торговля квотами, реализация совместных проектов по внедрению технологий, обеспечивающих сокращение выбросов, и т. д.);

3) разработка механизмов контроля над уровнями выбросов (необходимость создавать национальные системы оценки антропогенных выбросов и их абсорбции, мониторинга за выбросами и стоками).

Естественнонаучное обоснование Киотского протокола часто подвергают критике. Во-первых, сам факт долгосрочного глобального потепления вызывает сомнения у многих экспертов. Рост среднегодовых температур за последние несколько десятилетий может оказаться случайной флуктуацией, вслед за которой климат вернется к норме или даже произойдет всеобщее похолодание (Тулохонов, Пунцукова, 2010).

Во-вторых, даже если действительно происходит устойчивое глобальное повышение температур, не очевидно, что решающую роль в этом играет именно деятельность людей. В истории Земли известно несколько эпох относительно резкого потепления (последние из них — примерно 140 и 10 тыс. лет назад), которые происходили без участия человека. Есть мнение, что рост содержания в атмосфере углекислого газа является вовсе не причиной, а, наоборот, следствием глобального потепления (Тулохонов, Пунцукова, 2010).

В-третьих, не очевидно, что глобальное потепление будет в целом для человечества катастрофично. Хотя, например, некоторые страны Европы (такие, как Голландия) могут оказаться под водой, однако потепление позволит активно освоить те территории, которые сейчас почти исключены из экономического использования (Канада, Сибирь, полярные моря), и общий баланс потерь и выгод может оказаться положительным.

Общие принципы и положения, изложенные в Киотском протоколе, оказались, однако, недостаточными для практического осуществления предусмотренных им механизмов и процедур. Потребовалось почти четыре года для согласования наиболее важных вопросов, которые были решены на 7-й конференции стран-участников РКК в Марракеше (Марокко) в ноябре 2001. В ходе детализации Киотского протокола Россия добилась принятия ряда своих требований, в частности учета при определении квот каждой страны ее вклада в переработку углекислого газа при наличии обширных лесных массивов (таких, как в РФ) (Пискулова, 2006).

Киотский протокол ставит страны в неравные условия (Нарижная, 2012). Некоторые проявления этого неравенства справедливы, другие нет. Согласно Киотскому протоколу, преимущества имеют страны, развивающие экологически чистые технологии, а дополнительные расходы возлагаются прежде всего на страны, где преобладают грязные технологии. Однако в более выгодных условиях оказываются и те страны, которым повезло иметь обширные лесные пространства, даже если в них преобладают грязные технологии (Бразилия, Россия). Крупные же дополнительные расходы ложатся на те развитые страны, которые обладают высоким уровнем промышленного развития (как США). Так как грязные технологии преобладают в развивающихся странах, Киотский протокол вообще не накладывает на них никаких обязательств, чтобы не вызвать их негативную реакцию. Поскольку, однако, такие обязательства неизбежны при дальнейшем развитии киотского механизма, то многие развивающиеся страны (например, КНР) сразу стали демонстрировать критическое отношение к Киотскому протоколу (Поспелов, Сахненко, 2018).

3.5. Парижское соглашение

Парижское соглашение по климату — это международный договор, принятый 12 декабря 2015 г. по итогам 21-й конференции Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Париже. Документ вступил в силу 4 ноября 2016 г. Официальное название документа — Парижское соглашение согласно Рамочной конвенции об изменении климата (РКИК) (Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change). Его поддержали все 197 участников РКИК (193 страны-члена ООН, а также Палестина, Ниуэ, Острова Кука и ЕС) (Марьин, 2021; Баженов, Мармазова, Акимова, 2021).

Парижское соглашение заменяет собой Киотский протокол.

В отличие от Киотского протокола, в новом соглашении:

- 1) обязательства по сокращению выбросов парниковых газов берут на себя все государства независимо от степени их экономического развития, а не только развитые страны и страны с переходной экономикой;
- 2) нет конкретных количественных обязательств по снижению или ограничению выбросов CO₂, каждая из стран будет самостоятельно определять свою политику в этой сфере;
- 3) создается новый международный экономический инструмент, позволяющий странам финансировать проекты по снижению выбросов в других странах;
- 4) не прописан механизм строгого контроля за его соблюдением и меры принуждения по его исполнению. Документ лишь дает комиссии международных экспертов право проверять информацию, предоставляемую странами об их достижениях по сокращению выбросов CO₂.

Основные положения Парижского соглашения (Ковалев, 2021)

Заявленная цель Парижского соглашения — не допустить повышения глобальной среднегодовой температуры к 2100 г. более чем на 2 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем (Парижское соглашение по климату ... , 2019).

Его участники берут на себя обязательства (Парижское соглашение по климату ... , 2019):

- 1) принять национальные планы по снижению выбросов, технологическому перевооружению и адаптации к климатическим изменениям (в терминологии Парижского соглашения — предварительные национально-определяемые вклады) и пересматривать их в сторону повышения каждые пять лет;



2) планомерно снижать выбросы CO_2 в атмосферу; для этого к 2020 г. необходимо разработать национальные стратегии перехода на безуглеродную экономику (промышленность не должна сжигать ископаемое топливо и, соответственно, выбрасывать в атмосферу парниковые газы, главным образом диоксид углерода);

3) наладить международный обмен «зелеными» технологиями в сфере энергоэффективности, промышленности, строительства, сельского хозяйства и т. д.

4. Экологическая этика

С исторической точки зрения биоэтика как наука началась с широкой общественной дискуссии по поводу сложнейшего морального выбора на границе между жизнью и смертью в парадоксальных ситуациях, постоянно порождаемых прогрессом современных биомедицинских технологий (Введение в биоэтику, 1998).

Достижения научно-технического прогресса в биомедицине не только практически расширили возможности в области биомедицины, но и повлияли на традиционные представления о добре и зле, благе пациента, представления о начале и конце жизни человека и, соответственно, дали дополнительный стимул развитию биоэтики. С момента своего возникновения биоэтика развивалась по двум основным направлениям (Введение в биоэтику, 1998).

Первое связано с осмыслением и оценкой медицинской практики и порождаемых ею этических дилемм, второе — с необходимостью контроля над процессом развития биологии и, в частности, биотехнологий, сильно влияющих на современный мир.

По мнению американского философа А. Джонсена (A. Jonsen), рождение биоэтики можно датировать 1961 г. — началом публичных дискуссий вокруг деятельности этического комитета при Центре «Искусственная почка» (город Сиэтл), занимающегося отбором первых пациентов для искусственного гемодиализа (Учебно-методическое пособие ... , 2015; Проблемы биоэтики ... , 2021).

Биоэтика как наука об этическом отношении ко всему живому рассматривает проблемы взаимоотношения человека и биома, в первую очередь человека и животных, определяя допустимые формы использования и обращения с животными, права человека в отношении животных и его обязанности перед ними, а также рассматривает проблемы взаимоотношений людей, например вопрос о допустимости манипулирования человеческим материалом. Биоэтика дает интеллектуальное обоснование и социальное оформление публичному процессу, в котором вырабатываются общепризнанные границы человеческого существования.

Биоэтика — область междисциплинарных исследований этических, философских и антропологических проблем, возникающих в связи с прогрессом биомедицинской науки и внедрением новейших технологий в практику здравоохранения (Ботяжова, 2011; Тюлякова, 2023). Термин «биоэтика» представляет собой весьма многозначный неологизм. В своем подлинном значении слово биоэтика указывало на особое междисциплинарное направление в рамках экологической этики, которую разрабатывал Олдо Леопольд — основатель Этики Природы (или, как он сам называл, Этики Земли) (Социальная биоэтика ... , 2018).

Экологическая этика — прикладное направление биоэтики, являющееся результатом междисциплинарного синтеза естественных и общественных наук и находящееся на стыке достаточно значимых форм знания в культуре: этики и экологии (Тотрова, 2022). Экологическая этика объединяет в единый нормативно-ценностный комплекс представления о природных системах и правилах взаимодействия с ними (Мухлаева, 2021). Это учение о нравственных отношениях человека с окружающей природной средой, основанных на восприятии природы как морального партнера, равноправии и равноценности всего живого, а также ограничении прав и потребностей человека.

Проблемы экологической этики (Ильиных, 2009):

1. Поиск оснований для осознания самостоятельной ценности каждой формы жизни (животных, растений, микроорганизмов, минералов и других существ).
2. Осознание необходимости нравственной чистоты человека в отношениях со всем миром в целом и с каждой формой жизни в отдельности.
3. Поиск идеального образа отношений человека и окружающего мира, включающего в себя все, что находится за пределами самого человека, неважно, другой это человек или живая и неживая природа.
4. Проблема воплощения в жизнь идеального образа отношений человека и окружающего мира.
5. Проблема поиска гармонии в отношении человека и окружающего мира.

Предметом исследования экологической этики является внутреннее содержание отношений человека с окружающим миром: Человеком, Животным, Растением, Микроорганизмом, Минералом, Молекулой, Атомом. Раскрытие положительного и отрицательного взаимодействия между всеми составными частями Мироздания; раскрытие сознания у тех форм жизни (растения, микроорганизмы, молекулы, минералы и т. д.), которые еще не признаются наукой как формы, обладающие сознанием (Ильиных, 2009).

Средствами экологической этики могут служить любые свидетельства духовного опыта, накопленные за всю историю существования человечества и выраженные в форме художественных, научных, философских, литературных произведений или других форм искусства, помогающие понять, осознать, почувствовать внутреннюю жизнь окружающего мира, мира природы, связь всего со всем, научиться различать положительное и отрицательное влияние мыслей, эмоций, поступков человека на свою жизнь и жизнь окружающего мира (Ильиных, 2009).

В экологической этике выделяются, как правило, две позиции: антропоцентризм и биоцентризм. Антропоцентризм представляет собой идею, согласно которой человеческое поведение по отношению к природе должно быть оценено на основании того, как оно влияет на человеческое благополучие. Современная практика устойчивого развития базируется на антропоцентричной этике. Биоцентризм отстаивает мнение, что человеческое поведение по отношению к природе должно быть оценено на основании того, как оно влияет на другие живые существа или экосистемы (Ильиных, 2009).

4.1. Релевантность и значимость всех мировых религий для развития экологической этики

Анимизм

Отличительной чертой учения Пифагора была заповедь «не убивать и не вредить невинным животным». По словам современников, он покупал на рынке живых рыб и птиц и отпускал их на волю. Пифагор рассматривал доброе отношение к животным как основу нравственного поведения человека, считая этическое вегетарианство необходимым условием жизни и справедливого отношения к животным. Уважение Пифагора к прекрасному в природе было так велико, что он запрещал своим ученикам наносить вред плодоносным деревьям и растениям (Ильиных, 2009).

Витализм

Аристотель признавал, что мужчины и женщины — животные, но ставил их на вершину естественной иерархии и утверждал, что менее разумные должны служить более



разумным. Рабы признавались людьми, которые могли ощущать удовольствие и боль, но считались менее разумными, чем и оправдывалась их эксплуатация.

Механицизм

Механицизм провозглашал, что люди и животные — простые механизмы. Наиболее яркий и известный представитель этой философии — Рене Декарт.

Анимисты, виталисты и механицисты — все признавали принципиальное сходство между человеком и животными, но антропоцентристы видели пропасть между ними (Ильиных, 2009).

Средневековье

Франциск Ассизский. Его философию характеризовала любовь ко всему живому, к природе в целом, чувство единства со всем живым на земле, стремление к добру и миру среди всего сущего. Он видел даже в неодушевленных элементах природы — солнце, луне, ветре, воде — своих «братьев и сестер».

Святой Франциск основал монашеский орден францисканцев, который спустя два столетия после его смерти развил идеи Св. Франциска в труде, где утверждалось, что заповедь «Не убий» касается и животных, и где запрещалось жестокое обращение со зверями и птицами (Павлова, 1997).

Возрождение

Томас Мор — известный мыслитель, живший в Англии в 1478–1535 гг. Автор прославленной «Утопии» писал о жителях этой страны: «Они не умерщвляют живых животных в качестве жертвоприношения и не считают, что Бог в своей милости будет радоваться кровопролитию и убийству, Бог, который дал жизнь всем тварям, чтобы они жили» (Павлова, 1997).

Безразличие к страданиям животных, убеждение в том, что у человека нет нравственного долга перед другими существами, характерное для Рене Декарта, разделяли и другие известные философы. Иммануил Кант писал: «...Что касается животных, то мы не имеем здесь прямого долга. Животные не имеют сознания и представляют собой только средство для достижения цели. Эта цель – человек» (Ильиных, 2009).

Вольтер (1684–1778 гг.) считал, что «природа дала животному те же органы чувств, что и человеку, чтобы оно могло чувствовать», а нервы, «чтобы оно могло страдать». Вольтер резко критиковал вивисекцию и Декарта, оправдывавшего ее. Он писал: «Какая нищета ума, сказать, что животные — машины, лишённые понимания и чувств» (Ильиных, 2009).

Универсальная этика Альберта Швейцера

Доктор Альберт Швейцер (1875–1965 гг.), которого называли последним гуманистом нашей эпохи, создал стройную этико-философскую систему, где обосновал необходимость этического отношения к животным как долг человека перед окружающим миром. Как писал А. Швейцер, «ошибкой всех существующих этик было мнение о том, что надо рассматривать отношение человека к человеку, когда в действительности речь идет о том, как относится человек ко всему, что его окружает». Он считал: чем выше в духовном отношении стоит человек, тем с большим благоговением он относится к любой жизни (Ильиных, 2009).

Швейцер одним из первых среди своих современников приходит к мысли о глубоком кризисе европейской культуры, проявлением которого является нынешний экологический кризис и цепь отчуждений: человека от произведенных им продуктов, человека от общества и самого страшного — человека от природы.

Даосско-буддийская традиция

В даосско-буддийской традиции путь к гармонии и целостности — это чистота мыслей, свобода от власти страстей и желаний, несовершенство некрасивых действий, способность следовать естественному порядку вещей. Буддийская этика поощряет смирение и умеренность, простоту и бережливость, медитацию и сострадание (Ильиных, 2009).

Буддийская философия обосновывает неразрывную связь между нравственностью и экологией человека; это такая взаимозависимость, что, по сути дела, речь идет о некоторой целостности, о некотором тождестве. Безнравственное поведение не только разрушает здоровье человека, но и вызывает мировой пожар, мировой хаос.

Буддийский мыслитель Падмасамбхава (VIII н. э.) писал: «К концу эры, когда эгоизм человечества будет непрерывно нарастать, когда преступники станут вождями и эти вожди станут грабить и воровать, а высокие учителя будут бродить по улицам, как нищие, тогда наступит мировой хаос. Разрушенный небесный порядок освободит эпидемии, голод и войну, неожиданные наводнения, пожары и ураганы» (Ильиных, 2009).

Христианская традиция тоже включает заботу о природе. Земля принадлежит Богу — и людям заповедано быть ответственными хранителями ее, «возделывать сад и заботиться о нем» (Быт: 3 : 23). С позиции этики устойчивого развития представляют интерес библейские обоснования необходимости аскетической морали и ограничения потребления (Ильиных, 2009).

Талмуд учит: «Кто сохранит одну жизнь — это все равно как если бы он спас весь мир; кто уничтожит одну жизнь — это все равно, как если бы он уничтожил весь мир».

Тора запрещает скрещивание различных видов животных, деревьев, а также жестокость к животным.

Принцип святости жизни является одним из основополагающих в *индусской религии*. Святость божьего творения означает, что люди не могут нанести вред без достаточного на то оправдания. Почти все индусские писания подчеркивают, что, не убивая божьих созданий и не нанося вред его творениям, можно заслужить милость: «Бог Кесава доволен тем, кто не вредит или не уничтожает других безмолвных тварей». «Злой человек, убивающий животных, будет пребывать в адском огне столько дней, сколько волос на теле животного». Деревья у индусов чувствуют счастье и печаль. Индусы полагают посадку дерева религиозной обязанностью. В индусских священных писаниях говорится: «Человек, убивающий живое существо, загрязняющий колодцы и пруды, водохранилища и уничтожающий сады, наверняка пойдет в ад».

Ислам учит, что плохо обращаться с животными означает не подчиняться воле Бога. Ислам считает, в отличие от христианства, что животные имеют свою душу. Законы ислама запрещают причинять животным боль, убивать их, кроме как в случае получения пищи. «Если ты любишь Аллаха, то не можешь не любить его творения», — учит Коран (Ильиных, 2009).

Большой толчок развитию экологической этики дала экологическая теология (изучение экологических этических взглядов различных религий), а также пристальное внимание к экологическим этическим традициям различных народов, в частности американских индейцев (экологическая этнография) (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

В 1802 г. во Франции была назначена премия за работу, которая дала бы лучший ответ на вопрос «Насколько жестокость, практикующаяся над животными, влияет на нравственный уровень населения, и полезно ли будет издать относительно этого законы?» (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

В Российской империи впервые о гуманном, этическом отношении к животным было сказано в Уставе Благочиния Екатерины II, изданном в 1782 г.: «Ст. VI. Блажен кто и скот милует, буде скотина и злодея твоего спотыкнется, подними ее» (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011; Устав благочиния, 1782).

В 1865 г. было создано Российское общество покровительства животным. Общество поддерживалось членами царской фамилии, царями Александром II, Александром III, Николаем II. А императрица Мария Федоровна взяла общество под свою опеку. Следует добавить, что этическому отношению к живой природе способствовала господствующая в Российской империи православная церковь (на деньги церкви издавались даже специальные книжки для детей, пропагандирующие гуманное отношение к животным) (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

В 1903 г. Харьковский архиепископ Амвросий издал наставление детям о милосердии к животным (Амвросий, 1903). Немалое значение имели и некоторые народные поверья и традиции, имеющие явную этическую и экологическую окраску («воробей маленький, а сердце имеет», «всякая птица безгрешна, потому что ходит босою») (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

Другой пример этического отношения к живой природе приводит этнограф Н. Харузин. По его наблюдениям, русские крестьяне, населявшие в конце XIX в. Олонецкую губернию, с большим уважением относились к лебедю. Они не только не употребляли эту птицу в пищу, но и никогда не стреляли ее. Свое отношение к лебедю они объясняли тем, что лебеди живут всю жизнь парами, и если убить одного, то второй обязательно умрет от горя по убитому. «Поэтому убить лебедя большой грех» (Ильиных, 2009).

Значительный вклад в конце XIX — начале XX в. в развитие идей экологической этики внесли вегетарианские общества Российской империи, пропагандирующие любовь ко всему живому, сострадание к животным, выступавшие против вивисекции и спортивной охоты. Статьи на эту тему публиковались в журналах «Вегетарианский вестник» (1904–1905, г. Санкт-Петербург) и «Вегетарианское обозрение» (1909 г. Кишинев, 1910–1915, г. Киев).

Один из лидеров российских вегетарианцев, известный московский издатель И. И. Горбунов-Посадов в журнале «Свободное воспитание» в 1909 г. опубликовал статью «Сострадание к животным и воспитание детей», которая в 1910 г. вышла в сборнике о животных. В ней автор поднял вопрос о правах животных: «Неуважением к праву животных на жизнь, к праву их на хоть какую-нибудь долю свободы, на внимание, на милосердное отношение к ним, неуважением этим люди проникаются с детства». Позже им был написан «Гимн русских вегетарианцев».

Серьезным вкладом в развитие экологической этики в России явилось издание в 1899 г. в Санкт-Петербурге книги русского доктора-медика С. Фишера «Человек и животное. Этико-юридический очерк». Автор впервые в России заявил, что:

- 1) государство должно охранять интересы животных;
- 2) эта охрана должна выразиться в правовых нормах;

3) лучшим средством для этого является признание правовой личности животных, т. е. наделение животных известной долей правоспособности» (Ильиных, 2009).

По мнению С. Фишера, все животные (не только домашние) «заслуживают непосредственной уголовно-правовой охраны ради самих себя».

Большую роль в развитии идей биоэтики сыграли философские направления всеединства и русского космизма, которые сформировались на рубеже XIX и XX вв. в России. В самом конце XIX и особенно в начале XX в. русские мыслители понимали, что сложившаяся ориентация человечества на потребительство ведет к саморазрушению и катаклизмам. Они предлагали другой путь, который предполагал необходимость изменения природы самого человека в соответствии с сознательно выбранными новыми высшими целями, которые должны стать «общим делом» для всего человечества. Жизнь должны определять духовные ценности, а сама жизнь только одна может быть высшим благом. Мораль, наука и преобразование окружающего мира должны обеспечить сохранение, развитие и процветание жизни на Земле.

Философия всеединства связана с именами религиозных мыслителей Вл. С. Соловьева, Н. А. Бердяева, П. А. Флоренского, Е. Н. Трубецкого, С. Н. Булгакова, С. Л. Франка, Н. Ф. Федорова, Ф. М. Достоевского. В основании этических размышлений русских философов – представителей теории всеединства лежали идеи православия.

4.2. Этика жизни

Название учения «космизм» указывает на основную идею его создателей. Они в той или иной форме представляли жизнь на Земле не как обособленное явление на одной планете, а как процесс, связанный с космосом. Земля является частью космоса, и все происходящее на ней зависит от того, что происходит в космосе. Космисты отрицательно относились к разрушительной деятельности человека по отношению к природе, осуждали потребительский характер этой деятельности. Вместе с тем указывали, что выход из этой ситуации состоит в совершенствовании духовной стороны человеческой природы, в т. ч. в богоискательстве, что объединяет их учение с философией всеединства (Леднев, 1999).

В советские времена этическое отношение к природе пропагандировалось слабо. Советские философы отрицали экологическую этику, так как она не имела классового подхода, рассматривала отношение человека к природе, а не человека к человеку. В «Кратком словаре по философии» в определении терминов «этика» и «мораль» говорится «о нормативной регуляции отношений людей друг с другом и с общественным целым (коллективом, классом, народом, обществом)», но отнюдь не с природой (Павлова, 1997).

В результате многие советские природоохранники и писатели рассматривали экологическую этику только под углом запрета охоты, ограничения на употребление в пищу мяса животных и прекращения мучений домашних животных. Исключение составляет легендарная книга «Роза мира», написанная Д. Андреевым в 1940–1950 гг. в тюрьме и изданная только недавно. В этой книге целая глава посвящена экологической этике (Ильиных, 2009).

Некоторый интерес к этике отношения к животным стал проявляться в узкой среде высокообразованной советской интеллигенции в 1960-х гг., когда в центральной прессе появились дискуссии и статьи о моральности любительской охоты, а при некоторых городских обществах охраны природы, в том числе московском и киевском, были созданы секции по защите животных от жестокого обращения, однако существенного влияния на государственную политику это не оказало. Лишь в 1988 г. в СССР (одновременно с Китаем и Турцией) было создано Всесоюзное общество покровительства животным.



Экологическая этика стала снова развиваться в России и странах СНГ уже в конце 1990-х гг. В Москве были изданы книги Павловой Т. Н. «Биоэтика в школе» (1995) и «Биоэтика в высшей школе» (1997), Лукьянова А. С. и др. «Биоэтика. Альтернативы экспериментам на животных» (1996), а также сборник эссе «Экологическая антология» (Ильиных, 2009).

В начале 1990-х гг. на Украине и в России были защищены первые диссертации по экологической этике. С 1999 г. в Киеве выходит «Гуманитарный экологический журнал», а с 2001 г. регулярно проходят семинары по экологической этике. В 1982 г. Генеральной Ассамблеей ООН принята *Всемирная хартия природы* — первый международный документ, подчеркивающий, что всем формам жизни должна быть обеспечена возможность существования (Ильиных, 2009).

В 1991 г. в Законе Новой Зеландии «Об управлении природными ресурсами» впервые в мире получила законодательное закрепление защита внутренней ценности экосистем. В 2000 г. международными организациями утверждена Декларация Земли, в 2001 г. Совет Европы запретил тестировать косметику на животных.

В 37 штатах США жестокое обращение с животными приравнивается к особо тяжким преступлениям, в Швейцарии животных официально предписано называть не «вещами», а «существами», а по новому британскому закону (2002 г.) владельцы свиноферм должны обеспечивать своих питомцев игрушками для нормального роста и развития.

В Великобритании запрещено отрабатывать хирургические приемы на животных. В Швейцарии с 2008 г. гражданам запрещено приобретать морских свинок по одиночке, без спутника жизни.

В Британии, Англии, Израиле запрещено использовать морских млекопитающих для развлечения публики.

В апреле 2004 г. Барселона стала первым городом Испании, где была запрещена коррида.

В сентябре 2004 г. в Великобритании запрещена любительская охота на зайцев и лисиц. Литва в 2009 г. запретила продажу живой рыбы за нарушение прав животных.

4.3. Ценность природы

Ценность природы — это субъективная оценка ее значения, мотивирующая поведение человека. Все ценности природы делятся на два основных типа: ценности внешние (инструментальные), полезные для кого-то, кроме самой природы (например, для человека), и ценность внутреннюю, несущую полезность для самой природы и бесполезную для человека (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011; Ильиных, 2009).

Внутренняя ценность – это ценность «для себя». Она заключается в стремлении любого живого организма к жизни, продолжению существования, размножению. Внешние ценности природы подразделяются на экономические и неэкономические (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

— *Экономические ценности* — это хозяйственные и рекреационные ценности, их можно рассчитать.

— *Неэкономические ценности* признаются более важными, но они не поддаются расчетам или их оценка вызывает затруднения.

Виды экономических ценностей:

1. *Хозяйственная ценность.* Представляет собой ценность, полезную для хозяйства человека. С этой точки зрения, например, древний лес ценится как склад лесоматериалов.

2. *Рекреационная ценность.* Связана с туристическим, рекреационным использованием природных территорий. Если раньше рекреационная ценность относилась к нематериальным ценностям, то в последнее время в связи с массовым развитием индустрии туризма и значительной, четко подсчитываемой экономической выгодой рекреационную ценность можно отнести к материальным ценностям природы.

Виды неэкономических ценностей:

1. *Историческая ценность.* Территории дикой природы имеют двойную историческую ценность: природную и культурную. Природная историческая ценность — это и сохранившиеся с давних времен живые виды фауны и флоры, и информация о происхождении видов и направлении эволюции. Культурная историческая ценность — это находящиеся в дикой природе архитектурные памятники прошлого, объекты топонимики.

2. *Ценность существования.* Длительное существование дикой природы уже само по себе является ценностью, повышая значимость природного мира в наших глазах.

3. *Патриотическая ценность.* Природа способствует появлению любви к Родине и патриотизма.

4. *Политическая ценность.* Дикая природа становится важной для политической жизни государств, их международного значения и престижа.

5. *Религиозная ценность.* Взгляд на свободную природу поднимает нас к религиозным мыслям, которые служат связью между нею и бесконечным и крепче привязывают к ее чудесам и красотам. Тем самым дикие природные территории становятся чем-то наподобие священных текстов, они представляют словно бы церковную обстановку. Религиозная ценность — это ощущение дикой природы как святого пространства, где проявляется святая сила.

6. *Эстетическая ценность.* Красота дикой природы — ее высший и самый прекрасный дар. При открытии эстетической ценности участка дикой природы очень важно отделить ее от полезности. Ибо по Канту самым красивым бывает только то, что бесполезно.

7. *Ценность «дикости» природы.* «Дикость» — это особое свойство, способность первозданной природы оставаться в диком состоянии. Чем больше на участке дикой природы свободы и буйной дикости, тем он ценней.

8. *Ценность наследия.* Участки дикой природы являются родовым наследием не только человека, но и всей дикой жизни.

9. *Этическая ценность.* Природа является источником нашей к ней любви, уважения, а также смирения и доброты. Этическая ценность заключается в возможности транслировать на природу свою привязанность и заботу, чувствуя таким образом этическую ответственность за благополучие природы, защищать природу ради нее самой.

10. *Символическая ценность.* Природа — арсенал кодовых образов. Природа содержит множество символов для передачи различных значений посредством метафоры, аналогии и абстракции. Природа вдохновляет людей на создание мифов и образов, они используют ее подсказку для выражения своих идей и эмоций, чувств и мыслей.

11. *Научная ценность.* Природа — ресурс для изысканий, полевая лаборатория как для базовых, так и для прикладных научных исследований. Люди получают

удовлетворение, наблюдая и изучая природу. Здесь активизируется их любопытство, стремление к исследованиям и открытиям. Природа имеет ответы на вопросы, которые человек еще не сформулировал.

12. *Музейная ценность.* Природа представляет собой великий естественный музей, необходимый для дальнейшего просвещения и умственного развития человека.

13. *Воспитательная ценность.* Природа воспитывает у нас чувство ответственности, самосознания, терпения. Попав на природу, люди испытывают, закаляют себя, преодолевая трудности. Природа совершенствует физическую закалку человека, помогает ему выработать характер, учит смирению.

14. *Духовная ценность.* Природа ценна как место, позволяющее восстановить контакт с творческой силой природы, врожденными ценностями Земли, обрести экологическую мудрость, спокойствие и духовность, иметь в природе своего собеседника, доверять ей тайны, делиться переживаниями, достигая таким образом чувства близости и единения, стать чище и благороднее.

15. *Эталонная ценность.* Ею обладает дикая природа, являясь эталонным образцом того или иного естественного объекта. Сравнивая природные эталоны с территориями хозяйственного использования, можно предугадывать различные явления, важные как для науки, так и для практики народного хозяйства.

16. *Ценность свободы.* Природа, в первую очередь дикая, является основным источником интеллектуальной, духовной, а также политической свободы в виде убежища от авторитарного правительства и политического угнетения. Более того, участки дикой природы являются местами реализации свободы для диких животных и растений.

17. *Образовательная ценность.* В природе сокрыта огромная образовательная ценность, недаром ее называют классом или университетом. Благодаря ей человек получает информацию о своем месте в мире и своей роли в нем. Природа обостряет наше восприятие, стимулирует воображение, развивает умственные и художественные способности.

18. *Экологическая (природоохранная, средообразующая, природоподдерживающая ценность, ценность выживания).* Считается, что только оставшиеся участки дикой природы способны обеспечить экологическое равновесие на Земле, то есть компенсировать антропогенное преобразование экосистем.

19. *Ценность поддержания жизни.* Природа, в особенности дикая, служит критической средой обитания животной и растительной жизни, поддерживая генетический фонд. В ней сосредоточено наибольшее разнообразие различных форм жизни.

20. *Ценность убежища.* Природа, в особенности дикая, служит убежищем от давления нашего высокоразвитого индустриального общества. Это место, где человек ищет защиту от шума и скорости машин, ограничений, стали, бетона и столпотворения людей.

21. *Ценность вдохновения.* В природе артистические и интеллектуальные люди черпают вдохновение. Природа, в особенности дикая, — катализатор мыслей и чувств.

22. *Ценность защиты от новых болезней.* Многие территории дикой природы служат преградой для болезней, защищая человечество от возможных вирусных и бактериальных инфекций.

23. *Неосознанные (неизвестные и неразработанные) ценности.* Естественно, дикая природа обладает не только всеми вышеупомянутыми ценностями. Многие в ней находятся вне человеческого ума и опыта, много еще предстоит оценить и понять. Следует отметить, что заповедники и национальные парки, как хранители ценностей дикой природы, могут иметь еще и дополнительные ценности, например миротворческую

(в случае, если заповедник расположен на границе двух государств) (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

Конфликты ценностей

Ценности природы нередко являются источниками конфликтов. Эти конфликты возникают тогда, когда пересекаются интересы людей с противостоящими взглядами и ценностными оценками. Как правило, нематериальные ценности природы являются более важными, нежели материальные ценности. Однако из-за того, что их тяжело идентифицировать и оценить, имеется опасная тенденция игнорировать их.

Нематериальные ценности очень редко конфликтуют друг с другом. Одним из возможных путей решения конфликта ценностей на охраняемых природных территориях может быть их зонирование (когда в определенных зонах приоритет отдается защите тех или иных ценностей или же пользование нематериальными ценностями происходит в разное время года, что часто исключает конфликт) (Ильиных, 2009).

Оценка ценностей

Равную внутреннюю ценность имеют все люди, независимо от их национальности, пола, возраста или положения в обществе; все живые существа, независимо от их вида, красоты, полезности для человека, редкости, дикости или одомашненности; все экосистемы, независимо от того, дикие они или окультуренные.

Поэтому с точки зрения экологической этики в идеальном варианте все живые существа равны между собой по своей значимости, как равна между собой дикая и окультуренная природа. Все они имеют одинаковое право на жизнь, свободу и т. д.

Ценность не всегда равна цене. Известен парадокс А. Смита, согласно которому ценность воды выше ценности алмаза, но алмаз имеет большую цену, чем вода (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011).

4.4. Природоохранные мотивации

Ценности природы (согласно принципу «что ценим, то и бережем») формируют соответствующие природоохранные мотивации: эстетическая ценность — эстетическую мотивацию, научная — научную и т. д. Другими словами, желание охранять природу напрямую связано с пониманием и высокой оценкой ее ценностей. А чтобы такое желание возникло, необходимо всячески разъяснять людям ценности природы.

За живыми существами признаются следующие права (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011):

- право на жизнь,
- право на естественную свободу и благополучие в естественной среде обитания,
- право на необходимую для жизни долю земных благ,
- право на защиту законом.

Природные экосистемы имеют следующие права (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011):

- право на существование,
- право на свободу от человеческого контроля и управления,
- право на защиту законом.

Этические правила обращения с природой (Борейко, Мишаткина, Мельнов, 2011):

- *Правило самообороны.* Можно нарушить права природы, если мотивацией является необходимость обеспечения пропитанием, а также защита жизни, здоровья или

имущества. Убийство любого существа или причинение ему вреда человеком всегда само по себе считается аморальным и может быть оправдано только в случае отсутствия альтернативы.

— *Правило справедливого распределения.* В случае столкновения жизненно важных интересов людей и природы обоим конфликтующим сторонам должна быть предоставлена равная доля благ.

— *Правило пропорциональности.* В случае конфликтов жизненно важных интересов природы и нежизненно важных интересов человека приоритет отдается природе.

— *Правило минимального вреда.* В случае конфликтов жизненно важных интересов природы и нежизненно важных, но существенных интересов человека возможно нанесение вреда природе, но этот вред должен быть минимальным.

— *Правило справедливого возмещения.* Если в случае удовлетворения интересов человека нанесен вред природе, то этот вред должен быть компенсирован.

Экологическая этика мотивирует *необходимость природоохранных действий* по двум направлениям:

— люди действуют или избегают действий ради блага самой природы, охраняя природу ради ее самой;

— природоохранные действия совершаются из морального принципа, без учета экономических интересов человека.

4.5. Принципы экологической этики

1. *Принцип коэволюции природы и общества* — основополагающий принцип их взаимодействия (закон гармонии природы и общества). Невозможно устойчивое развитие биосферы, сопоставимое со скоростью развития человечества.

Быстрое развитие цивилизации неизбежно, значит неизбежно и разрушение природы. Разрешение этого противоречия состоит в изменении ценностно-нормативных регулятивов технологического потенциала общества, выработке мировоззрения, в котором доминируют идеи сохранения, любви, заботы о природе. Существует и широко распространено положение о том, что эта проблема может быть решена только через депопуляцию (одно- и двухдетная семья) наиболее населенной части земного шара (Реймерс, 1993; Кузьмичева, 2001).

2. *Разнообразие природы* — условие существования биосферы (*закон необходимого разнообразия У. Р. Эшби*).

Эффективность роста разнообразия на верхнем уровне структурной иерархии всегда оплачивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях, и наоборот. Накопление информации (отрицательной энтропии) внутри какой-либо системы всегда оплачивается возрастанием энтропии во внешней среде. Вследствие этого в процессах перехода системы на новый иерархический уровень неизбежно возникает проблема ограниченности внешних ресурсов. Поскольку разнообразие культур исторически поддерживалось разнообразием природы, сохранение этого разнообразия возможно за счет ограничения разнообразных действий по отношению к природе (Кузьмичева, 2001).

3. *Природа знает лучше, она отторгает то, что чуждо ей (закон Коммонера)*. Но существует 2-е начало термодинамики: природа подчиняется закону энтропии, хаоса.

Спонтанное развитие природы уничтожает культурную среду. Разрешение этой проблемы: хозяйствование по законам науки. Сохранение необходимого для человека порядка в природных системах, борьба с ростом энтропии возможны при разумном

соотнесении энергетических потребностей человечества и внешних природных ресурсов. По этой проблеме в науке предлагаются сегодня математические модели, следуя которым можно значительно улучшить состояние природных комплексов и одновременно получить максимальное количество благ от природы (например, математическая модель охотник — жертва) (Кузьмичева, 2001).

4. *Развитие производственной деятельности вызывает деформацию природной среды.*

Существует закон неустранимости отходов или побочных воздействий производства (закон Реймерса). Создание глобального безотходного производства в принципе невозможно вследствие существования закона о развитии системы за счет ее окружающей среды. Такое производство потребует еще большего увеличения нагрузок на среду, хотя локальное безотходное производство существует и может развиваться. Разрешение: экологизация экономики, создание независимой социально-экологической экспертизы, задачей которой будет ограничение степени экологического и социального риска при проектировании, использовании и управлении технологическими процессами (Реймерс, 1993).

5. *Человек использует природу для улучшения качества жизни.*

Существует предел использования природных ресурсов. Человек вышел за границы этого предела. Эта ситуация названа сегодня «перебором» (Донелла и Деннис Мидоуз). Разрешение этой проблемы: ограничение материальных потребностей наиболее обеспеченной части населения планеты, ориентация на возрастание духовных потребностей, использование наукоемкого производства для экономии природных ресурсов (Доклад Римскому клубу «Фактор 4») (Кузьмичева, 2001).

6. *Под воздействием человеческой деятельности происходит разрушение экосистем.*

Экосистема, потерявшая часть своих элементов, превышающую допустимую меру, не может вернуться в первоначальное состояние (закон эволюционно-экологической необратимости). Разрешение этой проблемы: к новой экосистеме необходимо подходить как к новому природному образованию и вырабатывать новые научные принципы взаимодействия с ней с целью ее восстановления (Кузьмичева, 2001).

4.6. Заповедники, охрана бактерий и вирусов, ГМО, опыты над животными

Заповедники как материализация идей экологической этики

Заповедники — это место высшей моральной ответственности, где человек добровольно из лучших побуждений ограничивает свои права и свободы ради защиты прав и свобод дикой природы и других живых существ (Борейко, 2005).

Выдающимися российскими и американскими экологами и экофилософами специально для природных заповедников была разработана концепция абсолютной заповедности, которая запрещает любой контроль, манипулирование и любое воздействие человека на дикую природу (принцип ничегонеделания в отношении к природе). Эта концепция защищает право дикой природы на свободу и существование.

Одной из мер для эффективной институционализации этики считается необходимость научного обоснования и разработки *индикаторов «этичности»* деятельности тех или иных социальных процессов или учреждений. Так, существуют разработанные индикаторы «этичности» для различных бизнес структур, аппарата государственных учреждений, нравственные индикаторы российского общества.

Индикаторы этичности работы заповедников (Экологическая этика, 2011):



1. Невмешательство в дикую природу.
2. Отсутствие коммерциализации и криминализации деятельности.
3. Природоцентризм взглядов руководства и коллектива, знание ими экологической этики.
4. Гуманность методов науки и просвещения.
5. Минимизация гибели диких животных и растений во внутривидовой деятельности.
6. Эффективность борьбы с нарушениями заповедного режима.

Экологическая этика и охрана бактерий и вирусов

Микроорганизмы, включая все одноклеточные существа и в первую очередь микробы и вирусы, чаще всего незаслуженно упускаются в дискуссиях по экологической этике. Более того, противники экологической этики в качестве «убойного» довода нередко заявляют: «Вы собираетесь охранять еще и вирусы с бактериями?», подразумевая при этом как само собой разумеющееся, что данные одноклеточные организмы никакой защите подлежать не могут по определению. Практическая защита микроорганизмов во многих странах находится вне экологической этики и природоохранного законодательства. Закон американского штата Род-Айленд «Об исчезающих видах» дискриминационно гласит, что «животные и растения означают любой живой или мертвый организм или организмы иные, чем бактерии и вирусы». Однако микроорганизмы — важная составляющая часть биоразнообразия. В недавних статьях американский исследователь Чарльз Кокелл успешно опроверг эти антиэтические взгляды. Он доказал, что вирусы и микробы имеют как внутреннюю ценность, так и внешние инструментальные ценности (они принимают важнейшее участие в экологических процессах, фиксируют азот, участвуют в разложении веществ, являются источниками многих пищевых продуктов и т. д. (Борейко, 2005).

Экологическая этика и ГМО

Проблемы, связанные с выпуском генно-модифицированных организмов (Борейко, 2005):

1. Выпуск трансгенных организмов в окружающую среду повлечет необратимые изменения в естественных экосистемах, негативно влияя на сохранение редких видов. Это объясняется тем, что поведение живых мутантов — вирусов, бактерий, растений и животных непредсказуемо, ибо генетическая продукция может подвергаться мутациям, размножаться и перемещаться. Если плохо сконструированная машина может быть разобрана, то в случае с неудачно завершившимся экспериментом с геномом живого организма это сделать уже невозможно. И ошибочно сконструированный геном способен к распространению (размножению). Вернуть их обратно из дикой природы в лаборатории невозможно. Что станет с нашей планетой после того, как ее завоюют животные и растения — мутанты, не знает никто.

2. Производство ГМО как неэтичное действие еще больше провоцирует развитие различных антиэкологических и аморальных экспериментов на живых организмах, обесценивает священное понятие жизни, низводит живое существо до уровня бездушного механизма.

3. В производстве трансгенных лекарств и продуктов питания содержится риск для нынешних и будущих поколений людей. Последствия их применения для здоровья людей пока не известны, и поэтому, применяя их, мы нарушаем права будущих и нынешних поколений людей на жизнь и здоровье.

4. В Европейском Союзе и США уже разрешено патентирование новых трансгенных организмов. Компании патентуют новые сорта животных и растений, в которые встроен тот или иной ген, придающий растениям свойство, нужное компании в данный момент для увеличения прибыли. Выгоды патентования будут побуждать их к созданию все новых и новых мутантов. В связи с этим представляется совершенно безнравственным, когда целый вид живого существа будет находиться в частной собственности какой-либо корпорации или узкой группы лиц. Более того, практика подобного патентирования стирает грань между живой и неживой природой.

Этической подпроблемой данного вопроса о патентовании является ген-терминатор, помещенный в некоторые виды семян, чтобы помешать прорастанию семян второго поколения. По сути, ген-терминатор включен, чтобы принудить фермера покупать семена этого ген-растения каждый год. Этичность гена-терминатора была поставлена под сомнение еще больше, когда выяснилось, что правительство США является совладельцем патента совместно с компанией, занимающейся производством семян.

5. Трансгенные животные болеют чаще, чем их обыкновенные сородичи: они также страдают стерильностью, потерей иммунитета, аппетита, затруднением дыхания, стрессом. Такие страдания животных не могут быть оправданы.

6. Инженерный подход к жизни превращает ее в конвейер. Во многих странах общественность активно протестует против ГМО. Так, в 2006 г. в Великобритании под давлением потребителей полностью отказались от ГМО-продуктов.

Этические проблемы животноводства и опытов над животными

В 1984 г. профессор А. Уэбстер разработал концепцию так называемых пяти свобод (прав) одомашненных животных, которые должны применяться и для сельскохозяйственных животных (Борейко, 2005):

- 1) свобода от голода и жажды;
- 2) свобода от дискомфорта;
- 3) свобода от боли, ранений или болезни;
- 4) свобода выявления естественного поведения;
- 5) свобода от страха и стресса.

Например, в США ежегодно для научных исследований используется до 100 млн животных, большая часть из которых гибнет. В 2007 г. в Европе во время научных исследований погибло 3 млн крыс.

Есть три главные области науки, в которых обычно используются животные:

- 1) биологическое и медицинское образование;
- 2) токсикологические испытания;
- 3) оригинальные и прикладные исследования.

В 1992 г. учеными была разработана *концепция 3 R*, которая может успешно применяться в отношении подопытных животных, предполагающая:

- 1) сокращение количества используемых животных (reduction);
- 2) усовершенствование эксперимента за счет применения обезболивающих и нетравматических методов (refinement);
- 3) замену высокоорганизованных животных низкоорганизованными или с применением альтернативных методов (replacement).

4.7. Интернет вещей

Интернет вещей (*Internet of Thing, IoT*) — это глобальная вычислительная сеть, объединяющая в себе различного рода физические объекты, способные взаимодействовать между собой и внешним миром (Глушак, Куприянов, 2023).

Появление концепции предсказывал еще Никола Тесла в 1926 г. Он утверждал, что радио будет усовершенствовано и станет «большим мозгом», а другие мелкие инструменты смогут к нему подключаться и с легкостью поместятся в кармане пиджака (Ефремов, 2021).

Термин «Интернет вещей» ввел в обиход предприниматель Кевин Эштон, один из основателей центра Auto-ID в Массачусетском технологическом институте, в 1999 г., но концепция подключенных устройств появилась намного раньше (Шаюсупова, Мукимов, 2022). Например, первым прорывом в мир связанных «вещей» была технология электрического телеграфа и применение ее для обмена информацией между механизмами. Другие технологии, вошедшие в IoT, — радиопередача голоса, Wi-Fi и программы для диспетчерского управления и сбора данных SCADA.

Первым подключенным интеллектуальным устройством стал аппарат для продажи прохладительных напитков в Университете Карнеги — Меллона: студенты узнавали, какой лимонад сегодня в продаже и насколько он прохладный.

Первую «интернет-вещь» в 1990 г. создал Джон Ромки, один из основателей и разработчиков протокола TCP/IP. Джон подключил к компьютеру обычный тостер и научил кухонный прибор запускаться и отключаться с помощью компьютерных команд Get и Set. Управление тостером выполнялось удаленно, можно было запрограммировать его автономную работу.

В 2009 г. произошло еще одно важное событие — число устройств, подключенных к глобальной сети, превысило население планеты. И число таких вещей будет только расти, ведь электроника начинает встраиваться практически во все.

К 2020 г. число «умных вещей» приблизилось к 50 млрд, и в их числе светильники, микроволновки, холодильники, кондиционеры и не только (Standage, 1998; Gershenfeld, 1999; Boyer, 2009; Atzori, Iera, Morabito, 2010).

Для связи электроники используются разные протоколы и технологии:

— *Сетевое подключение.* Классический способ для ПК, серверов, принтеров и некоторых других устройств. Обеспечивает самую высокую скорость передачи данных, но не позволяет технике быть мобильной.

— *3G/4G/5G.* Зона покрытия мобильными сетями охватывает все крупные города планеты и большую часть других населенных пунктов. Например, 5G способна обеспечить скорость до 1–2 Гбит/с, что практически не уступает проводному соединению.

— *Wi-Fi, Bluetooth, Wi-Max* и аналоги. Передача данных на небольшом расстоянии — в квартире, доме, офисе. Позволяют мелкой технике беспроводным путем подключаться к сети.

— *NFC, RFID* и тому подобное. Radio Frequency Identification — автоматическая идентификация объектов. Данные, хранящиеся в RFID-метках, считываются или записываются посредством радиосигналов. Визуально метки выглядят как небольшие ярлычки, прикрепляемые к вещам.

— *Спутниковый интернет.* С запуском сети Starlink и ее аналогов этот способ коммуникации вещей может стать одним из главных, особенно в удаленных регионах, где нет покрытия мобильной сети.

Главные проблемы Интернета вещей (Довгаль В., Довгаль Д., 2017; MrUSmith, 2020):

— *слежка.* Уже сейчас браузер буквально записывает каждый ваш шаг в сети и «грузит» контекстной рекламой. А теперь представьте, что крупные компании будут знать практически весь ваш распорядок дня: что вы едите, как много спите и даже во сколько завариваете кофе утром. Многих такая перспектива не радует;

— *взлом устройств.* В рамках одного умного дома это не так страшно, едва ли умный пылесос сможет вам навредить. Но если говорить о взломе коммунальных систем или автономных роботов на предприятии, то все может обернуться глобальной катастрофой;

— *взаимодействие умных вещей.* Искусственного интеллекта пока не существует, поэтому все устройства работают по ранее запрограммированному алгоритму. Да, есть определенная адаптивность, но сбой чаще всего приводит к отказу устройства или, что еще хуже, неправильной работе. Последнее особенно опасно, когда имеется целая система из умных устройств;

— *рост безработицы.* Каждая автономная машина — это потенциально потерянные рабочие места. Уже сейчас существуют полностью автономные склады, где десятки погрузчиков перевозят целые стеллажи и заменяют большую часть персонала.

Главные перспективы Интернета вещей

В интересах обеспечения телекоммуникационной подсистемы Интернета вещей было разработано семейство стандартов, описывающих технологии передачи данных на большие расстояния при низком энергопотреблении — Low Power Wide Area Network (LPWAN) (Талаев, Бородин, 2018). Отличительной особенностью стандартов является возможность передавать данные на расстояние до нескольких километров даже в условиях плотной городской застройки.

Обратной стороной высокой дальности передачи данных является низкая пропускная способность таких сетей. В частности, технология LoRa, созданная по принципу LPWAN, обеспечивает скорость передачи от 300 бит/с до 50 кбит/с. Такие сети не подходят для постоянной передачи больших объемов данных, однако их возможности оптимальны для сбора телеметрических данных с датчиков или измерительных станций с некоторой периодичностью. При этом одна базовая станция может обеспечивать устойчивое покрытие радиусом до 7 км (TS-LoRa ... , 2020).

Одним из самых энергозатратных процессов, протекающих в устройстве Интернета вещей, является передача данных. Поэтому в качестве одной из основных задач при разработке стандартов LPWAN-сетей передачи данных было снижение энергопотребления при обеспечении связи между удаленными устройствами. Например, использование технологии LoRa, как заявляют разработчики, позволит устройству работать до нескольких лет от одного аккумулятора (IoT платформа ... , 2018).

В 2017 г. участники женеvской «Недели IoT» разработали международную декларацию «Интернет вещей для устойчивого развития». Авторы документа сформулировали посыл общо, но суть ясна. По мнению экспертов, IoT необходим (Игнатович, 2019):

- для борьбы с изменением климата;
- сохранения биоразнообразия и экомониторинга;
- решения проблем с голодом, водоснабжением и продовольственной безопасностью;

— создания более «умных» и «устойчивых» городов, деревень и других сообществ.

В 2018 г. аналитики Всемирного экономического форума проанализировали 640 реализованных IoT-проектов. Они выяснили, что 84 % из них помогают выполнить цели устойчивого развития, которые продвигает ООН. При этом 75 % проектов направлено на пять целей (Игнатович, 2019):

- 1) ответственное потребление и производство (переработка ресурсов),
- 2) дешевая и чистая энергия,
- 3) инновационная информационная инфраструктура (включая беспилотный «чистый» транспорт),
- 4) устойчивые умные города,
- 5) хорошее здоровье горожан.

5. Зеленое строительство

Зеленое строительство — вид строительства зданий с минимальным воздействием на окружающую среду (Корниенко, 2017а).

Главной целью зеленого строительства является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов при обеспечении комфортных условий внутренней среды в течение всего жизненного цикла здания, включая инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатацию, капитальный ремонт, реконструкцию, снос (Корниенко, Попова, 2017).

Основной идеей строительства «зеленых» зданий является повышение устойчивости среды обитания, что достигается сокращением общего влияния застройки на окружающую среду и здоровье человека (Корниенко, 2017б).

Ключевыми аспектами зеленого строительства являются (Корниенко, 2017а):

- экологический менеджмент;
- инфраструктура и качество внешней среды;
- качество архитектуры и планировка объекта;
- комфорт и экология внутренней среды;
- качество санитарной защиты и утилизации отходов;
- рациональное водопользование и регулирование ливнестоков;
- энергосбережение и энергоэффективность;
- охрана окружающей среды при строительстве, эксплуатации и утилизации объекта;
- безопасность жизнедеятельности.

5.1. Энергосбережение и энергоэффективность

Энергосбережение — это экономия, снижение потребления энергии в результате изменения поведения, привычек или простого отказа от ее использования. Основной подход: «Потреблять меньше». Энергосбережение часто связано с некоторым дискомфортом или ограничением.

Примеры энергосбережения в промышленности/строительстве:

- сокращение продолжительности рабочей смены для уменьшения времени работы оборудования;
- отключение освещения в цехах в нерабочее время.

Энергоэффективность — это рациональное использование (получение того же или лучшего результата с меньшими затратами) энергии благодаря применению технологий и решений, которые позволяют достичь того же или более высокого полезного результата при меньшем потреблении энергии. Основной подход: «Потреблять умнее». Энергоэффективность не требует снижения комфорта; она достигается за счет технологического превосходства.

Примеры энергоэффективности в промышленности/строительстве:

- установка частотных преобразователей на электродвигатели, которые регулируют скорость в зависимости от нагрузки;
- использование системы рекуперации тепла в вентиляции;
- применение современных материалов с высокими теплоизоляционными свойствами.



Оба понятия (энергосбережение и энергоэффективность) являются стратегиями достижения одной цели — снижения общих энергозатрат и воздействия на окружающую среду. Они не исключают, а дополняют друг друга. В контексте зеленого строительства приоритет отдается именно энергоэффективности как более фундаментальному и технологичному подходу, который закладывается на этапе проектирования и строительства.

5.2. Зеленые стандарты

Зеленые стандарты призваны ускорить переход от традиционного проектирования и строительства зданий и сооружений к устойчивому, которое проповедует следующие принципы (Черкезов, 2020):

- безопасность и благоприятные здоровые условия жизнедеятельности человека;
- ограничение негативного воздействия на окружающую среду;
- учет интересов будущих поколений.

Зеленые стандарты призваны регламентировать жизнеустойчивый подход в строительстве и оценить степень соответствия зданий исходным принципам (Черкезов, 2020).

Стандарт BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)

Одним из первых свой метод оценки экоэффективности строительства разработала британская компания BRE Global (Иванова, Журенкова, 2016).

Стандарт BREEAM присуждает архитектурным сооружениям баллы по ниже представленным категориям:

- Энергопотребление (этот пункт учитывает также объем выбросов углекислого газа).
- Менеджмент.
- Безопасность и комфортность среды.
- Транспортный сегмент.
- Водные ресурсы.
- Стройматериалы.
- Утилизация отходов.
- Использование земли.
- Загрязнение окружающей среды.

Баллы, набранные в каждой категории, умножаются на весовые коэффициенты, которые отражают актуальность на месте появления сооружения.

Баллы суммируются, и по итогам общей оценки зданию присваивается рейтинг в соответствии со специальной шкалой: 1) более 30 баллов — сертифицировано; 2) более 45 баллов — хорошо; 3) более 55 баллов — очень хорошо; 4) более 70 баллов — отлично; 5) более 85 баллов — выдающиеся характеристики.

Американский стандарт LEED (Leadership in Energy and Environmental Design — Управление по энергетическому и экологическому проектированию) (Здания высоких технологий: LEED, 2013).

Здания оцениваются по шести категориям:

- Качество строительной площадки.
- Использование водного ресурса.
- Энергия и качество атмосферы.

- Материальная база и база ресурсов.
- Параметры воздуха в здании.
- Наличие инноваций и уровень дизайна.

По каждой из категорий зданию присуждаются баллы (дополнительные четыре очка здание может приобрести за региональную приоритетность), после чего в соответствии с полученными очками выдается сертификат: 1) простой (более 40 баллов); 2) серебряный (более 50 баллов); 3) золотой (более 60 баллов); 4) платиновый (более 80 баллов).

Адаптированный для российских градостроительных реалий стандарт GreenZoom

Утвержден и введен в действие 8 сентября 2014 г. Стандарт *GreenZoom* — это перечень практических рекомендаций по повышению энергоэффективности, водоеффективности и экологичности зданий гражданского назначения, созданный на основе последней, четвертой версии системы LEED (Назирова, Андюсева, Филоненко, 2021).

Первая функция. GREEN ZOOM — это инструмент современной проектно-строительной практики, повышает энергоэффективность, водоеффективность и экологичность любого девелоперского проекта по шести направлениям (Практические рекомендации ... , 2025):

- расположение застраиваемой территории,
- экологичность застраиваемой территории,
- энергоэффективность,
- водоеффективность,
- экологичность строительных и отделочных материалов,
- экологичность внутренней среды зданий.

Вторая функция. GREEN ZOOM — это система оценки энергоэффективности и экологичности проектируемых и построенных зданий. Если в проекте реализуется та или иная рекомендация и соблюдены все требования, которые должны быть исполнены в обязательном порядке, то проект получает определенное количество баллов и в соответствии с этим количеством зданию присваивается сертификат: 1) бронзовый сертификат (30 баллов), 2) серебряный сертификат (40 баллов); 3) золотой сертификат (50 баллов); 4) платиновый сертификат (60 баллов) (Практические рекомендации ... , 2025).

Немецкий стандарт DGNB (нем. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen — «Немецкий совет по устойчивому строительству») (Здания высоких технологий: DGNB, 2014).

Оценка производится с учетом всего жизненного цикла здания и в соответствии с более чем 50 критериями, сгруппированными в шесть категорий:

- качество окружающей среды;
- экономическая эффективность;
- социально-культурные качества и функциональность;
- техническая оснащенность;
- качество процесса;
- качество месторасположения.

Система ставит цели и оставляет свободу выбора методов их достижения.

Ниже приведены положительные и отрицательные стороны международных систем стандартизации (табл. 1).

Таблица 1 — Сравнительная характеристика международных стандартов

Стандарт	Положительные особенности	Отрицательные особенности
BREEAM	Собственная система подготовки оценщиков — возможность привлечения эксперта на стадии проектирования — больше внимания уделено заботе о здоровье и благополучии людей — оценка транспортной системы	Не рассматривается региональная специфика — мало внимания уделено устойчивому развитию территории
LEED	Учитывается региональная специфика	Клиент сам собирает исходную информацию
DGNB	Методика оценки жизненного цикла — всего два требования системы являются обязательными, что обеспечивает ее гибкость	Не рассматривается пассивный метод энергосбережения

Первый национальный стандарт устойчивого строительства – ГОСТ Р 54964–2012.

С 1 февраля 2019 г. вступили в силу первые национальные «Зеленые» стандарты (Шалина, Березюк, 2020):

1) «„Зеленые“ стандарты. „Зеленые“ технологии среды жизнедеятельности и «зеленая» инновационная продукция. Термины и определения»;

2) «„Зеленые“ стандарты. „Зеленые“ технологии среды жизнедеятельности. Классификация»;

3) «„Зеленые“ стандарты. „Зеленые“ технологии среды жизнедеятельности. Критерии отнесения»;

4) «„Зеленые“ стандарты. „Зеленые“ технологии среды жизнедеятельности. Оценка соответствия требованиям зеленых стандартов. Общие положения».

Соответствующие приказы Росстандарт подписал 15 января 2019 г.

5.3. Острова тепла и световое загрязнение

Городской остров тепла (остров тепла) — метеорологическое явление, заключающееся в повышении температуры городского пространства относительно окружающих его сельских областей. Этот эффект теплового городского острова впервые был описан еще в начале XIX в. Британский химик Люк Ховард (Luke Howard) интересовался метеорологией и первым начал наблюдать за городским климатом, что дало ему возможность увидеть значительную разницу в температуре воздуха за городом и в городской черте, особенно в ночное время (Умнякова, Смирнов, 2025).

Источниками повышения температуры верхних слоев земли и грунтовых вод служат коммуникационные системы промышленных предприятий и жилых домов:

- газовые ходы металлургических заводов с температурой до 150°;
- подвалы для хранения сжиженного газа;
- сборные коллекторы;
- теплотрассы, имеющие температуру 65–160°;

-
- жилищные коммуникации с температурой до 60°;
 - коммуникационные туннели (35–40 °С);
 - туннели метро и другие подземные сооружения (18–25 °С).

Нагретые подземные сооружения повышают температуру грунта на 2–4°. Зимой это приводит к преждевременному таянию снега над сооружениями, просачиванию талых вод, образованию наледей по периферии тепловой аномалии. Летом прогревание грунта усиливает испарение влаги, вызывая высыхание верхнего слоя почвы и снижение ее плодородности.

Световое загрязнение (засветка) — засвечивание ночного неба искусственными источниками освещения, свет которых рассеивается в нижних слоях атмосферы, мешая проведению астрономических наблюдений и изменяя биоритмы живых существ. Иногда это явление также называют световым смогом.

Площадь светового загрязнения больше, чем площадь города, оно покрывает город полусферой, засвечивая звездное небо и уменьшая поляризацию света небосвода, которая является навигационной координатной сеткой для многих насекомых. Один из примеров карт светового загрязнения доступен по ссылке <https://www.lightpollutionmap.info>.

6. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

Основная концепция: использование энергетических потоков и ресурсов, которые постоянно восполняются в природе и практически неисчерпаемы в масштабах человеческой цивилизации. В отличие от ископаемого топлива (угля, нефти, газа), ВИЭ не производят прямых выбросов парниковых газов в процессе генерации энергии, что делает их ключевым элементом в борьбе с изменением климата.

Участившиеся природные катаклизмы и деградация вечной мерзлоты показали, насколько серьезна проблема изменения климата. Чтобы остановить глобальное потепление, более 170 стран заключили Парижское соглашение по климату, которое призывает ограничить рост средней температуры двумя градусами Цельсия по сравнению с доиндустриальной эпохой. Без революции в области энергетики выполнить план не удастся. По оценке аналитиков IRENA, внедрение возобновляемых источников энергии, а также глубокая электрификация и повышение энергоэффективности обеспечат более 90 % сокращения выбросов парниковых газов, необходимых для достижения целей Парижского соглашения (Энергия из воздуха ... , 2020).

Доля ВИЭ в мировом производстве электроэнергии — ~ 30 % (по данным на 2023 г., с учетом ГЭС).

Структура мощностей (примерно):

- гидроэнергетика — ~ 40 %;
- ветровая энергетика — ~ 30 %;
- солнечная энергетика — ~ 25 %;
- биоэнергетика и геотермальная — ~ 5 %.

6.1. Гелиоэнергетика

Гелиоэнергетика — направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует возобновляемый источник энергии и является «экологически чистой», то есть не производящей вредных отходов во время активной фазы использования (Кривецкий, 2020; Забокрицкий, Шулепова, 2023).

Принципы работы:

1. Фотоэлектрический эффект (солнечные панели): полупроводниковые материалы (чаще всего кремний) в панелях поглощают фотоны света, что вызывает движение электронов и создание постоянного электрического тока. Затем инвертор преобразует его в переменный ток для использования в сети.

2. Солнечная тепловая энергия:

— концентрированная: системы зеркал (параболоцилиндры, гелиостаты) фокусируют солнечные лучи на приемнике, где нагревается теплоноситель (часто соль), производящий пар для вращения турбины и генератора;

— низкотемпературная: солнечные коллекторы нагревают воду или теплоноситель для систем отопления.

По данным SolarPower Europe, к концу 2019 г. глобальная установленная мощность солнечной энергетики превысила 630 ГВт. Доля энергии солнца в выработке мировой электроэнергии составляет сегодня примерно 2,6 % (Дедеева, Галин, 2021).



Себестоимость солнечной энергии упала на ~ 85 % за 2010–2020 гг., что сделало ее самым дешевым источником электроэнергии в истории во многих регионах.

В 2020 г. прирост мощностей фотоэлектрической солнечной энергетики в мире в 2,5 раза превысил суммарный прирост угольных и газовых электростанций (рис. 1) (Дедеева, Галин, 2021).

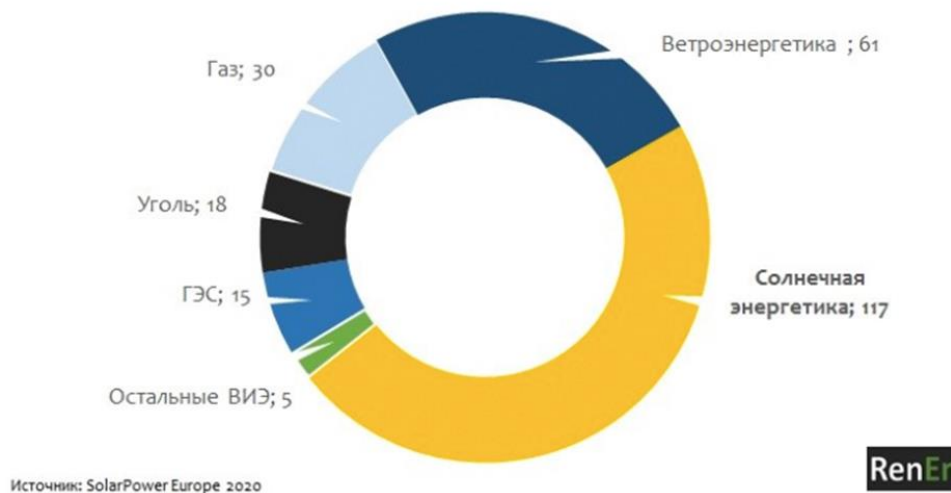


Рис. 1 — Чистый прирост мощностей электроэнергетики (ГВт) в мире в 2020 г. (Дедеева, Галин, 2021, с. 17)

10 стран-лидеров в солнечной энергетике (рис. 2):

Страна	Годовая выработка (МВт)
Германия	38 250
Китай	28 330
Япония	23 409
Италия	18 622
Соединенные Штаты Америки	18 317
Франция	5678
Испания	5376
Австралия	4130
Бельгия	3156
Южная Корея	2398

Рейтинг крупнейших солнечных электростанций (СЭС):

- Солнечный парк Тэнгэр (Tengger Desert Solar Park). Максимальная мощность составляет 1547 МВт.
- Солнечный парк Бхадла (Bhadla Solar Park). На сегодняшний день мощность составляет около 1365 МВт.
- СЭС Лунъянся (Longyangxia Dam Solar Park). Мощность 1280 МВт.
- СЭС Villanueva (Parque Solar Villanueva). Площадь объекта около 24 кв. км, мощность – 828 МВт.

— СЭС Камути (Kamuthi Solar Power Station). Мощность генерации составляет 648 МВт.



Рис. 2 — Распределение стран по использованию солнечной энергии (в % от общей выработки по миру)

Солнечная энергетика в России

В России доля солнечной энергетики в структуре генерирующих мощностей пока остается скромной — всего 0,55 % от общей выработки электричества. Но ситуация быстро меняется. Российские солнечные электростанции в 2019 г. выработали 1,3 млрд кВт·ч электроэнергии — почти на 70 % больше, чем годом ранее. Наибольшую долю в балансе энергосистемы солнечные станции занимают на юге страны, где на них приходится 2,77 % установленной мощности (Гаджиев, 2021).

Группа компаний «Хевел» — единственный в России производитель, выпускающий как ячейки и модули солнечных батарей, так и промышленные солнечные электростанции. Суммарная мощность построенных «Хевел» электростанций составляет 719,5 МВт — больше, чем, например, мощность Иркутской ГЭС. На долю «Хевел» приходится больше половины солнечных генерирующих мощностей в стране — всего их в России более 1,3 тыс. МВт (Гаджиев, 2021; Мокрышев, 2025).

Перспективы солнечной энергетики в мире можно описать тремя словами: больше, дешевле, эффективнее. Так, объем мирового рынка солнечной энергетики достигнет \$223,3 млрд к 2026 г., увеличиваясь ежегодно в среднем на 20,5 %, прогнозируют аналитики ResearchAndMarkets.com (Гаджиев, 2021).

Бурное развитие солнечной энергетики приведет к падению цены электричества для потребителей. По плану правительства США, себестоимость солнечной электрогенерации сократится еще на 50 % к 2030 г. (Толмачева, Тарарыкин, 2022).

Эффективность солнечной энергетики продолжит повышаться, а одно из перспективных направлений — это перовскиты, полупроводники с особой кристаллической структурой. Если сейчас средний КПД солнечных ячеек составляет 22 %,

то благодаря перовскитам КПД может превысить 27 %. Исследования, которые помогут внедрить перовскиты в энергетику, ведутся и в России. Например, ученые МГУ улучшили метод сборки перовскитных солнечных батарей с помощью лазерной резки. Это может еще сильнее снизить их себестоимость (Винаковская, Биличак, 2023).

По оценке Международного энергетического агентства, во всем мире солнечная генерация увеличится на 43 % к 2040 г. Это позволит уменьшить объем выбросов парниковых газов и сократить негативные эффекты изменения климата на планете.

Преимущества солнечной энергетики:

- воссоздаваемость,
- неисчерпаемость,
- количество энергии,
- бесшумность,
- большая область использования,
- экономия эксплуатации,
- повсеместность,
- экологичность.

Недостатки солнечной энергетики:

- большая стоимость,
- загрязнение окружающей среды,
- низкая мощность на квадратный метр,
- прерывающийся цикл,
- проблемы аккумулирования энергии,
- используемые элементы.

6.2. Ветровая энергетика

Ветроэнергетика — отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. Это преобразование может осуществляться такими агрегатами, как ветрогенератор, ветряная мельница, парус и другими (Иванов, 2022).

Принципы работы: ветер вращает лопасти ротора ветротурбины. Ротор соединен с валом, который вращает генератор, вырабатывающий электричество.

Типы станций:

- наземные (onshore) — устанавливаются на суше,
- офшорные (offshore) — устанавливаются в море, где ветры сильнее и стабильнее, но стоимость строительства и обслуживания выше.

В 2019 г. мощность ветряной генерации в мире составила 651 ГВт (рис. 3). На 10 % выросла совокупная мощность ветроэнергетики в год. При этом 60 % введенных в эксплуатацию мощностей пришлось на Китай и США.

Ветроэнергетика используется на коммерческой основе более чем в половине всех стран мира. К 2019 г. несколько стран достигли высоких уровней проникновения ветровой энергии, например 41 % стационарного производства электроэнергии — в Дании, 28 % — в Ирландии, 24 % — в Португалии, 21 % — в Германии и 19 % — в Испании. В ноябре 2018 г. выработка ветровой энергии в Шотландии была выше, чем потребление электроэнергии в стране в течение месяца (Уманский, Воронин, 2022).

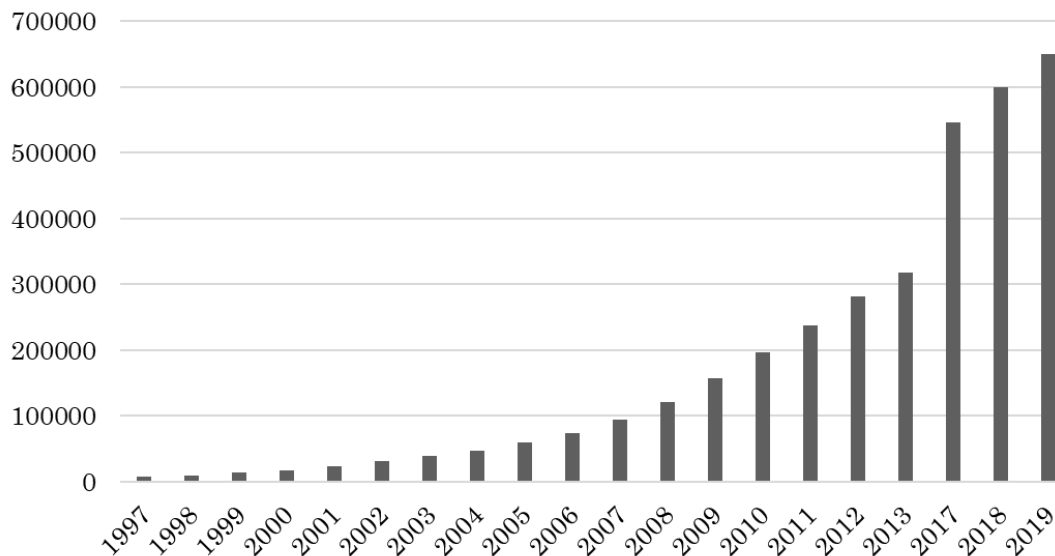


Рис. 3. Суммарная установленная мощность ветровой энергетики, МВт

Пять крупнейших ветроэнергетических компаний мира:

1. Vestas Wind Systems — крупнейший производитель ветровых турбин в мире с долей рынка 28 %. Заводы компании расположены в Дании, Германии, Индии, Италии, Великобритании, Испании, Швеции, Норвегии, Австралии.

2. General Electric — американский технологический конгломерат с штаб-квартирой в Нью-Йорке.

3. Gamesa Corporación Tecnológica — производственная компания, занимающаяся в основном изготовлением ветровых турбин и строительством ветропарков. Штаб-квартира находится в городе Витория, Испания. Компания разрабатывает и продает ветряки, для которых также поставляет турбины.

4. Enercon GmbH — компания, основанная в Аурихе, Северная Германия, четвертый по величине производитель турбин в мире, а также лидер на рынке Германии в течение нескольких лет.

5. Suzlon Energy — производитель из Индии со штаб-квартирой в Пуне. Фирма имеет несколько заводов в Китае, Германии и Бельгии.

Топ-10 стран по совокупной ветроэнергетике в 2019 г.:

Китай	236 402 МВт (36,3 %)
США	105 466 МВт (16,2 %)
Германия	61 357 МВт (9,4 %)
Индия.....	37 506 МВт (5,8 %)
Испания	25 808 МВт (4,0 %)
Соединенное Королевство	23 515 МВт (3,6 %)
Франция.....	16 643 МВт (2,6 %)
Бразилия.....	15 452 МВт (2,4 %)
Канада.....	13 414 МВт (2,1 %)
Италия	10 512 МВт (1,6 %)
Остальной мир	104 684 МВт (16,1 %)

Развитие ветряной генерации в России

Совокупная мощность ветроустановок в России составляет 641 МВт. Фонд развития ветроэнергетики к 2024 г. ввел в эксплуатацию 1,8 ГВт. Объем инвестиций «Роснано» и «Фортум» в развитие ветроэнергетики — 30 млрд руб.

Ближайшие перспективы:

— фонд строит ветроэлектростанции в Калмыкии (мощностью 200 МВт), Астраханской (340 МВт) и Волгоградской областях (105 МВт);

— «Роснано» вместе с датской компанией Vestas развернули производство лопастей для ветроустановок в Ульяновске, башен — в Таганроге и гондол — в Нижнем Новгороде;

— в ряде ведущих вузов (Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана; Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»; Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина) открыты кафедры возобновляемых источников энергии (ВИЭ). При поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ группы «Роснано» в стране открылись курсы повышения квалификации.

Преимущества ветряной энергетики:

- отсутствие загрязнения окружающей среды,
- использование возобновляемого, неисчерпаемого источника энергии,
- потенциально полезная территория установок,
- стабильные расходы на единицу полученной энергии,
- минимальные потери при передаче,
- простое обслуживание, быстрая установка, низкие затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию.

Недостатки ветряной энергетики:

- высокие инвестиционные затраты,
- изменчивость мощности во времени,
- шум,
- угроза для птиц (в соответствии с последними исследованиями, вероятность столкновения лопастей ветряка с птицами не больше, чем в случае столкновения птицы с высоковольтными линиями традиционной энергетики),
- незначительная возможность искажения приема сигнала телевидения,
- изменения в ландшафте.

Перспективы развития ветроэнергетики

По оценке Международного агентства возобновляемой энергетики (IRENA), через 30 лет ветряные станции — как наземные, так и морские — будут удовлетворять более трети мировых потребностей в электричестве, став одним из основных источников энергии.

Необходимо увеличить совокупную установленную мощность наземной ветроэнергетики более чем в три раза к 2030 г., а к середине века — в девять раз. Рост оффшорной ветроэнергетики должен быть еще более быстрым: ее суммарную мощность нужно увеличить почти в десять раз к 2030 г.

Отрасль станет еще более экологичной за счет производства лопастей для ветроустановок, пригодных для полной утилизации.



6.3. Гидроэнергетика

Установленная мощность в мире (по состоянию на 2023 г.) — ~ 1,4 ТВт. Доля в мировой генерации электроэнергии — ~ 15 % (крупнейший источник ВИЭ по выработке). Лидеры — Китай, Бразилия, Канада, США, Россия.

Принципы работы: основным принципом работы гидроэлектростанции (ГЭС) является преобразование механической энергии воды, обусловленной разностью высот, в электрическую при помощи турбины и генератора.

Типы станций:

- гидроаккумулирующие,
- деривационные,
- плотинные.

По максимально используемому напору ГЭС делятся:

- на высоконапорные (более 60 м),
- средненапорные (от 25 до 60 м),
- низконапорные (от 3 до 25 м).

Наиболее распространенным видом ГЭС в России являются плотинные станции. Для них используют плотину, которая перегораживает русло реки и создает водоем. Для поддержания уровня в водоеме, а также для производства электроэнергии производится спуск воды. Такой вид ГЭС возводят на многоводных равнинных реках, а также на горных реках — в местах с наиболее сжатым и узким руслом (Виды гидроэлектростанций, 2012).

Преимущества гидроэнергетики:

- создание в результате постройки ГЭС водохранилищ, в которых можно успешно разводить рыбу;
- формирование рекреационных зон (на берегу этих искусственных водоемов высаживаются деревья, которые образуют парки для отдыха людей);
- гибкость — возможность быстро адаптироваться к изменениям энергопотребления, увеличивая или уменьшая производство электроэнергии. Время запуска гидротурбины от холодного состояния до полной нагрузки составляет 60–90 с, что гораздо меньше, чем у газовых турбин или паровых установок. Производство электроэнергии можно также быстро уменьшить при избыточной мощности;
- низкая стоимость электроэнергии. Отсутствие затрат на топливо делает эксплуатацию ГЭС нечувствительной к росту цен на ископаемое топливо (нефть, природный газ или уголь), импорт не требуется. Средняя стоимость электроэнергии для ГЭС мощностью более 10 МВт составляет от 3 до 5 центов США за 1 кВт·ч;
- длительный срок эксплуатации (50–100 лет и более);
- низкие затраты на оперативное обслуживание, небольшая численность обслуживающего персонала;
- пригодность для промышленного применения. В то время как многие ГЭС поставляют энергию в сети общего потребления электроэнергии, некоторые создаются для обслуживания конкретных промышленных предприятий. Например, в Новой Зеландии электростанция была построена для снабжения электроэнергией алюминиевого завода в Тивай-Пойнте (Tiwai Point);
- минимальные выбросы CO₂. ГЭС не сжигают ископаемые виды топлива и непосредственно не производят углекислый газ. Хотя при производстве цемента

и строительстве объекта образуется некоторое количество углекислого газа, это лишь малая часть эксплуатационных выбросов, характерных для генерации на ископаемом топливе. Согласно исследованию ExternE Института Пауля Шеррера и Штутгартского университета, финансируемых Европейской комиссией, гидроэлектроэнергия производит наименьшее количество парниковых газов и оказывает минимальное внешнее воздействие по сравнению с любым другим источником энергии. На втором месте — ветер, на третьем — атомная энергия, а на четвертом — солнечная фотоэлектрическая энергия (URL: https://alphapedia.ru/w/Renewable_energy_debate).

Недостатки гидроэнергетики:

- затопление обширных территорий — водохранилища, необходимые для работы ГЭС, приводят к затоплению земель выше по течению, уничтожению долин, лесов и болот, а также разрушению среды обитания на прилегающих территориях;
- нарушение экосистем — вода, проходя через турбины, очищается от естественных наносов, что особенно опасно на крупных реках, где строительство ГЭС ведет к серьезным изменениям среды обитания;
- заиление водохранилищ, оказывающее негативное влияние на состояние плотин и, как следствие, на работу электростанций, особенно на реках или в водосборных бассейнах с высокой степенью заиления;
- выбросы метана. Водоёмы электростанций в тропических регионах производят значительные объёмы метана;
- необходимость переселения людей, живущих на территориях, которые попадают в зону затопления.

6.4. Геотермальная энергетика

Геотермальная энергетика — отрасль энергетики, основанная на преобразовании тепла недр Земли в электрическую и тепловую энергию.

Принципы работы:

- 1) для генерации электричества — глубокие скважины позволяют получить пар или горячую воду с высокой энтальпией. Пар напрямую или через теплообменник (в бинарных циклах) вращает турбину генератора;
- 2) для теплоснабжения — горячая вода из недр напрямую или через теплообменники подается в системы отопления городов, теплиц, бассейнов.

В толще земной коры на глубине 3–5 км сосредоточена энергия тепла Земли, которая может обеспечить все нужды человечества на многие тысячи лет вперед. И сегодняшние технические возможности позволяют бурить скважины такой глубины (Шашина, 2018).

Открытые на сегодняшний день геотермальные ресурсы составляют лишь малую часть от этих потенциальных ресурсов, однако каждый год они увеличиваются на 2–3 %, а за 10-летие растут на 10–15 %.

Список самых «геотермальных» стран за 2019 г. возглавили США, Индонезия и Филиппины. Десять стран-производителей геотермальной энергии держат 90 % рынка (рис. 4).

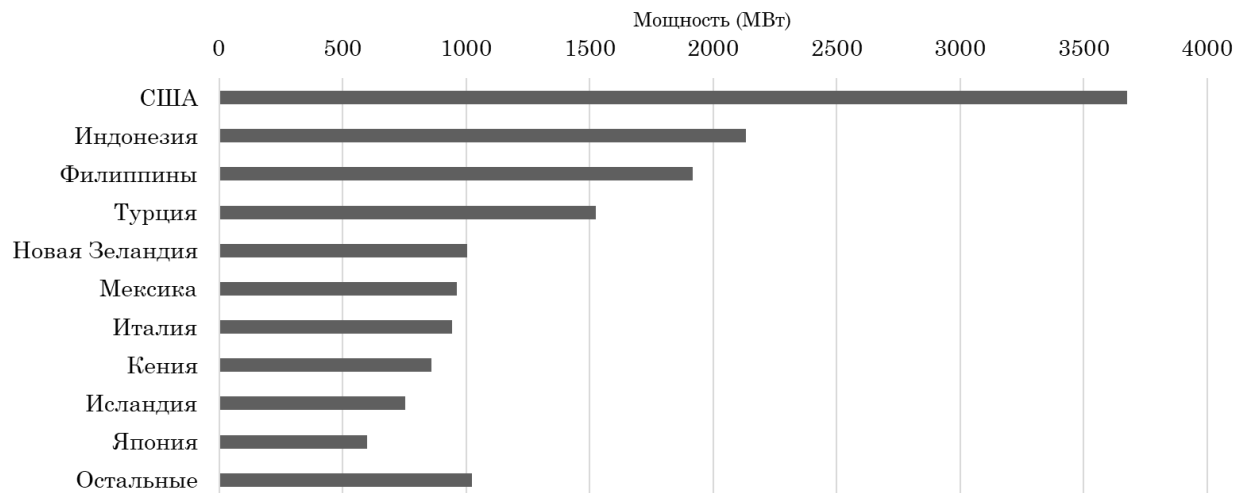


Рис. 4 — Лидеры по производству геотермальной энергии за 2019 г.

Россия имеет колоссальный потенциал развития геотермальной энергетики. Геотермальная энергетика может развиваться не только на Камчатке и Курилах, как принято считать. Огромные перспективы у нее на территории Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна (особенно в Томской области), на всем Дальнем Востоке, Кавказе, в Краснодарском крае и Ставрополье.

Российская Федерация, имеющая в своем распоряжении значительный геотермальный потенциал, существенно отстает от ведущих мировых производителей. Показатели 2019 г. (74 МВт), что даже ниже 81 МВт в 2010 г., говорят о необходимости принятия мер по наверстыванию упущенных энергетических возможностей (Флоринский, 2020).

На сегодняшний день в России работают четыре геотермальные электростанции: три на Камчатке и одна в Сахалинской области, на острове Кунашир (Курильские острова), общей установленной мощностью 81,4 МВт (Тихонов, 2023).

Всеми геотермальными станциями управляет АО «Русгидро», ключевой пакет акций которого принадлежит Российской Федерации. Они рассматривают ГеоЭС только для Камчатского края из-за неудачного опыта с Океанской ГеоЭС, которая закрылась ввиду неправильного использования и нестабильности работы станции (Волгапкина, Шаркова, 2021).

Преимущества геотермальной энергетики:

- экологичность,
- самообеспечение,
- многофункциональность.

Недостатки геотермальной энергетики:

- значительные экономические затраты на строительство ГеоЭС,
- необходимость утилизации отработавшей жидкости с повышенной минерализацией,
- остановка работы в любой момент.

6.5. Биотопливо

Концепция: получение энергии из органического материала биологического происхождения (биомассы).

Принципы работы и виды биотоплива:

1. Твердое биотопливо — дрова, древесные пеллеты, щепа, сельхозотходы. Сжигаются для получения тепла или пара для генерации электричества.

2. Жидкое биотопливо: 1) биоэтанол. Производится путем брожения сахаров (из кукурузы, сахарного тростника). Добавляется в бензин; 2) биодизель. Производится из растительных масел (рапсовое, пальмовое) или животных жиров. Смешивается с дизельным топливом.

3. Биогаз. Получается в результате анаэробного сбраживания органических отходов (навоз, канализационный ил, органические отходы с городов). Состоит в основном из метана и CO_2 . Очищенный биогаз (биометан) можно подавать в газопроводы или использовать как топливо для транспорта.

Методический аппарат

Перечень тем кейсовых заданий, предусмотренных к выполнению в рамках освоения дисциплины «Введение в специальность»:

Кейс № 1. Определение потенциала возобновляемой энергетики в регионе на примере Сахалинской области.

Кейс № 2. Определение допустимого светового загрязнения.

Кейс № 3. Определение благоприятной визуальной среды.

Кейс № 4. Выявление экофильного/экофобного поведения в сказках и легендах народов мира.

Выполнение расчетных работ используется для оценки качества освоения обучающимися части учебного материала дисциплины и уровня сформированности соответствующих компетенций (части компетенции). Ответ оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после предоставления решения.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Глобальные проблемы человечества.
2. Методы оценки качества среды. Интегральные показатели качества среды.
3. Качество производственной среды, жилых помещений. Экологически чистый vs. экологичный.
4. Понятие об устойчивом развитии. Индикаторы и индексы устойчивого развития. Экологический след.
5. Киотский протокол. Квоты на выбросы.
6. Видеозэкология.
7. Понятие об экологической этике. Биоэтика.
8. Понятие об Интернете вещей и сферах применения в экологии.
9. Энергосбережение vs. энергоэффективность.
10. Экологичный vs. экологически чистый.
11. Возобновляемые источники энергии. Достоинства vs. недостатки.
12. Солнечная энергетика. Достоинства vs. недостатки.
13. Гидроэнергетика. Достоинства vs. недостатки.
14. Ветровая энергетика. Достоинства vs. недостатки.
15. Геотермальная энергетика. Достоинства vs. недостатки.
16. Энергия биомассы. Достоинства vs. недостатки.

Заключение

Курс «Экология: введение в специальность» с предложенной структурой — это не просто учебная дисциплина, а стратегическая инвестиция в будущее. Он готовит специалистов, способных мыслить критически, действовать ответственно и эффективно работать в мире, где экологическая составляющая становится неотъемлемой частью любой профессиональной деятельности. Данное методическое пособие, охватывающее как философские основы (экологическая этика), так и прикладные инструменты (зеленое строительство, ВИЭ), станет надежным фундаментом для формирования нового поколения профессионалов, готовых к вызовам современности.

Представленные материалы направлены на достижение личностных и метапредметных результатов обучения. Реализация предложенного методического подхода обеспечивает преемственность знаний и логическую последовательность образовательного процесса. Пособие может быть рекомендовано как для аудиторной работы, так и для самостоятельной подготовки студентов.

Библиографический список

1. Акимова, С. А. Обзор методов оценки сапробности водоемов в контексте исследования биоиндикационных свойств водорослей / С. А. Акимова // Актуальные вопросы общества, науки и образования : Сборник статей XX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20 марта 2025 года. — Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. — С. 22–25. — EDN EKTOXZ.
2. Александров, С. В. Экологическая катастрофа как перманентное явление современного общества / С. В. Александров // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — № 1–2(103). — С. 37–40. — EDN QAKVJX. — DOI 10.23670/IRJ.2021.103.1.031.
3. Амвросий (Ключарев Алексей Иосифович, архиеп. Харьковский и Ахтырский; 1821–1901). О кротком и жалостливом обращении с животными / [Амвросий, архиепископ Харьковский]. — Москва : [б. и.], ценз. 1903. — 16 с.
4. Андропова, И. В. Индекс устойчивого развития стран БРИКС: методологические аспекты / И. В. Андропова, А. Г. Сахаров // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. — 2022. — Т. 17, № 3. — С. 23–47. — EDN EHNQCR. — DOI 10.17323/1996-7845-2022-03-02.
5. Аристов, О. В. Управление качеством : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / О. В. Аристов. — Москва : ИНФРА-М, 2009. — 238 с.
6. Баженов, Ю. М. От Киотского протокола к Парижскому Соглашению. Что дальше? / Ю. М. Баженов, Т. И. Мармазова, А. О. Акимова // Науки о Земле и цивилизация: коллективная монография / под редакцией Е. М. Нестерова, В. А. Снытко. — Санкт-Петербург : Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. — Т. XII. — С. 13–18.
7. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. — New York : UN, 1999. — P. 199–228. — (Treaty Series Treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations ; vol. 1673). — URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/basel.pdf (дата обращения: 05.02.2026).
8. Борейко, В. Е. Экологическая этика : словарь-справочник для детей, их учителей и родителей / В. Е. Борейко, Т. В. Мишаткина, С. Б. Мельнов ; Министерство образования Республики Беларусь; Международный государственный экологический университет им. А. Д. Сахарова. — Минск : Проспектплюс, 2011. — 132 с. — EDN CCUSAE.
9. Борейко, В. Е. Этика и менеджмент заповедного дела / В. Е. Борейко. — Киев : Киевский эколого-культурный центр, 2005. — 328 с. — (Охрана дикой природы ; вып. 53).
10. Ботяжова, О. А. Основы биоэтики : текст лекций : для студентов, обучающихся по специальности и направлению Биология / О. А. Ботяжова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Ярославский гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль : ЯрГУ, 2011. — 21 с.
11. Введение в биоэтику : учебное пособие / Б. Г. Юдин [и др.]. — Москва : Прогресс-Традиция, 1998. — 382 с. — EDN SFWKNK.

12. Виды гидроэлектростанций // Сайт Национальной ассоциации энергетиков России. — URL: <http://naser.ru/novosti-energetiki/gidroenergetika/vidy-gidroelektrostancij.html> (дата обращения: 06.02.2026).
13. Винаковская, Н. Г. Тенденция развития солнечной энергетики в России / Н. Г. Винаковская, Д. И. Биличак // Енисейская теплофизика : тезисы докладов I Всероссийской научной конференции с международным участием, Красноярск, 28–31 марта 2023 года / отв. за выпуск Д. В. Платонов. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2023. — С. 220–221.
14. Волгапкина, А. А. Геотермальная энергетика: сравнительная характеристика США и России / А. А. Волгапкина, А. В. Шаркова // Развивая энергетическую повестку будущего : сборник докладов Международной научно-практической конференции для представителей сообщества молодых инженеров ТЭК, Санкт-Петербург, 10–11 декабря 2021 года. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2021. — С. 283–288. — EDN UCRHPJ.
15. Гаджиев, И. П. Солнечные модули в современной энергетике / И. П. Гаджиев // Решение проблем инновационного развития сельскохозяйственной техники : материалы международной заочной научно-практической конференции, Балашиха, 14–15 апреля 2021 года. — Балашиха : Российский государственный аграрный заочный университет, 2021. — С. 99–102. — EDN BMACTT.
16. Глушак, Е. В. Введение в Интернет вещей : учебное пособие / Е. В. Глушак, А. В. Куприянов. — Самара : Издательство Самарского университета, 2023. — 104 с.
17. Гончаров, В. Н. Теоретические подходы к определению понятия «Качество» / В. Н. Гончаров, В. В. Колесникова, И. В. Ширяева // Экономинфо. — 2015. — № 23. — С. 53–57. — EDN UIFQTB.
18. Данилов-Данильян, В. И. Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ) / В. И. Данилов-Данильян // Экономика и математические методы. — 2003. — Т. 39, № 2. — С. 123–135. — EDN OOLIOD.
19. Дедеева, С. А. Экономическая эффективность инвестирования в солнечную энергетику / С. А. Дедеева, М. С. Галин // Вестник национального института бизнеса. — 2021. — № 44. — С. 16–21. — EDN ENTXFE.
20. Довгаль, В. А. Проблемы и задачи безопасности интеллектуальных сетей, основанных на Интернете Вещей / В. А. Довгаль, Д. В. Довгаль // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. — 2017. — № 4(211). — С. 140–147. — EDN MPRNHS.
21. Ермаков, Д. С. Экологический след — индикатор устойчивого развития / Д. С. Ермаков // Вестник экологического образования в России. — 2013. — Т. 1, № 67. — С. 16–19. — EDN TUVWPR.
22. Ефремов, М. А. «Прорывные» технологии XXI века / М. А. Ефремов // Компьютерные технологии в моделировании, управлении и экономике : сборник материалов XIII студенческой всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Орел, 11 марта 2021 года / под общей редакцией А. В. Полянина. — Орел : Среднерусский институт управления — филиал РАНХиГС, 2021. — С. 196–199. — EDN PUBQQZ.
23. Забокрицкий, А. Н. Гелиоэнергетика как альтернатива современному энергетическому комплексу / А. Н. Забокрицкий, О. В. Шулепова // Достижения

- молодежной науки для агропромышленного комплекса : сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 27 февраля — 03 марта 2023 года. — Ч. 3. — Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. — С. 51–55. — EDN JMNESF.
24. Здания высоких технологий: DGNB. — URL: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_articles/170.pdf (дата обращения: 06.02.2015).
25. Здания высоких технологий: LEED. — URL: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_articles/79.pdf (дата обращения: 06.02.2015).
26. Иванов, С. М. Проблемы энергетики и пути их решения / С. М. Иванов // Технологии и инновации : сборник научных статей научно-педагогических работников, аспирантов и обучающихся / ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. — Великие Луки : Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. — С. 145–147. — EDN PYLGEU.
27. Иванова, К. А. «Зеленые» стандарты в строительстве / К. А. Иванова, А. С. Журенкова // Молодой ученый. — 2016. — № 9-1(113). — С. 31–34. — EDN VWETMB.
28. Игнатович, Д. Экологический фронт: как интернет вещей поможет в защите окружающей среды / Д. Игнатович // Хабр. — 2019. — 25 нояб. — URL: https://habr.com/ru/companies/kauri_iot/articles/477320/ (дата обращения: 06.02.2026).
29. Ильиных, И. А. Экологическая этика : учебное пособие / И. А. Ильиных. — Горно-Алтайск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Горно-Алтайский государственный университет», 2009. — 434 с. — EDN UEXGKB.
30. Караваева, Т. И. Интегральная оценка состояния экосистем: обзор показателей для целей инженерно-экологических изысканий / Т. И. Караваева, В. П. Тихонов // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. — 2022. — № 5(42). — С. 265–271. — EDN IGOGYK.
31. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата // ООН : сайт. — 1997. — 11 дек. — URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml (дата обращения: 06.02.2026).
32. Кипкеев, Т. Х. Обзор проблем обеспечения безопасности в производственной сфере / Т. Х. Кипкеев // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. — 2017. — Т. 1. — С. 841–843. — EDN ZANEMX.
33. Ковалев, Ю. Ю. Пять лет Парижскому соглашению: прошлое, настоящее и будущее глобального климатического договора / Ю. Ю. Ковалев // История и современное мировоззрение. — 2021. — Т. 3, № 1. — С. 20–29. — EDN YFQPHI. — DOI 10.33693/2658-4654-2021-3-1-20-29.
34. Козырь, Д. А. Современные проблемы экологии и природопользования : учебное пособие [для обучающихся образовательных учреждений высшего образования] / Д. А. Козырь, Д. М. Сытников ; Севастопольский государственный университет. — Севастополь : СевГУ, 2024. — 254 с.
35. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния // ООН : сайт. — 1979. — 13 нояб. — URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/transboundary.shtml (дата обращения: 06.02.2026).

36. Корниенко, С. В. «Зеленое» строительство в России и за рубежом / С. В. Корниенко, Е. Д. Попова // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2017. — № 4(55). — С. 67–93. — EDN WHNHNP. — DOI 10.18720/CUBS.55.5.
37. Корниенко, С. Зеленое строительство – инновационный и социально значимый элемент повышения устойчивости среды / С. Корниенко // Здания высоких технологий. — 2017а. — Т. 3, № 3. — С. 60–80. — EDN WCVYIH.
38. Корниенко, С. В. Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность – приоритетные задачи «зеленого» строительства / С. В. Корниенко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2017б. — Вып. 49(68). — С. 167–177. — EDN ZGRUIX.
39. Кривецкий, М. Гелиоэнергетика как ведущая отрасль альтернативной энергетики / М. Кривецкий // Вестник современных исследований. — 2020. — № 2–7. — С. 62–70. — EDN GPKVHS.
40. Кузьмичева, Ж. А. Может ли экологическая этика спасти человечество? / Ж. А. Кузьмичева // Ярославский педагогический вестник. — 2001. — № 3–4. — С. 146–149. — URL: https://vestnik.yvspu.org/releases/uchenue_praktikam/12_1/ (дата обращения: 15.03.2026).
41. Левина, Е. И. Понятие «устойчивое развитие». Основные положения концепции / Е. И. Левина // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. — 2009. — № 11(79). — С. 113–119. — EDN KZZDCJ.
42. Леднев, В. П. История русского космизма / В. П. Леднев. — Екатеринбург : Екат. гос. ун-т., 1999. — 212 с.
43. Марьин, Е. В. Киотский протокол: базовая эколого-экономическая парадигма / Е. В. Марьин // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. — 2022. — № 3(61). — С. 41–46. — EDN AHNXI. — DOI 10.47581/2022/IE.3.61.07.
44. Марьин, Е. В. Парижское соглашение как механизм снижения выбросов на международном уровне / Е. В. Марьин // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2021. — № 5–4(56). — С. 98–100. — EDN XOUQLF. — DOI 10.24412/2500-1000-2021-5-4-98-100.
45. Мокрышев, И. С. Пространственная организация использования возобновляемых источников энергии в проектах распределенной генерации в Российской Федерации : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Иван Сергеевич Мокрышев. — Москва, 2025. — 221 с.
46. Учебно-методическое пособие к практическому занятию по курсу «Философия» на тему «Биоэтика: основные проблемы и принципы» / под общей ред. З. М. Мухамедовой. — Ташкент : Ташкентский государственный стоматологический институт, 2015. — 135 с.
47. Мухлаева, Т. В. Проблемы актуализации экологической этики в современном образовании / Т. В. Мухлаева // Человек и образование. — 2021. — № 2(67). — С. 82–86. — EDN QAWEOG. — DOI 10.54884/S181570410019595-9.
48. Назиров, Р. А. Анализ формирования российских систем экологической сертификации зданий / Р. А. Назиров, А. Г. Андюсева, М. Д. Филоненко // Строительство: наука и образование. — 2021. — Т. 11, № 4. — С. 48–69. — EDN JOQOTR. — DOI 10.22227/2305-5502.2021.4.5.

49. Нарижная, О. Ю. «Вторая жизнь» киотского протокола: национальная энергетическая политика США, Китая и Индии / О. Ю. Нарижная // Экономика: вчера, сегодня, завтра. — 2012. — № 11. — С. 30–46. — EDN PUQWMT.
50. Нехода, Е. В. Качество жизни: проблемы измерения / Е. В. Нехода, И. В. Рощина, В. Д. Пак // Вестник Томского государственного университета. Экономика. — 2018. — № 43. — С. 107–125. — EDN YRJJJJ. — DOI 10.17223/19988648/43/7.
51. Осипов, С. В. Значимость вида в биоценозе, классе биоценозов, районе: обзор комплексных индексов / С. В. Осипов // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. — 2021. — № 3. — С. 321–336. — EDN NQAGXC. — DOI 10.31857/S0002332921030103.
52. Оценка качества атмосферного воздуха в разных странах (обзор) / М. В. Поздняков, С. И. Мазиллов, С. В. Райкова [и др.] // Экология человека. — 2023. — № 5. — С. 325–339. — EDN VJISTF. — DOI 10.17816/humeco456406.
53. Павлова, Т. Н. Биоэтика в высшей школе : [учеб. пособие для вузов] / Т. Н. Павлова. — Москва : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 1997. — 147 с.
54. Парижское соглашение по климату. Цель, структура и история документ / редакция сайта ТАСС // ТАСС : сайт. — 2019. — 23 сент. — URL: <https://tass.ru/info/6917170> (дата обращения: 06.02.2026).
55. Пискулова, Н. А. Киотский протокол: возможности для России / Н. А. Пискулова. — Москва : Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, 2006. — 88 с. — EDN TAAULJ.
56. Поспелов, А. П. Экологический императив современных технологий : учебное пособие / А. П. Поспелов, Н. Д. Сахненко. — Харьков : ФЛП Панов А.Н., 2018. — 340 с.
57. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского строительства. — АНО «НИИУРС», 2025. — Кн. 1. — 113 с. — URL: https://greenzoom.ru/strapi/uploads/2025_09_GREEN_ZOOM_grazhda_i_prom_str_3izdanie_v018_446a55cc15.pdf (дата обращения: 06.02.2026).
58. Преображенский, Б. Г. Экологически устойчивое развитие как парадигма современной политики экологического развития регионов / Б. Г. Преображенский, Я. А. Федоров // Регион: системы, экономика, управление. — 2023. — № 4(63). — С. 12–28. — DOI 10.22394/1997-4469-2023-63-4-12-28. — EDN WTBTWS.
59. Проблемы биоэтики в историческом контексте и социокультурной динамике общества / М. А. Ведешкин, О. С. Нагорных, Ф. В. Петров [и др.]. — Москва : Общество с ограниченной ответственностью «ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА», 2021. — 272 с. — EDN YPSMLB.
60. Охрана природы и окружающей человека среды : Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. — Москва : Просвещение, 1992. — 317 с.
61. Саркисов, О. Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды : учебное пособие / О. Р. Саркисов, Е. Л. Любарский, С. Я. Казанцев. — Москва : Юнити-Дана, 2012. — 232 с. — EDN RBBDVL.
62. Саушева, О. С. «Экологический след» как индикатор экономического роста на современном этапе развития / О. С. Саушева // Интернет-журнал «Отходы

- и ресурсы». — 2017. — № 4, т. 4. — 8 с. — EDN YQVQBW. — DOI 10.15862/13RRO417.
63. Саушева, О. С. Экологический след современных социально-экономических систем: измерение и тенденции / О. С. Саушева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. — 2020. — № 3. — С. 89–97. — EDN SAPKMV. — DOI 10.17586/2310-1172-2020-13-3-89-97.
64. Саушева, О. С. Экологический долг как форма проявления природоистощающего общественного воспроизводства / О. С. Саушева, В. А. Горин // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». — 2020. — № 4, т. 7. — 13 с. — EDN RKKAXU. — DOI 10.15862/03ECOR420.
65. Современные научные и методические подходы к мониторингу водных объектов и сточных вод: научный обзор / О. В. Киек, А. Н. Редько, Э. Ю. Енина [и др.] // Экология человека. — 2025. — Т. 32, № 9. — С. 616–627. — EDN YHTDQI. — DOI 10.17816/humeco690078.
66. Социальная биоэтика сквозь призму глобальной биоэтики / Т. В. Мишаткина, С. Б. Мельнов, Я. С. Яскевич [и др.]. — Минск : ИВЦ Минфина, 2018. — 518 с. — EDN ZBSMTW.
67. Страчкова, Е. Г. Устойчивое развитие: история термина и актуальные особенности / Е. Г. Страчкова // Управленческие технологии и приоритеты социально-экономического развития регионов : сборник научных трудов по итогам проведения круглого стола, Москва, 30 сентября 2021 года / под ред. С. Г. Радько. — Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021. — С. 123–129. — EDN AWGASK.
68. Талаев, А. Д. Стандарты LPWAN для группового взаимодействия мобильных узлов / А. Д. Талаев, В. В. Бородин // Труды МАИ. — 2018. — № 99. — 19. — EDN XOGNPV.
69. Тихонов, С. Как в России использовать геотермальную энергию // Российская газета : [сайт]. — 2023. — 25 июля. — № 163(9108). — URL: https://rg.ru/2023/07/25/teplovojdard.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 06.02.2026).
70. Толмачева, В. М. Солнечные батареи / В. М. Толмачева, Д. В. Тарарыкин // Строительство и реконструкция : сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. — Курск : Юго-Западный государственный университет, 2022. — С. 316–319. — EDN KKVVRG.
71. Тотрова, З. Х. Биоэтика : учебно-методическое пособие для студентов медицинских факультетов / З. Х. Тотрова. — Ульяновск : ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2022. — 58 с. — EDN HJUCDW.
72. Тулохонов, А. К. Киотский протокол и экономическое развитие регионов / А. К. Тулохонов, С. Д. Пунцукова // Вестник Российской академии наук. — 2010. — Т. 80, № 11. — С. 963–967. — EDN NUGTNN.
73. Тюлякова, С. А. Биоэтика как гарант антропоцентричности современного научно-технического развития / С. А. Тюлякова // Россия: общество, политика, история. — 2023. — № 2(7). — С. 98–111. — EDN GMOVVE. — DOI 10.56654/ROPI-2023-2(7)-98-111.

74. Уманский, И. В. Обзор темпов развития и внедрения ветряных электростанций в электроэнергетические системы / И. В. Уманский, С. В. Воронин // Бутаковские чтения : сборник статей II Всероссийской с международным участием молодежной конференции, Томск, 13–15 декабря 2022 года. — Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. — С. 27–30. — EDN MVXZSQ.
75. Умнякова, Н. П. Городская среда обитания человека в условиях изменения климата / Н. П. Умнякова, В. А. Смирнов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. — 2025. — № 1(49). — С. 65–78. — EDN VHRFLO. — DOI 10.22227/2311-1518.2025.1.65-78.
76. Устав благочиния или Полицейской = Устав благочиния или Полицейский. Часть первая : [утвержден в Санктпетербурге апреля 8 дня 1782 года]. — [Санктпетербург] : [Сенатская тип.], [1782]. — 75 с.
77. Флоринский, Ю. Геотермальные ресурсы: классификация, способы добычи и извлечения // Улеводороды.ру : [сайт]. — 2020. — 18 нояб. — URL: <https://uglevodorody.ru/publ/geotermalnye-resursy-klassifikaciya-sposoby-dobychi-i-izvlecheniya> (дата обращения: 06.02.2026).
78. Харина, Г. В. Экологическая безопасность человека в техносфере / Г. В. Харина, С. В. Анахов. — Екатеринбург : Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2023. — 186 с. — EDN EWTQHU.
79. Цели в области устойчивого развития // ООН : сайт. — URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 06.02.2026).
80. Цели развития тысячелетия — URL: <https://www.un.org/ru/millenniumgoals/mdgmomentum.shtml> (дата обращения: 23.03.2026).
81. Черкезов, А. «Зеленое строительство», как принцип преобразования города в биосферно-совместимый / А. Черкезов // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сборник научных трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 20 ноября 2020 года. — Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. — С. 280–282. — EDN OFXHTA.
82. Шалина, Д. С. Зеленые технологии / Д. С. Шалина, М. В. Березюк // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XIV международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 20–21 мая 2020 г.). — Екатеринбург : УрФУ, 2020. — С. 275–280.
83. Шашина, В. Геотермальная энергетика в России / В. Шашина // Научные открытия 2018 : Материалы XXXVIII Международной научно-практической конференции, Москва, 28–25 мая 2018 года. — Москва : Научный центр «Олимп», 2018. — С. 47–48. — EDN XVUZOP.
84. Шаюсупова, Л. Р. Интернет вещей: история возникновения, развития и угрозы / Л. Р. Шаюсупова, Х. А. Мукимов // Journal of marketing, business and management (JMBM). — 2022. — Т. 1, №. 4. — С. 8–15. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-istoriya-vozniknoveniya-razvitiya-i-ugrozy> (дата обращения: 20.03.2026).

85. Экологическая этика: учебное пособие / [Т. В. Мишаткина и др.] ; под редакцией С. П. Кундаса и Т. В. Мишаткиной ; Международный государственный экологический университет им. А. Д. Сахарова. — Минск : МГЭУ, 2011. — 277 с.
86. Экологический менеджмент // Neftegaz.RU : [сайт]. — 2013. — 18 марта. — URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/ekologiya-pozharnaya-bezopasnost-tehnika-bezopasnosti/141846-ekologicheskij-menedzhment/> <https://neftegaz.ru/tech-library/ekologiya-pozharnaya-bezopasnost-tehnika-bezopasnosti/141846-ekologicheskij-menedzhment> (дата обращения: 20.03.2026).
87. Экономика и финансы организации : учебник / под редакцией Т. С. Новашиной. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Университет «Синергия», 2020. — 336 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143998> (дата обращения: 20.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
88. Энергия из воздуха. Как развивается ветряная генерация в России и мире // ИНК. — 2020. — 30 нояб. — URL: <https://incrussia.ru/specials/energy-from-air/> (дата обращения: 06.02.2026).
89. Яковлев, А. С. Земли и почвы как самостоятельные компоненты окружающей среды, вопросы их оценки, нормирования и управления (обзор) / А. С. Яковлев // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. — 2023. — № 2. — С. 5–15. — EDN MMBUUT. — DOI 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-2-5-15
90. Atzori, L. The Internet of Things: A survey / L. Atzori, A. Iera, G. Morabito // Computer Networks. — 2010. — Vol. 54, iss. 15. — P. 2787–2805. — <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
91. Boyer, S. A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition / S. Boyer. — 4th ed. — International Society of Automation, 2010. — 257 p.
92. Gershenfeld, N. When Things Start to Think / N. Gershenfeld. — New York : Henry Holt & Company, 1999. — 225 p.
93. IoT платформа экологического мониторинга / А. Н. Миронов [и др.] // ИТ-Стандарт. — 2018. — № 1(14). — С. 24–31. — EDN YXJFPB.
94. MrUSmith. Что такое интернет вещей и зачем это нужно / MrUSmith // DNS клуб : сайт. — 2020. — 30 нояб. — URL: https://club.dns-shop.ru/blog/t-326-internet/40134-chto-takoe-internet-veschei-i-zachem-eto-nujno/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F (дата обращения: 06.02.2026).
95. Standage, T. The victorian internet: the remarkable story of the telegraph and the nineteenth century's on-line pioneers / T. Standage. — New York : Walker & Company, 1998. — 227 p.
96. TS-LoRa: Time-slotted LoRaWAN for the industrial Internet of Things / D. Zorbas [et al.] // Computer Communications. — 2020. — Vol. 153. — P. 1–10. — EDN PJNMYT. — DOI 10.1016/j.comcom.2020.01.056

Юркевич Наталия Викторовна

Экология. Введение в специальность

Учебно-методическое пособие издано в авторской редакции

Сетевое издание

Ответственный за выпуск – Алимova Н.К.

Учебное издание

Системные требования:

операционная система Windows XP или новее, macOS 10.12 или новее, Linux.

Программное обеспечение для чтения файлов PDF.

Объем данных 1,8 Мб

Принято к публикации «28» февраля 2026 года

Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/08MNNPU26.pdf> свободный. – Загл. с экрана. –
Яз. рус., англ.

ООО «Издательство «Мир науки»

«Publishing company «World of science», LLC

Адрес:

Юридический адрес – 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

Почтовый адрес – 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

<https://izd-mn.com/>

**ДАННОЕ ИЗДАНИЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ
НА ЭЛЕКТРОННЫХ НОСИТЕЛЯХ**

