

ІІТМО

**И.В. Тимофеева, Е.А. Быковская,
А.И. Ермоченко, А.В. Асач**

ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



**Санкт-Петербург
2026**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО
по направлению подготовки 05.03.06, 27.03.05
в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования бакалавриата

ИТМО

Санкт-Петербург
2026

Основы концепции устойчивого развития / И.В. Тимофеева, Е.А. Быковская, А.И. Ермоченко [и др.]. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2026. – 201 с.

Рецензент: Тамбулатова Е.В., кандидат технических наук, декан факультета экотехнологий, Университета ИТМО.

Учебное пособие предназначено как для обучающихся любого уровня подготовки, так и для преподавателей, за счет того, что включает в себя теоретический блок и практикумы с подробным описанием их проведения и критериев оценивания. Особое внимание уделяется современным положениям концепции устойчивого развития, его целям и индикаторам. Содержание практикумов направлено на закрепление теоретического материала и формирование представления о возможности личного вклада в реализацию концепции и достижение целей устойчивого развития через профессиональную деятельность. Учебное пособие является междисциплинарным и может быть использовано студентами различных направлений подготовки, связанных с изучением концепции устойчивого развития и экологических трендов.

The logo of ITMO University, consisting of the letters 'ITMO' in a bold, black, sans-serif font. The letter 'I' is stylized with a small dot above it.

ИТМО (Санкт-Петербург) — национальный исследовательский университет, научно-образовательная корпорация. Альма-матер победителей международных соревнований по программированию. Приоритетные направления: IT и искусственный интеллект, фотоника, робототехника, квантовые коммуникации, трансляционная медицина, Life Sciences, Art&Science, Science Communication.

Лидер федеральной программы «Приоритет-2030», в рамках которой реализовывается программа «Университет открытого кода». С 2022 ИТМО работает в рамках новой модели развития — научно-образовательной корпорации. В ее основе академическая свобода, поддержка начинаний студентов и сотрудников, распределенная система управления, приверженность открытому коду, бизнес-подходы к организации работы. Образование в университете основано на выборе индивидуальной траектории для каждого студента.

ИТМО пять лет подряд — в сотне лучших в области Automation & Control (кибернетика) Шанхайского рейтинга. По версии SuperJob занимает первое место в Петербурге и второе в России по уровню зарплат выпускников в сфере IT. Университет в топе международных рейтингов среди российских вузов. Входит в топ-5 российских университетов по качеству приема на бюджетные места. Рекордсмен по поступлению олимпиадников в Петербурге. С 2019 года ИТМО самостоятельно присуждает ученые степени кандидата и доктора наук.

© Университет ИТМО, 2026

© И.В. Тимофеева, Е.А. Быковская, А.И. Ермоченко, А.В. Асач, 2026

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА.....	9
1.1 Устойчивое развитие	9
1.2 Предпосылки формирования Концепции устойчивого развития	11
1.3 Дефицит ресурсов	12
1.4 Развитие технологий и промышленности	12
1.5 «Молчаливая весна»	14
1.6 Римский клуб	16
1.7 Путь к Целям устойчивого развития.....	17
1.8 Основные риски для человечества	19
1.9 Глобальные вызовы	21
Практикум 1. Анализ причинно-следственных связей экологических проблем	22
Вопросы для самопроверки.....	28
2 СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ.....	29
2.1 Биоразнообразие.....	29
2.2 Видообразование.....	30
2.3 Вымирание	31
2.4 Современное состояние биоразнообразия.....	36
2.5 Сохранить, нельзя потерять	47
Практикум 2. Кейс «Земля леопарда».....	48
Вопросы для самопроверки.....	52
3 ООН И КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	53
3.1 Возникновение ООН.....	53
3.2 Структура ООН	54
3.3 Основные этапы формирования концепции устойчивого развития..	56
3.4 Основные положения «Повестки дня на XXI век».....	59
3.5 Международные документы по охране окружающей среды	62
Практикум 3. Деловая игра «Модель ООН»	65
Вопросы для самопроверки.....	71
4 ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	72

4.1 Цели устойчивого развития ООН.....	72
4.2 Личный вклад в достижение Целей устойчивого развития.....	85
Практикум 4. Сообщение по ЦУР/Конвенциям ООН/Нацпроектам.....	87
Вопросы для самопроверки.....	92
5 СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	92
5.1 Основные направления перехода России к устойчивому развития...	92
5.2 Принципы и методы достижения устойчивого развития в мировом сообществе	96
5.3 Социальные проекты и локальные инициативы устойчивого развития	99
5.4 Проекты, связанные с продовольственной безопасностью и сокращением пищевых потерь	102
5.6 Антропогенные причины экологического кризиса и возможности для позитивных изменений	108
Практикум 5. Проектная работа	111
Вопросы для самопроверки.....	117
6 ИНДИКАТОРЫ УР. ЭКОНОМИКА И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА.....	118
6.1 Устойчивое развитие как парадигма XXI века	118
6.2 Концепция зеленой экономики и ее ключевые компоненты.....	119
6.3 Валовой внутренний продукт как показатель экономического развития.....	121
6.4 Системы индикаторов устойчивого развития	123
6.5 Доклады Римскому клубу и концепции ресурсной эффективности	127
6.6 Общество потребления	129
6.7 Экономика и развитие общества	130
6.8 Трансформация долгосрочных социальных и экономических стратегий	131
6.9 Формирование рынка труда в сфере устойчивого развития	133
6.10 Системные причины экологического кризиса и провалы рынка...	135
6.11 Принцип экологической правды цен	136
6.12 Методы определения экономической ценности природных ресурсов и экосистемных услуг	138
Практикум 6. Дебаты по проблемам устойчивого развития	140
Вопросы для самопроверки.....	147
7 ESG И КОРПОРАТИВНОЕ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ	147

7.1 Консалтинг в области устойчивого развития и концепция ESG.....	147
7.2 Структура ESG: экологический, социальный и управленческий компоненты.....	149
7.3 ESG-повестка: факторы актуализации и стратегические преимущества внедрения	152
7.4 Основные тренды в области ESG	154
7.5 Форматы нефинансовой отчетности и международные стандарты раскрытия информации	156
7.6 Этапы внедрения практик устойчивого развития и подход к интеграции ESG в корпоративную стратегию	158
Практикум 7. Анализ ESG-рисков и возможностей компании	160
Вопросы для самопроверки.....	164
8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИЗ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	164
8.1 Природа как источник технологических решений. НБИК- конвергенция	164
8.2 История заимствований у природы: от шелка до бионического дизайна	166
8.3 Биомиметические наноматериалы и природные прототипы	169
8.4 Биомиметика в энергетике	172
8.5 Биомиметика в робототехнике	174
8.6 Биомиметика в медицине	176
Практикум 8. Энергетические расчеты автономной системы электроснабжения жилого дома на основе возобновляемых источников энергии.....	179
Вопросы для обсуждения	192
ПРИЛОЖЕНИЕ	193
Список литературы	195

ВВЕДЕНИЕ

Концепция устойчивого развития представляет собой современную модель развития, принятую мировым сообществом в ответ на системные кризисы, охватившие планету к концу XX – началу XXI веков. В течение долгого времени доминирующей парадигмой экономического роста оставалась максимизация прибыли при минимизации издержек без учета экологических и социальных последствий. Такой подход привел к серьезной деградации природных экосистем и социальной среды, проявившейся в глобальном изменении климата, истощении природных ресурсов, росте социального неравенства и других системных вызовах.

Концепция устойчивого развития (КУР) базируется на принципе неразрывной взаимосвязи трех сфер: экономической, социальной и экологической. Эта взаимозависимость означает, что устойчивое развитие возможно лишь при одновременном и сбалансированном развитии всех трех составляющих. В 2015 году ООН приняла программный документ «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», в которой определены 17 Целей устойчивого развития (ЦУР). Достижение этих целей создает основу для сохранения и улучшения качества жизни как нынешних, так и будущих поколений.

В российском контексте актуальность КУР особенно высока в связи с уникальными природно-климатическими условиями, обширными территориями, богатыми природными ресурсами и необходимостью диверсификации экономики. Россия уже столкнулась с очевидными последствиями глобального изменения климата: тающей вечной мерзлотой, увеличением частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, деградацией почв и загрязнением водных ресурсов. В то же время социальная сфера требует решения задач доступности качественного образования, здравоохранения и сокращения регионального неравенства.

В настоящем пособии излагается полная эволюция концепции устойчивого развития – от исторических предпосылок и формирования идеи в мировом сообществе до современного состояния и трендов. Рассматриваются все базовые принципы КУР, их взаимодействие и синергия, а также механизмы практической реализации на уровне государств, корпораций и локальных сообществ.

Пособие содержит восемь разделов, каждый из которых включает теоретическую часть, практикум с подробными рекомендациями по проведению и материалы для самостоятельной работы студентов. Практикумы построены на основе реальных кейсов и задач, которые авторы неоднократно апробировали в учебном процессе и при подготовке студенческих проектов для конкурсов научных работ. Большинство практических занятий представлены в формате групповой работы с элементами ролевых игр, что позволяет студентам закрепить

теоретические знания и развить навыки командной работы, критического мышления и принятия решений в условиях неопределенности.

Настоящее учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Концепция устойчивого развития», а также для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлениям 05.03.06, 18.04.02, 20.04.01, 27.04.05, чья профессиональная деятельность связана с устойчивым развитием и экологическим управлением. Материал в пособии направлен на формирование у обучающихся системных представлений об экономических, социальных и экологических аспектах устойчивого развития, инструментах его практической реализации на корпоративном и территориальном уровнях. Для обучающихся пособие представляет собой компактный, но исчерпывающий источник теоретических знаний, структурированных в логической последовательности и дополненных современными примерами.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- принципы и понятийный аппарат корпоративной экологической ответственности, в том числе в соответствии со стандартом ISO 26000 (ГОСТ Р ИСО 26000-2012);
- инструменты реализации корпоративной ответственности: ESG-стратегию, ESG-финансирование, проекты социального воздействия;
- концепцию экономики замкнутого цикла и особенности перехода от линейной экономической модели к модели замкнутого цикла
- международные экологические стандарты серии ISO, а также международные и российские нормативные акты в области экологической сертификации;
- понятия и принципы промышленного симбиоза как инструмента межотраслевого взаимодействия в рамках перехода к устойчивой экономической модели.

Уметь:

- применять знания о международных стандартах для организации и проведения экологической сертификации;
- формировать модель и разрабатывать предложения по сетевому взаимодействию между предприятиями в рамках промышленного симбиоза;
- адаптировать инструменты ответственного ведения бизнеса к задачам достижения ЦУР на уровне городов и территорий;
- разрабатывать и внедрять предложения по развитию корпоративной экологической ответственности;
- комплексно анализировать деятельность организации – от технологических процессов до экологических требований, инфраструктуры и социальной среды.

Владеть:

- навыком выбора и применения необходимых инструментов и технологий для решения задач устойчивого развития на корпоративном и территориальном уровнях.

Учебное пособие может использоваться в качестве основного учебно-методического ресурса при реализации дисциплины «Концепция устойчивого развития» в формате как контактной, так и самостоятельной работы обучающихся. Для преподавателя пособие служит базой для проведения лекционных и семинарских занятий: теоретические разделы могут быть положены в основу лекций и вводных мини-лекций на практических занятиях, а практикумы и кейсы – использоваться для групповой работы, ролевых игр и проектных заданий в аудитории. При планировании курса рекомендуется опираться на предложенные в пособии временные нормативы, схемы организации обсуждений и критерии оценивания, адаптируя их к формату очного, очно-дистанционного или онлайн-обучения.

Для обучающихся пособие предназначено как инструмент поэтапного освоения материала: теоретические главы используются для предварительной подготовки к занятиям, повторения и систематизации ключевых понятий, а практические задания и кейсы – для выполнения самостоятельной работы, подготовки эссе, презентаций и проектных работ. Рекомендуется до практического занятия знакомиться с соответствующим теоретическим разделом, конспектировать основные определения и подходы, а после занятия использовать вопросы для обсуждения и задания для самопроверки и рефлексии. Выполнение самостоятельных заданий, в том числе в малых группах, способствует развитию навыков критического мышления, работы с источниками, аргументации и применения принципов/основ концепции устойчивого развития к реальным ситуациям на уровне компаний, территорий и отраслей.

Авторы подтверждают, что при подготовке рукописи инструменты искусственного интеллекта использовались исключительно для литературного редактирования, проверки грамматики и коррекции стиля. Весь содержательный контент, логика изложения и научные выводы созданы автором самостоятельно.

1 БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Человек – биологический вид *Homo sapiens*, неотделимый от природы. Несмотря на города, технику и комфорт, мы не можем полностью отгородиться от окружающего мира. Наше воздействие на природу ощутимо везде: в почве, воде, воздухе. Микробы в теле, эпидемии вроде COVID показывают, как тесно человек вплетен в биологические циклы. С точки зрения экологии как науки человек действует как «экосистемный инженер» – меняет среду обитания, создавая новые условия для растений и животных. Только масштаб этих изменений беспрецедентен и часто необратим.

Отношения человека с природой менялись на протяжении тысячелетий. Сначала – страх перед стихией: молниями, наводнениями, лесными пожарами. Потом — победное освоение: леса в пашни, реки в плотины. Так возникло антропоцентрическое мировоззрение: природа – ресурс для человека, а он сам – центр и мера всех вещей.

До середины XX века, когда население планеты составляло около 2,5 млрд человек, экологические последствия антропоцентрического подхода оставались относительно локализованными. Однако экспоненциальный рост населения и индустриализация привели к глобализации экологических проблем. В середине XX века начинает формироваться философское течение экоцентризма, утверждающее, что природа обладает самостоятельной ценностью независимо от ее полезности для человека. В рамках этой парадигмы человек рассматривается не как венец природы, а как один из многих биологических видов, обладающих равным правом на существование в рамках биотического сообщества.

В 2006 году человечество достигло исторического рубежа: более 50 % населения планеты стало проживать в городских агломерациях. Согласно прогнозам, к 2050 году доля городского населения вырастет до 70 %, а к концу столетия может достичь 80–90 %.

Понимание механизмов взаимодействия человека и природы в условиях глобальной урбанизации становится критически важным для формирования устойчивого будущего человечества. Требуется развитие экологической сознательности и стремление к гармонии с окружающей средой для обеспечения благополучия нынешних и будущих поколений.

1.1 Устойчивое развитие

В 1960-е годы, когда противоречия между индустриальным ростом и деградацией природы стали очевидны, а общественность начала требовать перемен, зародилась концепция устойчивого развития. Эта идея должна была примирить экономику, социальную сферу и экологию.

В 1983 году ООН создаёт специальную комиссию по окружающей среде и развитию – так называемую комиссию Брундтланд (Рисунок 1.1). Ее возглавляла Гру Харлем Брундтланд, норвежский политический деятель и борец за экологическое благополучие. Главная цель – разработать принципы, по которым можно развиваться сегодня, не лишая будущего поколения шансов на достойную жизнь.



Рисунок 1.1 – Гру Харлем Брундтланд, норвежская активистка и политический деятель, глава Международной комиссии по окружающей среде и развитию при ООН

ENVIRONMENTAL HISTORY RESOURCES [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.eh-resources.org/tag/environmental-policy/> (дата обращения 25.03.2026).

Концепция устойчивого развития базируется на трех фундаментальных принципах, взаимодействие которых обеспечивает сбалансированное развитие общества.

Принцип учета потребностей. Экономическое и социальное развитие должно быть направлено на удовлетворение потребностей нынешнего поколения, при этом не ставя под угрозу возможность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Этот принцип требует отказа от краткосрочного потребительского подхода в пользу долгосрочного планирования с учетом интересов последующих поколений.

Принцип экологической ответственности. Необходимо обязательное учет воздействия на окружающую природную среду при принятии любых

решений в области социально-экономического развития. Экологическая ответственность предполагает оценку природных издержек деятельности, минимизацию негативного воздействия и компенсацию нанесенного ущерба.

Принцип глобальной перспективы. Проблемы устойчивого развития носят трансграничный характер и требуют международного сотрудничества и согласованных действий на глобальном уровне. Эффективное решение экологических и социальных вызовов возможно только при координации усилий всех государств и международных организаций.

Современное общество сталкивается с комплексом экологических и социальных проблем, требующих решительных действий для обеспечения безопасности и благополучия. Горизонт всех существующих международных программ по устойчивому развитию установлен на 2050 год, что делает эту тему особенно актуальной для студентов и будущих специалистов в области экологии, экономики и социального управления.

Концепция устойчивого развития получила официальное международное признание на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году. В рамках этой конференции была разработана «Повестка дня на XXI век» (Agenda 21) – комплексный документ, содержащий рекомендации для глав государств по переходу к устойчивому развитию и реализации соответствующей политики на национальном и локальном уровнях.

Российская Федерация подписала Федеральный закон о переходе к концепции устойчивого развития ООН в 1996 году, что подтверждает важность данного направления для страны и ее готовность к международному сотрудничеству в области реализации принципов устойчивого развития. Это правовое закрепление создало основу для разработки национальных стратегий и программ, интегрирующих экологические, социальные и экономические приоритеты развития российского общества.

1.2 Предпосылки формирования Концепции устойчивого развития

Концепция устойчивого развития оформилась лишь в середине XX века, однако интерес к проблемам истощения ресурсов и сохранения природы возникал гораздо раньше. Мыслители разных эпох отмечали связь между состоянием среды и благосостоянием общества, хотя их идеи редко опирались на систематические исследования.

В XVIII века английский мыслитель Джон Ивлин в трактате «Сильва, или Беседы о лесных насаждениях» предупреждал об исчезновении лесов в Англии и призывал к их восстановлению. Современная наука видит в этом раннее понимание экологических связей, хотя тогда не было данных о роли

лесов в круговороте веществ и климате. Исторический контекст важен: Ивлин опирался на прямые наблюдения, а не на эксперименты.

Ивлин по наблюдениям отмечал, что без лесов участились наводнения – это показывает роль деревьев в регулировании стока воды. Упоминал он и влияние леса на местный климат. В те времена, без удобрений и техники, вырубка означала неурожай и голод.

Современник Ивлины, немецкий философ Ганс Карл фон Карловиц, известный как «отец лесоводства», продолжил развитие этих идей. Он аргументированно обосновал необходимость восстановления лесных насаждений и подчеркнул важность рационального использования природных ресурсов. Его подход лег в основу лесного хозяйства Европы.

Ранние размышления о взаимодействии человека и природы уже в XVIII веке закладывали основы для концепции устойчивого развития. Эти идеи продолжают оставаться актуальными и в настоящее время, подчеркивая важность сохранения природных ресурсов и осознания их роли в жизни общества.

1.3 Дефицит ресурсов

В конце XVIII века английский экономист и демограф Томас Мальтус опубликовал «Опыт о законе народонаселения». В нём он впервые попытался количественно связать рост населения с возможностями производства пищи. Эти идеи стали отправной точкой для размышлений о пределах ресурсов. Мальтус писал, что медицина и гигиена снижают смертность, люди живут дольше, рождаемость растёт. Население увеличивается в геометрической прогрессии, а еда – лишь в арифметической. Рано или поздно еды не хватит, начнётся голод.

В XIX веке его прогнозы сбывались: неурожаи, голодовки в Ирландии, Индии. Только внедрение удобрений и селекция в XX веке отодвинули проблему. Мальтус напоминал, что ресурсы земли конечны, а аппетит человечества безграничен.

Несмотря на то, что некоторые предсказания Мальтуса не оправдались благодаря технологическому прогрессу, его идеи о конкуренции за ограниченные ресурсы и принципиальной ограниченности природных богатств сохраняют актуальность в контексте современных исследований устойчивого развития. Теория Мальтуса остается важной вехой в истории экологической мысли и продолжает служить отправной точкой для анализа взаимоотношений между демографическими процессами и ресурсным потенциалом планеты.

1.4 Развитие технологий и промышленности

Индустриализация XX в. перевернула общество и экономику. После Второй мировой войны в США и Европе начался бум: конвейеры, массовое производство, рост благосостояния. Люди покупали машины,

холодильники, телевизоры – родилось потребительское общество. Один из ключевых идеологов этого периода – Виктор Лебон. Он отстаивал курс на рост производства товаров широкого потребления. В итоге рынок заполнился новинками, но выросли отходы — и на заводах, и в домах. Промышленность «пожирала» ресурсы, природа не успевала их возобновлять.

Индустриализация и улучшение качества жизни вызвали демографический взрыв: за несколько десятилетий население Земли увеличилось более чем на миллиард человек (Рисунок 1.2). Это создало серьезное давление на продовольственные системы и потребовало масштабной модернизации сельского хозяйства. Для обеспечения продовольственной безопасности потребовалось освоение новых земельных площадей, внедрение интенсивных технологий и химических средств защиты растений.

РОСТ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМЛИ (МЛРД ЧЕЛ.)

ИСТОЧНИК: UN WORLD POPULATION PROSPECTS 2022.

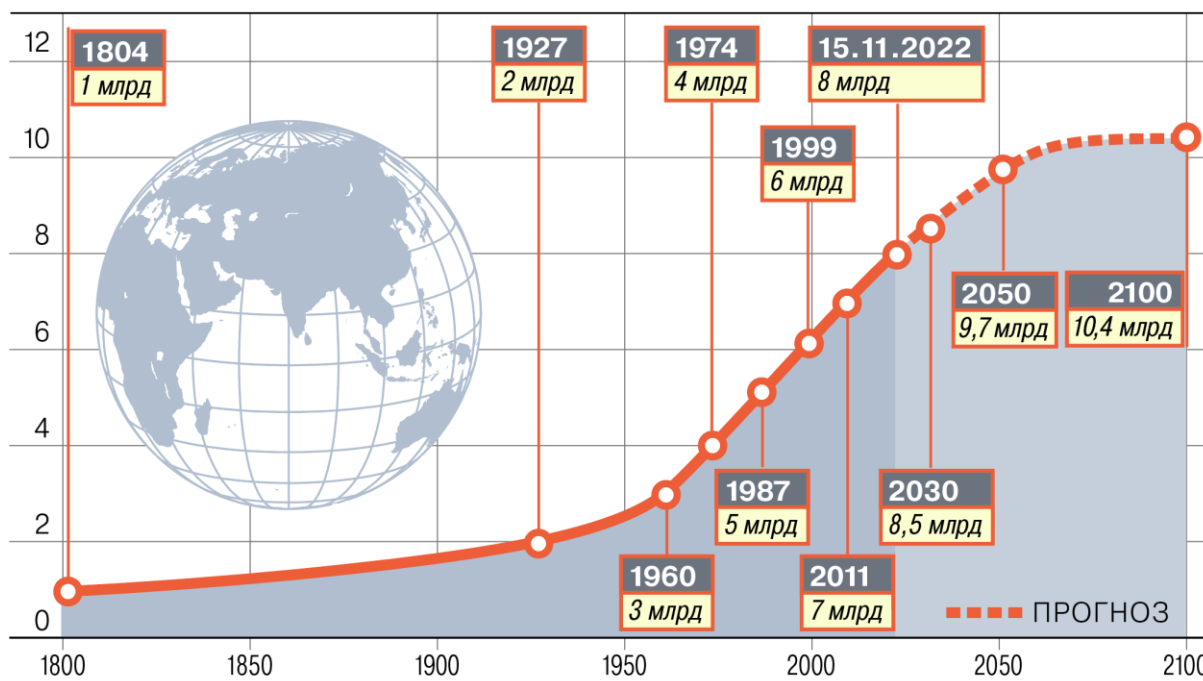


Рисунок 1.2 – Рост народонаселения

Сайт ООН [Электронный ресурс]. – 2026. –URL:

https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf (дата обращения 25.03.2026).

Применение пестицидов в середине XX века стало ответом на необходимость повышения урожайности при интенсификации земледелия. Химические средства защиты растений (ДДТ, 2,4-Д, паратион) обеспечили рост продуктивности на 50–200 %, но вызвали ряд негативных последствий. Наблюдались резкое снижение биоразнообразия (гибели энтомофауны, птиц), накопление стойких органических загрязнителей

в трофических цепях, загрязнение поверхностных и подземных вод. Формирование популяций устойчивых к пестицидам вредителей потребовало увеличения дозировок и частоты обработок.

Анализ индустриального периода выявляет причинно-следственные связи между ускоренными темпами экономического роста, демографической экспансией и деградацией природных систем. Осознание этих взаимосвязей лежит в основе концепции устойчивого развития как стратегии балансировки экономических, социальных и экологических приоритетов.

1.5 «Молчаливая весна»

В середине XX в. американский биолог Рейчел Карсон провела исследования влияния пестицидов на природу и здоровье (Рис. 1.3). Главный труд – книга «Молчаливая весна» (1962 г.), переведенная на русский и многие другие языки. Работа стала толчком для экологического движения.



Рисунок 1.3 – Рейчел Карсон, ученый, деятельница в сфере охраны природы, писательница

Dunn, R. In retrospect: Silent Spring. Nature 485, 578–579 (2012). <https://doi.org/10.1038/485578a>

Карсон показала, что ряд пестицидов, накапливаются в почве, растениях, воде. Через пищевые цепи попадают в организмы животных и человека. Вызывают рак, нарушают размножение птиц.

Особое внимание Карсон уделила диоксидинилдихлордифенилтрихлорэтану (ДДТ) как одному из наиболее опасных хлорорганических пестицидов. Она показала, что ДДТ оказывает негативное влияние на птиц, в частности приводит к истончению скорлупы яиц, что вызывает снижение выживаемости потомства. Высокая растворимость ДДТ в жирах и низкая растворимость в воде обуславливают его способность к биоаккумуляции в жировой ткани и биомагнификации по пищевым цепям.

На основании накопленных научных данных Карсон выступала за ограничение и последующий запрет использования наиболее опасных пестицидов, в том числе ДДТ, на законодательном уровне. Масштаб распространения этого вещества иллюстрируется фактами обнаружения его следов даже в отдаленных регионах планеты, включая Антарктику, что подчеркивает глобальный характер проблемы химического загрязнения окружающей среды.

В 1968 году американский биолог-эколог Пол Эрлих (Рисунок 1.4) опубликовал книгу «Бомба перенаселения», в которой развил идеи Томаса Мальтуса в контексте современной ему демографической ситуации. Эрлих аргументированно показал, что даже несмотря на достижения агротехнологий, ресурсный потенциал планеты имеет объективные пределы. Он предупреждал о возможном наступлении критической точки, когда естественные механизмы регуляции численности населения – эпидемии, внутривидовая конкуренция за ресурсы и деградация среды обитания – начнут доминировать над технологическими решениями.



Рисунок 1.4 – Эрлих Пол Ральф, биолог, эколог, член Лондонского королевского общества

СМИ The Conversation [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://theconversation.com/topics/famine-1100> (дата обращения 25.03.2026).

В 1960-е гг. наблюдается активизация экологических исследований и рост общественной активности. Молодёжные движения требовали от властей США конкретных мер – снижения содержания тетраэтилсвинца в бензине, запрета ДДТ и хлорорганических пестицидов, ограничения вырубки лесов.

Труды Рейчел Карсон и Пола Эрлиха положили начало институционализации экологии как науки и сформировали общественное экологическое сознание. Их работы привлекли внимание научного сообщества и широкой общественности к масштабным экологическим проблемам, а также способствовали развитию экологического движения, создав правовую и научную основу для современной экологической политики.

1.6 Римский клуб

В конце 1960-х годов возникла международная общественная организация «Римский клуб» – объединение политиков, ученых и предпринимателей, целью которого стал анализ глобальных проблем и прогнозирование долгосрочных тенденций развития человечества (Рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Встреча Римского клуба

СМИ Ends Europe [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.endseurope.com/article/1756601/in-depth-limits-growth-%E2%80%93-50-years-on-learn> (дата обращения 25.03.2026).

Организация была создана как площадка для дискуссий и моделирования процессов, способных повлиять на будущее планеты. Члены клуба инициировали разработку научных моделей, позволяющих оценить перспективы социально-экономического и экологического развития. Первые отчеты «Римского клуба» появились в начале 1970-х

годов. Наиболее известным стал отчет «Пределы роста», подготовленный Донеллой Медоуз, Дэннисом Медоузом и их командой в 1972 году.

Отчет содержит комплексный анализ пяти основных сценариев будущего, учитывающих ключевые социально-экономические и экологические риски. Важно отметить, что ни один из сценариев не предвещал «конца цивилизации» или «вымирания человечества». Даже в самом неблагоприятном сценарии прогнозировался рост материального благосостояния вплоть до 2015 года, а снижение среднего уровня жизни ожидалось начиная с 2020-х годов.

Моделирование основывалось на девяти ключевых переменных: невозобновляемые ресурсы, капитал промышленности, сельского хозяйства, сферы услуг, свободная земля, пашни, городская и промышленная земля, стойкие загрязнители, население. Переменные связаны системой из 16 нелинейных дифференциальных уравнений. В расчётах применено более 30 параметров.

Базовый сценарий и 4 альтернативы показали кризис. Население могло достичь 10–11 млрд чел., затем упасть до 1–3 млрд при обвале экономики и экологии. Два благоприятных сценария не реализовались: первый – после 6 млрд в 2000-х, второй – после 8 млрд. В 2004 г. Д. Медоуз и соавторы опубликовали «Пределы роста: 30 лет спустя». Сценарии пересчитаны и подтверждены. Один оптимальный остаётся возможным при населении 8–9 млрд и развитии технологий.

Современные демографические тенденции демонстрируют замедление роста численности населения Земли. Наблюдается начало второго демографического перехода: население получает более длительное образование, стремится к карьерному росту и откладывает создание семьи, предпочитая качество потомства количеству. Это явление может оказать значительное влияние на дальнейшее развитие социально-экономических процессов. Студенты увидят процесс на практике.

1.7 Путь к целям устойчивого развития

Население Земли превысило 8 млрд чел. (2022 г.). Рост замедлился, но потребности в энергии, пище, рабочих местах увеличиваются.

В 2000 году на международном уровне были разработаны 8 целей развития тысячелетия (ЦРТ) – восемь глобальных задач, направленных на борьбу с нищетой, обеспечение всеобщего начального образования, снижение детской смертности, улучшение материнского здоровья, противодействие ВИЧ/СПИДу и другим болезням, охрану окружающей среды и создание глобального партнерства в интересах развития. К 2015 году, к завершению срока действия ЦРТ, стало очевидно, что, хотя значительный прогресс был достигнут, многие цели выполнены не полностью, а сами задачи не содержали четких количественных индикаторов для оценки результатов (Рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Цели развития тысячелетия

В ответ на эти вызовы в 2015 году ООН представила новую инициативу – Цели устойчивого развития (ЦУР), включающую 17 взаимосвязанных глобальных целей (Рисунок 1.7). Они охватывают широкий спектр проблем: от ликвидации нищеты и голода до обеспечения качественного здравоохранения и образования.



Рисунок 1.7 – Цели в области устойчивого развития

Среди ЦУР особое значение придается качественному образованию, которое включает базовую грамотность, формирование критического мышления, практических навыков и способности анализировать сложную информацию. Акцент на естественные науки и технологии обусловлен созданием инноваций, способных решать проблемы продовольственной безопасности и здравоохранения.

Одна из ключевых целей – создание устойчивых городов. В ближайшие десятилетия большинство населения планеты будет

проживать в мегаполисах, которые занимают около 3 % суши. Урбанизация усиливает климатические риски: формирование тепловых островов в городах повышает температуру по сравнению с окружающими территориями, что увеличивает нагрузку на сердечно-сосудистую систему населения.

Ответственное потребление и производство (ЦУР 12) – подчеркивает важность учета жизненного цикла товаров и услуг для минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Цели, касающиеся климатических изменений, сохранения морских и наземных экосистем, а также биоразнообразия, являются важными для поддержания устойчивости экосистем и благополучия будущих поколений.

Шестнадцатая цель направлена на создание мирных и инклюзивных обществ при эффективных и подотчетных институтах, а семнадцатая подчеркивает необходимость глобального партнерства для достижения всех целей. Россия выделяет экологические цели как приоритетные, одновременно стремясь к снижению социального неравенства и укреплению эффективных институтов. Решение глобальных проблем должно основываться на диалоге и дипломатических механизмах. Понимание ЦУР и их интеграция в социально-экономическую политику являются необходимыми условиями для обеспечения устойчивого будущего человечества.

1.8 Основные риски для человечества

Согласно ежегодному отчету Всемирного экономического форума, климатические проблемы остаются одними из основных рисков для человечества на ближайшие десять лет. К числу наиболее острых вопросов относятся экстремальные погодные явления, недостаточная адаптация к новым климатическим вызовам и потеря биоразнообразия (Рисунок 1.8).

Распространено заблуждение, что изменение климата происходит равномерно и приведет лишь к плавному «потеплению», в результате которого, например, в Санкт-Петербурге можно будет выращивать субтропические культуры (например мандарины), а нефтяная отрасль выиграет от таяния арктических льдов. В действительности потепление сопровождается повышением уровня моря и риском затопления прибрежных территорий, а также трансформацией мировой энергетики, что ставит под вопрос долгосрочную востребованность ископаемого топлива как основы экономики.

С точки зрения палеоклимата Земля находится в межледниковой фазе, однако антропогенная деятельность существенно ускоряет потепление. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) указывает, что вклад человека в современное глобальное изменение климата является значительным и продолжается по нарастающей; одним

из основных проявлений этого процесса является рост частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений.

Повышение температуры поверхностных вод океана усиливает испарение, что приводит к увеличению переноса влаги на континенты. В одних регионах это выражается в росте количества осадков, усилении наводнений и паводков, в других – в формировании продолжительных периодов засухи и повышении риска природных пожаров. Так, в 2021 году лесные пожары в Якутии стали одними из крупнейших за всю историю инструментальных наблюдений по площади и интенсивности горения, дым от которых достиг даже высоких широт Арктики.



Рисунок 1.8 – Глобальные риски в перспективе 2 года и 10 лет, Всемирный экономический форум 2025-2026

Платформа We Forum [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/> (дата обращения 25.03.2026).

Климатическая система обладает инерционностью, поэтому ее реакция на внешние воздействия проявляется с задержкой. Процессы, наблюдаемые в настоящее время, во многом связаны с выбросами парниковых газов и изменениями землепользования, имевшими место десятилетия назад. При горении лесов высвобождается углерод, накапливавшийся в биомассе и почвах на протяжении сотен лет, что дополнительно усиливает парниковый эффект и создает предпосылки для дальнейшего увеличения частоты и масштабов пожаров.

По данным Всемирной метеорологической организации, рекордно высокие температуры в различные годы фиксируются все чаще, что свидетельствует о смещении климатической нормы и необходимости пересмотра критериев, используемых для определения температурных аномалий. Фактически то, что ранее относилось к «аномально жаркой» погоде, становится новой климатической реальностью.

Потеря биоразнообразия представляет собой еще один ключевой аспект глобального экологического кризиса. Все больше исследователей говорят о том, что современный период можно рассматривать как этап шестого массового вымирания видов в истории Земли. Для сравнения: пермское массовое вымирание привело к исчезновению до 95 % морских и наземных видов, существовавших в то время.

Амфибии – наиболее уязвимая группа позвоночных. По данным МСОП (2022 г.), под угрозой исчезновения 41 % видов земноводных. На эти виды одновременно воздействуют вырубка лесов, загрязнение водоемов, заболевания и изменения климата, включая учащение засух и изменение режима осадков.

Изменение климата оказывает влияние и на распространение инфекционных заболеваний. Расширяются ареалы комаров, клещей, патогенов. Экстремальная погода «бьет» по водоснабжению, канализации. Туберкулез растёт из-за миграций, голода, перегрузки больниц. Аналогичным образом климатические изменения и экстремальная погода осложняют борьбу с полиомиелитом и другими кишечными инфекциями, прежде всего в странах, пострадавших от конфликтов и гуманитарных кризисов, где нарушены санитарные нормы, затруднен доступ к чистой воде и снижен охват вакцинацией.

1.9 Глобальные вызовы

Голод, болезни и вооруженные конфликты представляют собой серьезные угрозы для человечества. Согласно концепции пределов роста, разработанной в рамках моделей «Римского клуба», полное вымирание человечества представляется маловероятным сценарием. Даже в условиях глубокого системного кризиса сохранение части населения и последующее восстановление цивилизации является более вероятным исходом, чем полное исчезновение вида.

По данным доклада Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО, англ. Food and Agriculture Organization, FAO) за 2025 год, число людей, страдающих от недоедания, составляет 673 миллиона при общей численности населения планеты около 8,26 миллиарда человек. Это подчеркивает необходимость активных действий по обеспечению продовольственной безопасности и устранению системных причин голода. В то же время, по оценкам Организации Объединенных Наций, в 2025 году 808 миллионов человек живут за чертой крайней бедности, что также требует пристального внимания со стороны международного сообщества и национальных правительств.

По данным Института исследования мира (Prio) и Универсальной программы данных по конфликтам (UCDP), в 2024 году в мире насчитывался 61 активный вооруженный конфликт в 36 странах, что является рекордным показателем за последние семьдесят лет. Важно понимать, что войны и вооруженные конфликты не являются эффективным

механизмом регулирования численности населения планеты. Вместо этого в международной политике наблюдается общий тренд на гуманизацию – стремление к защите прав человека и улучшению условий жизни населения.

Развитие технологий и инноваций является ключевым фактором в решении глобальных проблем. При обсуждении вопросов демографической политики и регулирования роста численности населения важно сохранять баланс между необходимостью долгосрочной устойчивости и признанием ценности каждого человека. Потенциал человеческого капитала как движущей силы прогресса и инноваций является важнейшим ресурсом для преодоления современных вызовов.

Практикум 1. Анализ причинно-следственных связей экологических проблем

Цель практического занятия. Формирование у студентов понимания масштабов и многофакторности экологических проблем, а также развитие навыков применения диаграммы Исикавы для выявления и систематизации причинно-следственных связей.

Ключевые вопросы для изучения:

- Определение и классификация экологических проблем.
- Масштабы экологических проблем (локальные, региональные, глобальные).
- Причинно-следственные связи в системах окружающей среды.
- Методология диаграммы Исикавы и ее применение.

План занятия (90 минут).

Этап 1. Введение в экологические проблемы (10 минут).

Вводная дискуссия. Обсуждение следующих вопросов:

- Что понимается под термином «экологическая проблема»?
- Какие экологические проблемы известны обучающимся?
- Чем отличается экологическая проблема от экологической ситуации?

Примечание для преподавателя: направить обсуждение в сторону практических примеров, известных студентам из личного опыта, медиа или учебного материала. Стимулировать активное участие.

Этап 2. Теоретический блок. Классификация экологических проблем (10 минут).

Экологической проблемой называют экологическую ситуацию, которая, с точки зрения человека, требует улучшения или предотвращения негативных последствий.

Классификация по происхождению.

Природные экологические проблемы – проблемы, обусловленные естественными процессами изменения климата, почвенного покрова,

гидрологического режима и других природных явлений, независимо от человеческой деятельности.

Антропогенные экологические проблемы – последствия, возникающие в компонентах биосферы в результате хозяйственной и иной деятельности человека.

Классификация по пространственному масштабу.

Глобальные экологические проблемы – проблемы, охватывающие всю биосферу в целом или большинство ее регионов. Примеры: изменение климата, истощение озонового слоя, трансграничное загрязнение атмосферы, уменьшение биоразнообразия на планетарном уровне.

Региональные экологические проблемы – проблемы, ограниченные крупными географическими территориями (несколько стран, физико-географический регион). Примеры: кислотные дожди в Европе, деградация земель в Сахеле, загрязнение Балтийского моря.

Локальные (местные) экологические проблемы – проблемы, ограниченные конкретной территорией (город, район, отдельный водоем, экосистема). Примеры: загрязнение атмосферного воздуха городом из-за деятельности конкретного предприятия, утилизация твердых отходов в муниципальном образовании, загрязнение локального водного источника. Примеры экологических проблем по их масштабу приведены на рисунках 1.9. и 1.10.



Рисунок 1.9 – Локальная экологическая проблема – Замор рыбы в реке Северная Двина (г. Архангельск). Лето 2022 г.

СМИ 29.ru Архангельск онлайн [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://29.ru/text/ecology/2022/07/28/71524856/> (дата обращения 25.03.2026).

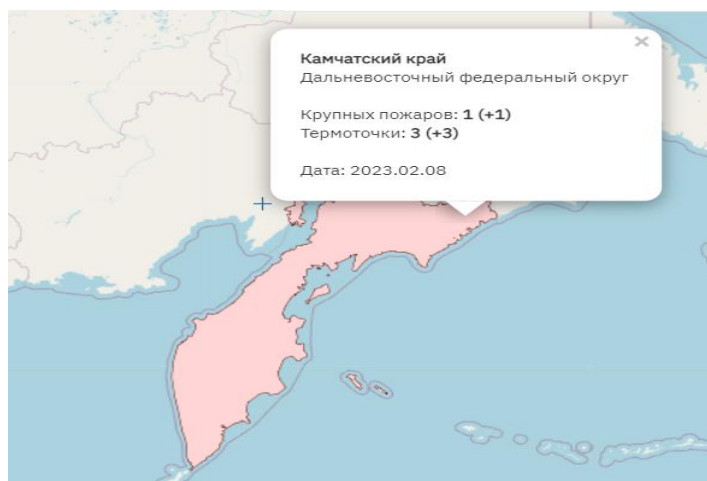


Рисунок 1.10 – Региональная экологическая проблема – Пожары в Камчатском крае. Февраль 2023

Этап 3. Упражнение по определению масштабов экологических проблем (5 минут).

Интерактивное задание. Обучающиеся должны распределить предложенные примеры экологических проблем в соответствии с их масштабом. Каждый ответ кратко обосновывается (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Пример упражнения (с ответами)

Экологическая проблема	Масштаб	Обоснование
Последствия аварии на Чернобыльской АЭС	Региональный	Радиоактивное загрязнение затронуло территории Украины, Беларуси и части России
Усиление парникового эффекта	Глобальный	Охватывает климатическую систему планеты в целом
Проблемы утилизации твердых отходов в Санкт-Петербурге	Локальный	Ограничена административными границами города
Истощение озонового слоя	Глобальный	Затрагивает защиту биосферы планеты от УФ-излучения
Деградация и опустынивание Аральского моря	Региональный	Захватывает трансграничные территории Казахстана и Узбекистана
Лесные пожары в Якутии	Локальный/ Региональный	Ограничены территорией республики, хотя дым может распространяться на соседние регионы
Проблема кислотных дождей	Локальный/ Региональный	Обусловлены локальными выбросами SO ₂ и NO _x , но могут трансформироваться в региональную проблему

Методические рекомендации для преподавателя: обсудить, как один и тот же процесс может иметь разные масштабы в зависимости от контекста. Использовать это как отправную точку для разговора о взаимосвязи локальных и глобальных проблем.

Этап 4. Теоретический блок. Причинно-следственные связи и диаграмма Исикавы (15 минут).

Причинно-следственная связь – это связь между явлениями или событиями, при которой одно явление (причина) при наличии определенных условий порождает другое явление (следствие).

В экологии причинно-следственные связи часто сложны и многоуровневы. Анализ таких связей позволяет:

- выявить коренные причины проблемы, а не ее симптомы;
- разработать эффективные решения, направленные на устранение причин, а не последствий;
- предотвратить рецидив проблемы.

Диаграмма Исикавы – это графический инструмент для исследования и систематизации причинно-следственных связей, позволяющий визуализировать все потенциальные причины, влияющие на определенную проблему или явление (Рисунок 1.11).

Инструмент был предложен японским инженером и ученым Каору Исикавой в 1952 году как способ повышения качества управления и анализа проблем в промышленности. Диаграмма включена в список семи основных статистических инструментов качества и остается актуальным методом анализа в различных областях деятельности. Для унификации и ускорения анализа в международной практике используется стандартный набор из шести категорий факторов:

Man (Люди) – персонал, компетенции, подготовка, организационные вопросы, поведение человека.

Machine (Оборудование) – техническое оснащение, способность оборудования, технологические параметры

Material (Материалы) – сырье, химические вещества, их качество и характеристики

Method (Методы) – процедуры, технологические процессы, рабочие инструкции, методология

Measurement (Измерения) – способы и точность контроля, методики оценки, мониторинг

Mother Nature (Окружающая среда) – природные условия, климат, физико-географические факторы

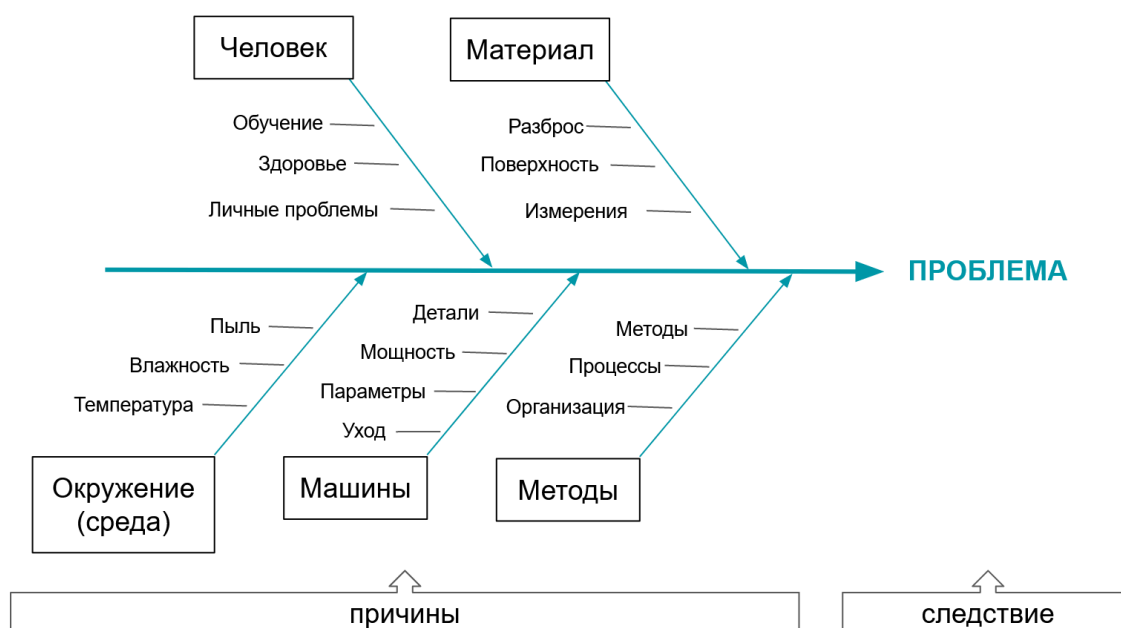


Рисунок 1.11 – Диаграмма Исикавы

Примечание для преподавателя: при анализе конкретной экологической проблемы не обязательно использовать все шесть факторов. Следует отбирать только релевантные для данной ситуации категории. Например, для анализа загрязнения воздуха ключевыми будут факторы «Люди», «Оборудование», «Методы» и «Окружающая среда», тогда как «Материалы» и «Измерения» могут быть менее значимыми.

Этап 5. Групповое практическое задание (20 минут).

Организация работы.

Студенты распределяются на команды по 5-6 человек. Каждой команде предлагается выбрать одну из предложенных экологических проблем для анализа (см. список ниже).

Порядок выполнения задания:

1. Формулирование проблемы (1 минута). Дать точное определение экологической проблемы, записать ее в «головную часть» диаграммы. Проблема должна быть сформулирована конкретно (например, не «загрязнение воздуха в городе», а «превышение концентрации частиц PM_{2,5} в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга выше норматива ПДК»).
2. Определение основных факторов (2 минуты). На основе шести категорий 6М (или их модификации) определить, какие факторы влияют на данную проблему. Расположить основные категории факторов в виде «костей» диаграммы.
3. Мозговой штурм – выявление детальных причин (5-7 минут). Для каждого основного фактора определить конкретные причины и подпричины. Записать их на диаграмме, группируя по сложности

влияния. Ближе к «голове» (проблеме) расположить причины с наибольшим значением.

4. Анализ и обсуждение (3-4 минуты). Обсудить в команде:
 - Какие причины являются коренными (первопричинами)?
 - Какие причины повторяются в нескольких категориях?
 - Какие причины можно устранить, а какие – только минимизировать?
5. Разработка плана действий (2-3 минуты). Предложить конкретные меры по устранению выявленных коренных причин или снижению их влияния.

Примеры экологических проблем для анализа:

- Загрязнение атмосферного воздуха в промышленном городе (Тольятти, Магнитогорск и пр.).
- Загрязнение питьевой воды в регионе с интенсивным сельскохозяйственным производством (Краснодарский край) или промышленностью (Красноярск).
- Деградация и высыхание речных экосистем (обмеление Волги, Дона, рек Европейской России).
- Проблемы утилизации твердых бытовых отходов в крупном городе (Санкт-Петербург, Москва).
- Опустынивание и деградация земель в Аральском регионе.
- Лесные пожары в лесостепных регионах (Якутия, Амурская область).
- Кислотные дожди в районах крупных промышленных центров (Норильск, Красноярск).
- Эвтрофикация внутренних водоемов и прибрежных морских зон.

Материально-техническое обеспечение: Листы ватмана или миллиметровой бумаги, маркеры, цветные карандаши для каждой команды. Опционально: компьютер с программой для создания диаграмм (Lucidchart, Draw.io, Microsoft Visio) для цифровой презентации.

Этап 6. Представление результатов (7-10 минут).

Каждая команда кратко (не более 3-5 минут) представляет свою диаграмму Исикавы и основные выводы:

- формулировка выбранной проблемы;
- основные категории факторов и выявленные причины;
- предложенные меры по решению проблемы.

Таблица 1.2 – Чек-лист оценивания

Критерий	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Формулировка экологической проблемы. Проблема сформулирована конкретно (указаны объект,	1	2

Критерий	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
территория, характер явления); верно определен масштаб (локальный / региональный / глобальный) с обоснованием		
Построение диаграммы Исикавы. Выделены релевантные категории факторов (≥ 4 из модели 6М); диаграмма оформлена графически верно («хребет», «кости» подписаны); структура логична и читаема	1	2
Глубина анализа причин и подпричин. Для каждой категории выявлены конкретные причины (≥ 2); присутствует детализация до подпричин (2–3 уровень); коренные причины четко отделены от вторичных	1	2
Разработка мер по устранению причин. Предложены конкретные меры (≥ 3), логически связанные с коренными причинами; меры дифференцированы (технические, организационные, нормативные) и реалистичны	1	2
Представление и защита результатов. Доклад структурирован, уложен в регламент (3–5 мин); последовательно представлены: проблема → факторы → причины → меры; команда аргументированно отвечает на вопросы	1	2
Итого:	5	10

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается отличие антропоцентрического и экоцентрического мировоззрений, и как они влияют на отношения человека и природы?
2. Как Международная комиссия по окружающей среде и развитию (комиссия Брундтланд) способствовала формированию концепции устойчивого развития?
3. Перечислите три фундаментальных принципа концепции устойчивого развития и кратко охарактеризуйте каждый из них.
4. Как индустриализация и формирование потребительского общества в XX веке повлияли на состояние окружающей среды и использование природных ресурсов?

5. Каковы основные выводы Рейчел Карсон в книге «Молчаливая весна» относительно воздействия пестицидов на экосистемы и здоровье человека?
6. Какую роль сыграли отчеты Римского клуба, прежде всего «Пределы роста», в осознании глобальных ограничений роста и формировании сценариев будущего человечества?
7. Чем ЦУР принципиально отличаются от Целей развития тысячелетия (ЦРТ), и какие направления (например, образование, устойчивые города, ответственное потребление) выделяются в ЦУР?
8. Какие глобальные экологические и социальные риски для человечества выделяются в главе, и почему изменение климата и потеря биоразнообразия рассматриваются как ключевые угрозы будущему развитию?
9. Когда была принята концепция устойчивого развития на законодательном уровне?
10. Что такое экологические проблемы, и какие они бывают? (приведите примеры).

2 СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

2.1 Биоразнообразие

Биоразнообразие – фундаментальное понятие биологии, отражающее всю совокупность проявлений жизни на Земле и служащее индикатором сложности биологических систем. Это понятие включает три взаимосвязанных уровня: генетическое разнообразие, разнообразие видов и разнообразие экосистем.

Генетическое разнообразие представляет собой вариации генов внутри популяций одного вида. Снижение этого разнообразия приводит к критическим последствиям: популяция переходит в состояние «бутылочного горлышка», когда ограниченный набор генов не позволяет ей адаптироваться к изменениям окружающей среды. В такой ситуации даже незначительные изменения условий могут стать причиной вымирания.

Разнообразие видов животных и растений на планете, а также их популяций, формирует второй уровень. Исчезновение отдельных видов или популяций из экосистемы запускает цепную реакцию перестройки взаимосвязей между организмами. В результате страдают другие компоненты экосистемы, что угрожает ее стабильности и способности выполнять экологические функции.

Разнообразие мест обитания – третий уровень биоразнообразия. Без сохранения разнообразия сред обитания невозможно поддержание видов в их естественной среде. При деградации или вовсе исчезновении природных сред обитания виды могут существовать только в искусственных условиях (например заповедники или зоопарки), что не обеспечивает их долгосрочное выживание и эволюционное развитие.

2.2 Видообразование

Видообразование – появление новых видов и их развитие. Процесс компенсирует вымирания, заполняет ниши. Дарвин считал его медленным, незаметным при жизни. Современные исследования показывают, что эволюционные изменения могут протекать значительно быстрее, особенно в условиях интенсивного антропогенного воздействия на среду обитания.

Например, морфотип комаров *Culex pipiens molestus*, обитающий в подвалах и метро, подтверждает эту возможность. Исследования, проведенные в лондонском метрополитене, выявили значительные генетические различия между популяциями, обитающими на разных линиях. Самки этого подвида могут откладывать яйца без потребления крови, но при доступе к дополнительным пищевым ресурсам (например, сахарам, содержащимся в органических отходах) их потомство становится более многочисленным и жизнеспособным.

Также, городские популяции черных дроздов (*Turdus merula*) демонстрируют отчетливые отличия от лесных популяций. У городских птиц наблюдается укорочение крыльев и клювов – генетически закрепленные признаки, сформировавшиеся в результате адаптации к условиям городской среды.

Исследования полового отбора у больших синиц (*Parus major*) показали, что самки предпочитают самцов с менее выраженной агрессией и меньшей площадью черного пятна на груди. Это связано с тем, что в условиях городской среды высокая агрессивность и большое пятно, сигнализирующее о доминантности, не коррелируют с эффективностью добычи пищи для потомства. Вместо этого самки выбирают самцов, способных совместно решать задачи выживания в измененной среде.

На рисунке 2.1 представлены четыре основных сценария, по которым может протекать видообразование, каждый из которых имеет свои механизмы и условия реализации.



Рисунок 2.1 – Пути видообразования

Аллопатрическое видообразование характеризуется наличием географического барьера (горной цепи, реки, водного пространства),

который разделяет популяции одного вида. Перипатрическое видообразование возникает при перемещении небольшой части популяции в новую экологическую нишу на периферии основного ареала. Измененные условия отбора могут привести к образованию нового вида. Парapatрическое видообразование включает постепенное перетекание популяций в сопряженные, но отличные по условиям ниши и постепенное расширение границ ареала. Генетический обмен между популяциями ограничен, что способствует дифференциации видов. Симпатрическое видообразование происходит внутри одной популяции без географической изоляции. Резкие изменения окружающей среды или появление новых экологических возможностей могут вызвать закрепление случайных мутаций, которые оказываются адаптивными в новых условиях.

Понимание механизмов видообразования необходимо для осознания динамики экосистем и эволюционных изменений в природе. Это знание позволяет оценивать способность видов адаптироваться к антропогенным изменениям и прогнозировать последствия для биологического разнообразия планеты.

2.3 Вымирание

Вымирание – обратный процесс видообразования и имеет значительное значение для понимания экосистем и их динамики. Одним из наиболее известных событий в истории Земли является массовое вымирание, произошедшее около 65 миллионов лет назад, вызванное падением метеорита. Однако это не самое массовое вымирание в истории, хотя оно и входит в пятерку так называемых «Великих вымираний». Самым масштабным из них стало пермское вымирание, в ходе которого исчезло около 95 % всех видов организмов, что было вызвано резкими изменениями климата. Пермский период получил свое название от региона Пермь, где были сделаны значимые открытия и описаны многочисленные организмы, обитавшие в это время.

В настоящее время научное сообщество констатирует, что человечество переживает начало шестого массового вымирания. По оценкам ученых, интенсивность современного вымирания сопоставима с последствиями падения крупного космического тела. Согласно данным Международного союза охраны природы (IUCN), более 44 тысяч оцененных видов находятся под угрозой исчезновения, а в Красных списках оценено более 150 тысяч видов. Оценки Межправительственной научно-политической платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам (IPBES) указывают, что до 1 миллиона видов животных и растений может находиться под угрозой вымирания в ближайшие десятилетия. Из оцененных видов под угрозой находятся 41 % земноводных, 27 % млекопитающих, 13 % птиц, 37 % хрящевых рыб, 36 % кораллов

и 21 % рептилий. Многие из этих видов не успеют адаптироваться к столь стремительным изменениям окружающей среды.

Среди наиболее уязвимых групп можно выделить хвойные породы деревьев, которые страдают от воздействия кислотных осадков, содержащих оксиды серы и азота. Птицы пострадали массово в эпоху великих географических открытий и викторианскую эпоху из-за интенсивной охоты и моды на их перья для украшений. Насекомые (например, пчелы и бабочки), подвержены сокращению численности из-за массового применения инсектицидов и загрязнения водных объектов. Это критично для видов с водной фазой жизненного цикла. Акулы и скаты оказались под угрозой вымирания из-за спроса на суп из акульих плавников и использования их в традиционной китайской медицине. Таким образом, культурные традиции и практики человека оказывают разрушительное воздействие на экосистемы.

Промысловые виды также подвержены угрозе исчезновения. Некоторые животные были уничтожены без достаточных научных оснований. Классический пример – тилацин (*Thylacinus cynocephalus*), сумчатый хищник Тасмании. В начале XX века за его голову назначалась награда в размере одного австралийского доллара, поскольку считалось, что они наносят ущерб скотоводству. Однако последующие исследования показали, что тилацины охотились в основном на мелких и средних грызунов, а не на крупный рогатый скот. Восстановить популяцию из оставшихся в неволе особей не удалось, и последний тилацин умер в зоопарке в 1936 году. На данный момент частными организациями и отдельными лицами назначена награда в один миллион австралийских долларов за обнаружение живого дикого тилацина, представленного на рисунке 2.3, однако поиски продолжают безуспешно уже десятилетия.

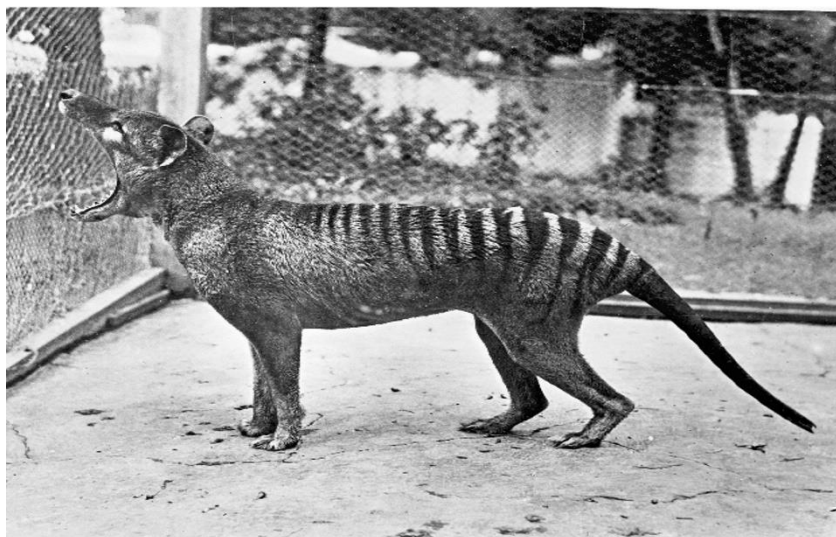


Рисунок 2.3 – Тилацин

СМИ Элементы [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: https://elementy.ru/kartinka_dnya/1370/Bendzhamin_posledniy_sumchatyy_volk (дата обращения 25.03.2026).

Другим примером является странствующий голубь (*Ectopistes migratorius*), представленный на рисунке 2.4, когда-то самая многочисленная птица Северной Америки. Его мясо считалось дешевым источником питания для собак, а охота на голубей проводилась с использованием динамита. В результате такого подхода за сто лет эта птица была полностью уничтожена. Экологические последствия этого вымирания также были значительными: странствующие голуби питались тем же кормом, что и белоногие хомячки. После исчезновения голубей популяция хомячков резко возросла, что привело к вспышкам инфекционных заболеваний, таких как боррелиоз и энцефалит.



Рисунок 2.4 – Странствующий голубь

Статья ANNO 1998 [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.bio-sphere.com/ob-akvamirakh/stati/sherstistije-myshi> (дата обращения 25.03.2026).

Исчезновение вида имело и косвенные экологические последствия. Странствующие голуби питались, в частности, желудями и буковыми орехами и тем самым конкурировали с белоногими мышами, служащими резервуаром возбудителя боррелиоза Лайма. После исчезновения голубей численность мышей в некоторых лесных экосистемах Северо-Востока США могла увеличиться, что, по оценкам ряда исследователей, способствовало росту заболеваемости боррелиозом.

Стеллерова корова (*Hydrodamalis gigas*), представленная на рисунке 15, была крупным морским млекопитающим, описанным немецким врачом и естествоиспытателем Георгом Вильгельмом Стеллером во время Второй камчатской экспедиции Витуса Беринга в 1741 году. Уже к 1760-м годам, то есть менее чем через три десятилетия после научного описания, вид был полностью истреблен в результате интенсивной охоты в районе Командорских островов.

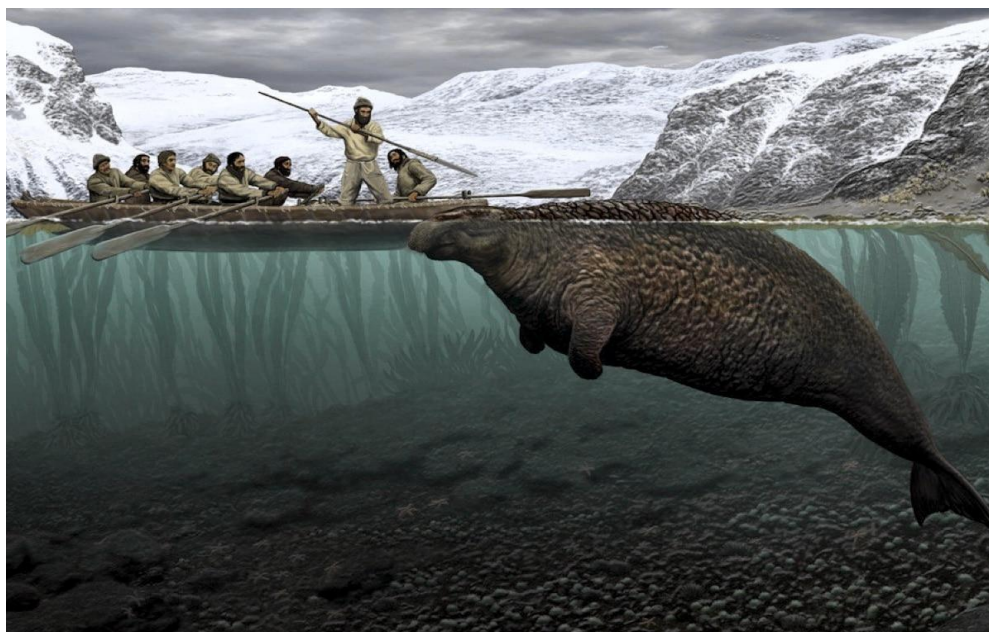


Рисунок 2.5 – Стеллерова корова

СМИ Голая наука [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://naked-science.ru/article/biology/rossijskie-uchenye-sekvenirovali-genom-vymershej-stellerovoj-korovy> (дата обращения 25.03.2026).

Стеллерова корова населяла прибрежные ламинариевые заросли и питалась крупными бурых водорослями, играя важную роль в структуре и функционировании этих экосистем. После исчезновения вида в сочетании с резким сокращением популяций калана (*Enhydra lutris*), контролировавшего численность морских ежей, в ряде районов наблюдалось разрастание «ежевых пустынь» и деградация ламинариевых лесов.

Абингдонская слонобая черепаха (*Chelonoidis niger abingdonii*) стала еще одним символом антропогенного вымирания (Рисунок 2.6). Этот подвид галапагосских гигантских черепах был практически полностью истреблен в XIX веке в связи с использованием животных в качестве источника свежего мяса на китобойных и торговых судах. Последний известный представитель подвида, самец по кличке «Одинокий Джордж», был обнаружен на острове Пинта в 1971 году и более сорока лет содержался в исследовательской станции Чарльза Дарвина на Галапагосах. Попытки получить от него жизнеспособное потомство не увенчались успехом, и после смерти Джорджа в 2012 году подвид был признан вымершим. История Исландии дает еще один пример утраты вида, впоследствии ставшей важным аргументом в пользу охраны природы. На прибрежных скалах Исландии и других североатлантических территорий обитала бескрылая гагарка (*Pinguinus impennis*) – крупная нелетающая морская птица. В XVIII–XIX веках бескрылые гагарки (Рисунок 2.7) интенсивно уничтожались ради мяса, жира и перьев, а также в интересах коллекционеров, собиравших чучела и яйца редких видов. В 1844 году на острове Эльдей у побережья Исландии была убита последняя известная

размножающаяся пара бескрылых гагарок, при этом их единственное яйцо было раздавлено.



Рисунок 2.6 – Абингдонская слоновая черепаха, «Одинокий Джордж»
СМИ The Guardian [Электронный ресурс]. – 2026. –
URL: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2012/jun/28/lonesome-george-galapagos-national-park> (дата обращения 25.03.2026).



Рисунок 2.7 – Бескрылая гагарка
СМИ BBC [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-50563953> (дата обращения 25.03.2026).

Трагическая судьба бескрылой гагарки и других исчезнувших видов способствовала формированию в исландском обществе устойчивого интереса к вопросам охраны природы. Во второй половине XX века в стране начало активно развиваться природоохранное законодательство и формироваться сеть особо охраняемых природных территорий, в том числе крупных национальных парков. В настоящее время Исландия позиционирует себя как направление экологического туризма, где особое

внимание уделяется сохранению природных экосистем, регулированию туристической нагрузки и просветительской работе с посетителями.

Эти примеры демонстрируют, что неконтролируемая эксплуатация диких животных и игнорирование их роли в экосистемах приводят не только к безвозвратной утрате отдельных видов, но и к глубоким изменениям природных сообществ. Осмысление подобных исторических уроков является важной составляющей экологического образования и формирования ответственности за сохранение биоразнообразия.

2.4 Современное состояние биоразнообразия

Деградация мест обитания. Деградация и утрата мест обитания являются одной из ключевых причин снижения биоразнообразия и вымирания видов в глобальном масштабе. Они связаны с трансформацией природных ландшафтов под воздействием сельского хозяйства, промышленности, урбанизации и инфраструктурного строительства.

Показательным примером служит ситуация с оленем Давида (*Elaphurus davidianus*, милу) в Китае (Рисунок 2.8). Этот эндемичный вид, приспособленный к жизни во влажных лугово-болотных экосистемах, к началу XX века полностью исчез в природе в результате охоты и утраты местообитаний, в том числе осушения и распашки пойменных территорий под сельскохозяйственные угодья.



Рисунок 2.8 – Олень Давида

Платформа гражданской науки iNaturalist [Электронный ресурс]. – 2026. – URL: <https://inaturalist.nz/taxa/846317-Cervini> (дата обращения 25.03.2026).

Вид был сохранен только в зоологических коллекциях Европы, а позднее начаты программы реинтродукции. Создание национальных природных резерватов, таких как Дафэн Милу, позволило сформировать в Китае несколько тысяч особей, включая дикие популяции, однако вид

по-прежнему рассматривается как уязвимый и требующий продолжения охранных мероприятий.

Сходные процессы наблюдаются и в высокоширотных экосистемах. Северный олень в России испытывает значительное давление со стороны промышленного освоения Арктики и Севера. Развитие нефтегазовой и транспортной инфраструктуры, фрагментация тундровых и лесотундровых ландшафтов, а также связанное с этим беспокойство животных приводят к сокращению традиционных пастбищ и нарушению миграционных путей. Отдельные дикие стада и локальные популяции оказываются в уязвимом состоянии и требуют целенаправленного мониторинга и мер по сохранению.

В городских агломерациях важным фактором деградации среды обитания становится световое загрязнение. Искусственная ночная подсветка нарушает естественные ритмы организмов, изменяет поведение насекомых, птиц и млекопитающих. По оценкам немецких исследователей, только уличное освещение в Германии ежегодно приводит к гибели более 100 млрд насекомых, привлеченных к источникам света и погибающих от истощения или становящихся добычей хищников. Масштабные световые инсталляции и освещение спортивных арен дополнительно усиливают этот эффект, вызывая массовую концентрацию ночных насекомых. Примером негативного влияния искусственного освещения является случай, произошедший во время чемпионата Европы по футболу в 2016 году, когда миграция ночных мотыльков совпала с включением освещения на стадионе. Мотыльки, привлеченные светом, столкнулись с прожекторами, и выжившие оказались на поле, что помешало проведению матча (Рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Роналду плачет после травмы, а мотыльки пьют его слезы

СМИ Евро 2016 iNaturalist [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: https://www.sports.ru/football/blogs/3246834.html?utm_medium=organic&utm_source=yasmartcamera (дата обращения 25.03.2026).

Города одновременно выступают и как «острова тепла». Покрытия из асфальта и бетона, высокая плотность застройки и малое количество зеленых насаждений способствуют накоплению тепла, повышая среднюю температуру по сравнению с пригородными территориями. Это оказывает дополнительное стрессовое воздействие на городские экосистемы и ограничивает набор видов, способных существовать в урбанизированной среде.

Отдельный пример деградации местообитаний связан с судьбой китайского речного дельфина байцзи (*Lipotes vexillifer*), изображенный на рисунке 2.10. Этот вид, обитавший в системе реки Янцзы, в течение XX века подвергся комплексному воздействию: интенсивное судоходство, строительство плотин, химическое и шумовое загрязнение, а также прилов в рыболовных сетях привели к резкому сокращению численности. Несмотря на попытки создания охранных акваторий и программ по содержанию животных в полуприродных условиях, в 2000-е годы вид был признан функционально вымершим: в ходе масштабных экспедиций не удалось обнаружить ни одной особи.



Рисунок 2.10 – Китайский речной дельфин

СМИ НаукаТВ [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://naukatv.ru/articles/405> (дата обращения 25.03.2026).

Чрезмерная эксплуатация. Чрезмерная эксплуатация – еще один фундаментальный фактор утраты биоразнообразия. Неконтролируемый промысел, браконьерство, а также спрос на продукцию из диких животных приводят к быстрому истощению популяций и, в ряде случаев, к полному исчезновению видов.

В Европе классическим примером является вымирание тура (*Bos primigenius*) – дикого предка домашних крупного рогатого скота. Уже к XIII веку ареал тура значительно сократился под воздействием интенсивной охоты, вырубки лесов и деградации местообитаний; последний известный экземпляр погиб в начале XVII века в Польше. Исчезновение тура иллюстрирует, как сочетание промысла и трансформации ландшафтов приводит к необратимым последствиям.

Мировой китобойный промысел в XX веке привел к беспрецедентному сокращению численности крупных китов. По оценкам, в результате коммерческого промысла было уничтожено около 2,9 млн особей, при этом численность отдельных видов, таких как синий и сейвал, сократилась на 70–90 % от доисторических уровней. Вторая половина XX века ознаменована введением глобального моратория на коммерческий китобойный промысел в рамках Международной китобойной комиссии, однако ряд государств продолжает добычу китов, используя различные юридические оговорки.

Серьезную угрозу ряду видов представляют и практики традиционной китайской медицины, использующие части тела редких животных. Носороги, тигры, панголины и другие виды становятся объектом как легальной, так и нелегальной торговли, несмотря на отсутствие научных доказательств терапевтической эффективности препаратов, основанных на рогах, костях или других продуктах животного происхождения. Исследования общественного мнения в странах Восточной Азии показывают, что, хотя значительная часть населения осознает угрозу исчезновения видов, спрос на подобные препараты сохраняется, подпитывая браконьерство и незаконный оборот продукции дикой фауны.

Поэтому деградация мест обитания и чрезмерная эксплуатация биологических ресурсов выступают ключевыми, тесно взаимосвязанными факторами глобального кризиса биоразнообразия. Осознание причинно-следственных связей между хозяйственной деятельностью человека и состоянием природных экосистем является необходимым условием разработки эффективных мер по их охране и устойчивому использованию.

Интродукция и инвазия. Биологические инвазии представляют собой расселение видов за пределы их естественных ареалов и закрепление в новых экосистемах, где они ранее не обитали. В большинстве случаев такие переселения происходят опосредованно через деятельность человека. Выделяют два связанных процесса:

- интродукция – преднамеренный или случайный перенос организмов в новые районы;
- инвазия – последующее закрепление интродуцированного вида и его распространение с заметным воздействием на местные экосистемы и хозяйство.

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* (Рисунок 2.11) естественно распространен в северной части Тихого океана. В 1960-е годы он был преднамеренно интродуцирован советскими специалистами в Баренцево море с целью создания нового высокопродуктивного промысла. Уже через несколько десятилетий сформировались устойчивые популяции, которые стали активно расселяться вдоль побережья как в российских, так и в норвежских водах.

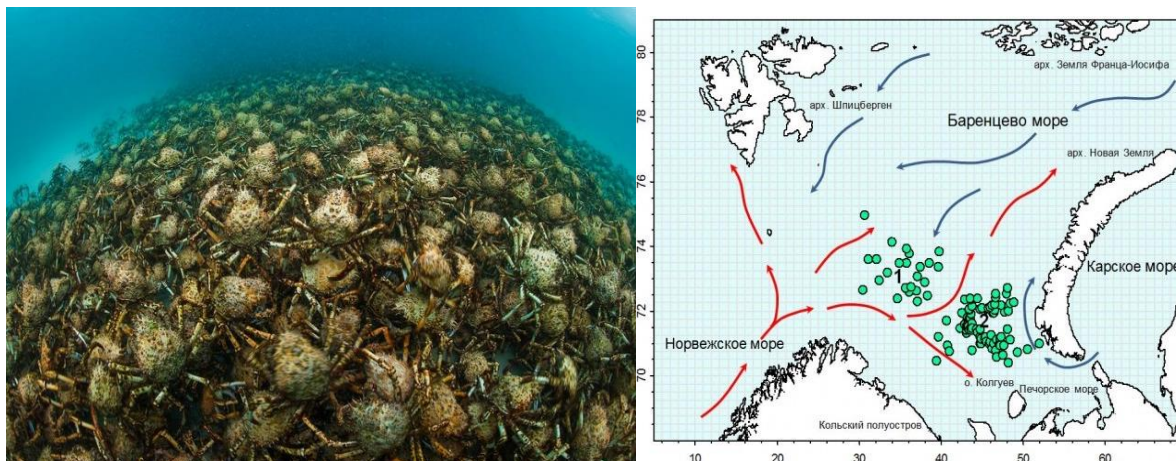


Рисунок 2.11 – Камчатский краб в Баренцевом море и карта схема распространения

База фотографий Nature [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.naturepl.com/stock-photo-aggregation-of-thousands-of-spider-crabs-leptomithrax-gaimardii-for-nature-image01480867.html> (дата обращения 25.03.2026).

Отсутствие естественных врагов и высокая плодовитость способствовали быстрому росту численности краба. Как активный бентосный хищник, он потребляет широкий спектр донных беспозвоночных и может оказывать существенное влияние на структуру донных сообществ, в том числе на виды, имеющие промысловое значение. Это делает камчатского краба одновременно ценным промысловым ресурсом и фактором экологического риска для коренных экосистем Баренцева моря.

Другим примером является борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) (Рисунок 2.12). Первоначально выращивался в СССР как перспективная высокоурожайная силосная культура. В последующем стало очевидно, что растение обладает высокой инвазивной способностью и фототоксичностью, связанной с содержанием фуранокумаринов. Эти соединения ухудшают качество кормов и вызывают тяжелые кожные поражения у человека при одновременном воздействии ультрафиолетового излучения.

Выйдя из-под контроля, борщевик Сосновского быстро распространился по Европейской части России и ряду стран Восточной Европы (Рисунок 2.13), образуя монодоминантные заросли и вытесняя природные растительные сообщества



Рисунок 2.12 – Борщевик Сосновского

СМИ НаукаТВ [Электронный ресурс]. – 2026.

URL: https://naukatv.ru/articles/nauchnyj_blog_kak_borotsya_s_borshevikom_sosnovskogo (дата обращения 25.03.2026).



Рисунок 2.13 – Карта-схема распространения Борщевика Сосновского

СМИ Элементы [Электронный ресурс]. – 2026. –

URL: https://elementy.ru/kartinka_dnya/414/Borshchevik_Sosnovskogo (дата обращения 25.03.2026).

В настоящее время этот вид официально рассматривается как один из наиболее опасных инвазивных растений региона, требующий системных мер по сдерживанию и ликвидации очагов.

Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*) является одним из наиболее известных инвазивных вредителей сельского хозяйства

(Рисунок 2.14). Родиной вида считаются районы между севером Мексики и Скалистыми горами США. Первые массовые повреждения посадок картофеля были зафиксированы в окрестностях Омахи (штат Небраска) в 1859 году, после чего жук начал быстро распространяться по картофелепроизводящим регионам Северной Америки. Высокая плодовитость, способность к быстрому формированию устойчивости к инсектицидам и адаптация к различным климатическим условиям обусловили значительные экономические потери при возделывании картофеля и других пасленовых культур.



Рисунок 2.14 – Колорадский жук
Сайт Большая Земля [Электронный ресурс]. – 2026. –
URL: https://bigland.ru/o_kompanii/poleznye_stati/borba_s_koloradskim_zhukom_vybor_sredstva_sposoby_ob_rabotki_video/ (дата обращения 25.03.2026).

В Европу колорадский жук был занесен в начале XX века, вероятнее всего вместе с грузами из США. Устойчивые популяции сформировались в районе Бордо (Франция) в 1920-е годы, после чего вид за несколько десятилетий распространился практически по всему континенту. В СССР он был зарегистрирован к концу Второй мировой войны и далее продвигался на восток, достигнув в начале XXI века большинства картофелеводческих регионов России и сопредельных стран. В настоящее время ареал колорадского жука охватывает почти всю территорию России, за исключением зон с многолетней мерзлотой, а также значительную часть Восточной Европы и Северного Китая.

Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (мнемиопсис) на рисунке 2.15 – еще один пример инвазивного вида, оказавшего существенное воздействие на морские экосистемы. Этот вид, родом из западной части Атлантики, был занесен в Черное море с балластными водами судов и впервые отмечен в начале 1980-х годов. К концу десятилетия мнемиопсис достиг чрезвычайно высокой численности, потребляя значительную часть зоопланктона и икру рыб. Это привело к резкому сокращению запасов мелких пелагических рыб, в том числе хамсы (*Engraulis encrasicolus*), и к так называемому «хамсовому кризису» 1990-х годов, имевшему серьезные социально-экономические последствия для стран Черноморского бассейна.



Рисунок 2.15 – Гребневик Мнемиопсис в Черном море

СМИ TimeOut Земля [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: https://www.timeout.ru/sochi/feature/tihie-nokovarnye-kakie-meduzy-obitayut-v-chernom-more?utm_medium=organic&utm_source=yasmartcamera (дата обращения 25.03.2026).

В 1997 году в Черном море был зафиксирован другой гребневик – *Beroe ovata*, специализированный хищник мнемиопсиса. Его появление рассматривается как пример естественного биологического контроля: по мере роста численности *Beroe ovata* популяции *Mnemiopsis leidyi* существенно сократились, что позволило запустить процессы частичного восстановления экосистемы. Тем не менее, по оценкам исследователей, полная стабилизация трофических связей и восстановление исходной структуры сообществ может занять длительное время.

Интродукция самшитовой огневки (*Cydalima perspectalis*) иллюстрирует риски, связанные с международной торговлей декоративными растениями. Этот вид (Рисунок 2.16), естественно обитающий в Восточной Азии, был выявлен в районе Сочи в 2012 году

на завезенных из Италии посадках самшита в период активного строительства объектов к зимней Олимпиаде 2014 года.



Рисунок 2.16 – Самшитовая огневка (гусеница)

Сайт стоковых фотографий [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://fotkiflo.ru/zhivotnye/ognevka-gusenitsa> (дата обращения 25.03.2026).

Уже к 2013 году гусеницы самшитовой огневки нанесли летальный ущерб искусственным насаждениям самшита, а затем проникли в реликтовые колхидские самшитовые леса на территории Кавказского биосферного заповедника и Сочинского национального парка. В результате большая часть естественных насаждений самшита была уничтожена, а восстановление этих сообществ требует длительных и дорогостоящих мероприятий по охране и лесовосстановлению.

Ситуация с североамериканским бобром (*Castor canadensis*), изображенным на рисунке 2.17 демонстрирует возможные последствия интродукции близкородственных видов. В 1930-е годы этот вид был завезен в Финляндию для усиления восстановительных мероприятий по возвращению бобра в Европу, поскольку в то время североамериканский и евразийский бобр (*Castor fiber*) рассматривались как один вид. Впоследствии, после установления видового статуса, *C. canadensis* был признан чужеродным видом в Евразии.

Сейчас популяции североамериканского бобра расширяются в Финляндии и северо-западных регионах России, включая Карелию и Ленинградскую область. Оба вида занимают схожие экологические ниши, строят плотины и изменяют гидрологический режим водотоков. Согласно принципу конкурентного исключения Гаузе, длительное сосуществование видов с практически идентичными нишами маловероятно, и существует риск вытеснения аборигенного евразийского бобра более пластичным интродуцированным видом.



Рисунок 2.17 – Канадский бобр в городе

СМИ Риа [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://pavlovsk.riavn.ru/news/v-skvere-pavlovska-zhiteli-zametili-bobra/> (дата обращения 25.03.2026).

В условиях урбанизации бобры осваивают и городские водоемы. Строительство плотин и запруживание русел в черте населенных пунктов может приводить к подтоплению территорий, изменению гидрологического режима, образованию застойных водоемов и, как следствие, увеличению численности насекомых, связанных со стоячей водой (например, комаров). Такие изменения создают дополнительные вызовы для управления городскими экосистемами и требуют комплексного подхода, учитывающего как охрану вида, так и минимизацию ущерба для инфраструктуры и здоровья населения.

Новые заболевания. Изменения в структуре и функционировании экосистем могут приводить к появлению и распространению заболеваний, снижению устойчивости организмов и возникновению новых инфекций. Одним из показательных примеров являются аномалии развития конечностей у амфибий в водоемах с нарушенным экологическим балансом. В таких прудах у лягушек и других видов нередко наблюдаются дополнительные или, наоборот, недоразвитые конечности и иные деформации. Экспериментальные и полевые исследования показали, что важным фактором, вызывающим такие нарушения, является заражение личинками дигенетического сосальщика рода *Ribeiroia* (прежде всего *Ribeiroia ondatrae*). Церкарии паразита внедряются в ткани головастиков в области зачатков конечностей, где формируют кисты (метацеркарии) и механически нарушают нормальное формирование конечностей (Рисунок 2.18). В дальнейшем амфибии с деформированными конечностями становятся более легкой добычей для водоплавающих птиц – окончательных хозяев паразита, что замыкает его сложный жизненный цикл.



Рисунок 2.18 – Лягушка, зараженная паразитическим червем *Ribeiroia*
СМИ The Scientist [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://www.the-scientist.com/diversity-defeats-disease-39778> (дата обращения 25.03.2026).

В последние десятилетия тревогу также вызывает вспышка грибкового заболевания амфибий (Рисунок 2.19) – хитридиомикоза, вызываемого патогенными грибами *Batrachochytrium dendrobatidis* и *B. salamandrivorans*. Эти возбудители поражают кожу амфибий, нарушая водно-солевой баланс и приводя к массовой гибели животных. По оценкам международных программ мониторинга, около 40 % видов амфибий в мире находятся в состоянии снижения численности, а хитридиомикоз признан одним из ключевых факторов, способствующих локальному исчезновению и вымиранию десятков видов, особенно в неотропиках и горных экосистемах. В последние годы описан новый штамм, поражающий прежде всего саламандр, что подчеркивает продолжающееся расширение круга хозяев и географии заболевания.



Рисунок 2.19 – Амфибия, пораженная грибом
Batrachochytrium dendrobatidis

НКО Анималия [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://animalia.bio/atelopus-limosus> (дата обращения 25.03.2026).

Изменение климата. Глобальное изменение климата усиливает воздействие как паразитарных, так и грибковых заболеваний, а также само по себе является важным фактором деградации местообитаний. Повышение температуры воздуха и воды, изменение режима осадков, учащение экстремальных погодных явлений приводят к серии взаимосвязанных последствий для экосистем.

В океанах фиксируются массовые эпизоды обесцвечивания (бличинга) кораллов, связанные с перегревом поверхностных вод. При длительном температурном стрессе кораллы теряют симбиотические водоросли (зооксантеллы), что приводит к ослаблению и гибели рифостроящих видов. Одновременно рост концентрации CO₂ в атмосфере вызывает закисление океана, снижающее скорость кальцификации у кораллов и моллюсков и ослабляющее каркас рифовых экосистем.

На суше изменение климата проявляется в усилении засух и росте частоты лесных пожаров, которые повреждают лесные экосистемы, изменяют состав растительных сообществ и способствуют эрозии и деградации почв. В других регионах, напротив, усиливаются экстремальные осадки и наводнения, вымывающие плодородный слой и нарушающие структуру агроландшафтов.

Деградация местообитаний, возникновение новых паразитарных и грибковых заболеваний и изменение климата образуют единый комплекс угроз для биоразнообразия. Понимание механизмов этих процессов необходимо для разработки эффективных стратегий сохранения экосистем и адаптации к глобальным изменениям окружающей среды.

2.5 Сохранить, нельзя потерять

Потеря биоразнообразия относится к числу ключевых глобальных вызовов XXI века. Снижение видового, генетического и экосистемного разнообразия подрывает устойчивость природных систем, ограничивает возможности социально-экономического развития и напрямую влияет на качество жизни населения. По оценкам Межправительственной платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам (IPBES), деградация природы уже сейчас препятствует достижению значительной части Целей устойчивого развития и затрагивает благополучие миллиардов людей.

Одним из наиболее уязвимых направлений является продовольственная безопасность. До 75 % сельскохозяйственных культур в той или иной степени зависят от животных-опылителей, а опылители обеспечивают до 35 % мирового объема урожая по массе и существенно влияют на его качество. Сокращение разнообразия и численности опылителей (диких и домашних пчел, шмелей, мух-журчалок, бабочек, птиц и др.) ведет к снижению урожайности плодовых, овощных и масличных культур и повышает риски продовольственных кризисов, особенно в

уязвимых регионах. Одновременно изменяются популяции вредителей сельского хозяйства, что требует дополнительных затрат на средства защиты растений и повышает стоимость конечной продукции.

Биоразнообразие обеспечивает не только производство продовольствия, но и устойчивость экосистем, от которых зависит привычный уклад жизни населения. Перепромысел, инвазивные виды и изменение климата изменяют структуру природных сообществ, что приводит к сокращению запасов рыбы и других водных биоресурсов, деградации почв, опустыниванию и повышению частоты неурожаев. В результате меняется доступность привычных пищевых продуктов, растут цены, усиливается социальная напряженность и миграционные потоки.

В условиях роста численности населения и ограниченности земельных и водных ресурсов все большее внимание уделяется альтернативным источникам белка. Отдельное направление связано с использованием насекомых в пищу человеку и в качестве кормов для сельскохозяйственных животных. Согласно докладу ФАО «Edible insects: future prospects for food and feed security» за 2013 г., насекомые обладают высокой пищевой ценностью, эффективностью конверсии корма и сравнительно низким экологическим следом по сравнению с традиционным животноводством. Их рациональное использование способно дополнить, а не заменить существующие продовольственные системы, снижая нагрузку на экосистемы и диверсифицируя источники питания, особенно в регионах с дефицитом белка.

Сохранение биоразнообразия имеет не только природоохранное, но и ярко выраженное социально-экономическое измерение. Утрата видов и экосистем ведет к ослаблению продовольственной безопасности, росту экономических рисков и ухудшению качества жизни. Сохранить биоразнообразие означает сохранить природную основу устойчивого развития, «страховой фонд» экосистемных услуг и возможности для будущих поколений.

Практикум 2. Кейс «Земля леопарда»

Цель практического занятия. Закрепление представлений об устойчивом развитии территорий и формирование навыков командной работы по анализу реальной природоохранной ситуации. В ходе выполнения кейса студенты разрабатывают практические предложения по оптимизации природопользования, оценивают предложенные решения и обосновывают выбор наилучшего варианта с позиций экологических, социальных и экономических критериев.

Кейс представляет собой описание реальной проблемной ситуации, содержащей необходимую, но не полную информацию для принятия решений. На основе имеющихся данных, а также теоретических и практических знаний, полученных ранее в рамках курса, студенты

должны предложить варианты рационального природопользования и развития территории.

Текст кейса «Земля леопарда».

Юг российского Дальнего Востока относится к числу уникальных природных регионов России. Ввиду расположения на стыке нескольких биогеографических зон здесь сформировались экосистемы с высоким уровнем биологического разнообразия. Только на данной территории в пределах России обитают два крупных представителя семейства кошачьих — амурский тигр и дальневосточный леопард.

В XIX веке дальневосточный леопард был относительно широко распространен на территориях современного Северо-Восточного Китая, Корейского полуострова и юга Дальнего Востока России. Активное освоение региона, распашка земель, развитие транспортной инфраструктуры и бесконтрольный отстрел животных привели уже в первой половине XX века к резкому сокращению численности вида и сужению его ареала. В 1966 году дальневосточный леопард был внесен в Красную книгу Международного союза охраны природы (МСОП) как вид, находящийся на грани исчезновения в природе.

В настоящее время стабильная популяция дальневосточного леопарда численностью около 110 особей фиксируется лишь на юго-западе Приморского края. Основная ответственность за сохранение вида, таким образом, лежит на Российской Федерации.

Эксперты в области охраны диких животных отмечают, что ключевое негативное воздействие на популяцию дальневосточного леопарда оказывают антропогенные факторы: браконьерство, неорганизованное посещение местообитаний туристами, любителями рыбалки, сборщиками ягод и других недревесных ресурсов, развитие транспортной и иной инфраструктуры, проведение лесохозяйственных мероприятий и пожары.

В непосредственной близости от границ ФГБУ «Земля леопарда» расположено около 60 населенных пунктов с совокупным населением порядка 80 тысяч человек. Экономика района пережила глубокий кризис в 1990-е годы: значительная часть звероводческих и рыболовных хозяйств прекратила деятельность. Часть предприятий сумела адаптироваться к рыночным условиям, однако дефицит рабочих мест и ограниченные возможности трудоустройства населения остаются одной из наиболее острых социальных проблем региона.

Этап 1. Вводная часть (5–10 минут).

Преподаватель кратко:

- напоминает триединство экологических, социальных и экономических аспектов устойчивого развития;

- объясняет, что кейс основан на реальной ситуации охраны дальневосточного леопарда на Дальнем Востоке России;
- формулирует ожидаемые результаты занятия (умение анализировать ситуацию, предлагать комплексные решения, работать в команде).

Этап 2. Ознакомление с текстом кейса (5–7 минут).

Действия преподавателя и студентов:

- преподаватель раздает текст кейса «Земля леопарда» или выводит его на экран;
- один из студентов (по желанию) зачитывает ключевые фрагменты текста;
- преподаватель уточняет непонятные термины (ареал, антропогенная нагрузка, браконьерство, инфраструктура и др.), при необходимости отвечает на уточняющие вопросы.

Этап 3. Формирование команд и распределение ролей (3–5 минут).

- Студенты объединяются в команды по 3–4 человека.
- Внутри команды распределяются роли: координатор, аналитик по экологическим вопросам, аналитик по социально-экономическим аспектам, докладчик (при необходимости роли совмещаются).
- Преподаватель фиксирует состав команд и напоминает регламент: 30–40 минут на подготовку решения, до 5 минут на презентацию.

Этап 4. Анализ исходной ситуации (10–15 минут).

Рекомендуемый порядок работы в команде:

- Составить краткий список основных экологических проблем: состояние популяции леопарда, факторы угроз (браконьерство, пожары, рубки, фрагментация местообитаний и др.).
- Определить социальные и экономические проблемы территории: дефицит рабочих мест, спад традиционных видов хозяйственной деятельности, зависимость местного населения от природных ресурсов.
- Выделить основных стейкхолдеров (заинтересованные стороны): местные жители, администрация района, сотрудники национального парка, туристы, бизнес-структуры, региональные и федеральные органы власти.

Результатом этапа может стать простая таблица или «дерево проблем» (центральная проблема и ее причины).

Этап 5. Разработка вариантов решений (15–20 минут).

Команда разрабатывает одно или несколько комплексных решений, учитывающих:

Экологический аспект:

- меры по снижению браконьерства и неконтролируемого посещения (усиление охраны, экопросвещение, зонирование территории);

- восстановление местообитаний, профилактика и тушение лесных пожаров;
- регулирование хозяйственной деятельности внутри и вокруг национального парка.

Социальный аспект:

- создание новых рабочих мест, связанных с охраной природы и экотуризмом;
- вовлечение местных жителей в природоохранную деятельность (гиды, егеря, сервисные услуги);
- программы экологического образования и просвещения населения.

Экономический аспект:

- развитие регулируемого экотуризма и познавательных маршрутов;
- поддержка малого бизнеса, ориентированного на «зеленые» услуги и продукцию;
- поиск источников финансирования (гранты, партнерские программы, государственно-частное партнерство).

Важно, чтобы каждое предложение сопровождалось кратким обоснованием реализуемости: какие ресурсы требуются, кто будет ответственным, какие ожидаются результаты и риски.

Этап 6. Подготовка презентации решения (5-10 минут).

Команда отбирает 1-2 наиболее проработанных варианта решения. Готовится краткая презентация (2-3 слайда, схема, плакат) с четкой структурой:

- формулировка проблемы;
- предлагаемое решение (или пакет мер);
- ожидаемые экологические, социальные и экономические эффекты.

Назначается докладчик (или два), остальные участники готовы ответить на вопросы.

Этап 7. Представление решений и обсуждение (по 5 минут на команду).

Порядок работы:

- Команды по очереди представляют свои решения (до 5 минут).
- После каждого выступления 1-2 минуты отводятся на вопросы одногруппников и преподавателя.
- Важно следить за регламентом, по возможности использовать таймер.

Этап 8. Оценивание решений по чек-листу в таблице 2 (10- 15 минут).

Оценивание может осуществляться:

- только преподавателем;
- всей аудиторией (каждый студент выставляет баллы по критериям другим командам).

Для каждой команды суммируются баллы и при желании определяется «лидер» кейса.

Этап 9. Рефлексия и подведение итогов (5-10 минут).

Рекомендуемые вопросы для обсуждения:

- Какие факторы оказались наиболее сложными для учета: экологические, социальные или экономические?
- Насколько предложенные решения соответствуют принципам устойчивого развития (баланс интересов природы и местного населения, долгосрочность, участие стейкхолдеров)?
- Какие элементы предложенных проектов могли бы быть реализованы в реальности в краткосрочной перспективе?
- Чему научила работа с кейсом с точки зрения профессиональных компетенций (анализ, аргументация, командное взаимодействие)?

Таблица 2 – Пример критериев для оценивания решения кейса

Критерии	Баллы	Примечания
Целесообразность решения 0,5 – это фантастика, такого никогда не сделать, 1 – популистские заявления о благополучии во всех сферах, преувеличение значимости решения 2 – решение соответствует принципам устойчивого развития, аргументировано	max 2 min 0,5	
Реальность заявленных результатов 0,25 – результаты недостижимы 0,5 – результаты преувеличены 1 – адекватные результаты	max 1 min 0,25	
Презентация идеи 0 – не подготовлена презентация 0,25 – нет интереса докладчиков, прочитывание текста, а не рассказ 0,5 – стандартная презентация, 1 – интересное выступление, хорошо подготовленные докладчики	max 1 min 0	
Креативность идеи 0,25 – тривиальный подход, решение популярно 0,5 – идея существовала до этого, но она адаптирована под условия 1 – необычное и оригинальное решение	max 1 min 0,25	
Итого:		

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит взаимосвязь между биоразнообразием и продовольственной безопасностью? Приведите не менее двух примеров влияния утраты видов на производство продуктов питания.

2. Раскройте три уровня биоразнообразия и объясните, почему снижение каждого из них опасно для устойчивости экосистем.
3. Что такое видообразование? Перечислите и кратко охарактеризуйте четыре сценария видообразования (аллопатрическое, перипатрическое, парапатрическое и симпатрическое).
4. Почему современное состояние живого мира ученые называют началом «шестого массового вымирания»?
5. Приведите два–три примера исчезнувших или находящихся на грани исчезновения видов животных из текста главы и поясните, к каким экологическим и социальным последствиям привела или может привести их утрата.
6. Объясните, как деградация мест обитания и чрезмерная эксплуатация биологических ресурсов влияют на состояние биоразнообразия.
7. Дайте определения интродукции и инвазии. На примере двух–трех видов объясните, какие экологические и хозяйственные последствия могут иметь биологические инвазии.
8. Какие существуют новые заболевания и патологические состояния живых организмов, связанные с нарушением экосистем? Каковы их причины и возможные последствия для биоразнообразия?
9. Каким образом глобальное изменение климата воздействует на морские и наземные экосистемы и усиливает кризис биоразнообразия?

3 ООН И КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

3.1 Возникновение ООН

Организация Объединенных Наций была создана в 1945 году как ответ международного сообщества на неспособность Лиги Наций предотвратить развязывание Второй мировой войны. В настоящем разделе рассматриваются предпосылки возникновения ООН, основные элементы ее институциональной структуры и место организации в системе глобального управления.

Лига Наций была учреждена в 1919 году по итогам Первой мировой войны и должна была обеспечивать коллективную безопасность и мирное урегулирование споров. Однако отсутствие универсального членства, ограниченные механизмы принуждения и политика изоляционизма ряда государств не позволили этой организации предотвратить агрессию 1930-х годов и последовавший за ней глобальный конфликт.

В ходе Второй мировой войны государства антигитлеровской коалиции пришли к выводу о необходимости создания новой универсальной международной организации, способной на постоянной основе координировать действия государств и разрешать споры преимущественно дипломатическими средствами. В 1944 году на конференции в Думбартон-Оксе представители СССР, США,

Великобритании и Китая согласовали основные положения будущего Устава. Официальной датой основания ООН считается 24 октября 1945 года, когда Устав вступил в силу после его ратификации большинством государств-участников, в том числе всеми постоянными членами Совета Безопасности. Изначально в состав организации входило 50 государств; позднее к ним присоединилась Польша. К началу второго десятилетия XXI века членами ООН стали 193 страны.

За вклад в поддержание международного мира и безопасности, защиту прав человека и развитие институтов сотрудничества ООН и ряд ее органов неоднократно удостоивались Нобелевской премии мира. Среди таких лауреатов – Организация Объединенных Наций и ее Генеральный секретарь Кофи Аннан (2001), Международное агентство по атомной энергии и Мухаммед аль-Барадей (2005), Межправительственная группа экспертов по изменению климата совместно с Альбертом Гором (2007), Всемирная продовольственная программа (2020). Эти награды отражают признание роли системы ООН в формировании норм и практик международного сотрудничества.

3.2 Структура ООН

Устав ООН закрепляет шесть главных органов организации: Генеральную Ассамблею, Совет Безопасности, Экономический и Социальный Совет, Совет по опеке, Международный суд и Секретариат.

Генеральная Ассамблея является главным совещательным и представительским органом. В ее состав входят все государства-члены ООН, каждое из которых располагает одним голосом. Ассамблея собирается на регулярные сессии, как правило, с сентября по декабрь, и может проводить внеочередные и чрезвычайные сессии по инициативе государств или Совета Безопасности. На площадке Ассамблеи обсуждаются ключевые вопросы международной повестки, принимаются резолюции и рекомендации, утверждается бюджет организации.

Генеральный секретарь ООН возглавляет Секретариат и представляет организацию во внешних отношениях. Он назначается Генеральной Ассамблеей по рекомендации Совета Безопасности сроком на пять лет с возможностью однократного продления полномочий. Секретариат обеспечивает организационную, аналитическую и административную поддержку всем органам ООН, координирует миротворческие операции, подготавливает экономические и социальные обзоры, доклады по правам человека и иные аналитические материалы.

Совет Безопасности несет главную ответственность за поддержание международного мира и безопасности. В его состав входят 15 государств: пять постоянных членов (Китай, Россия, США, Франция, Великобритания), обладающих правом вето, и десять непостоянных членов, избираемых Генеральной Ассамблеей сроком на два года с учетом географического распределения. Совет уполномочен принимать обязательные

для исполнения решения, вводить санкции, создавать миротворческие миссии и, в исключительных случаях, санкционировать применение силы в соответствии с Уставом ООН.

Международный суд ООН, расположенный в Гааге, является главным судебным органом организации. Он рассматривает межгосударственные споры правового характера (прежде всего территориальные и пограничные споры, вопросы ответственности, толкование международных договоров), а также дает консультативные заключения по запросу Генеральной Ассамблеи, Совета Безопасности и специализированных учреждений. Состав суда формируется с учетом принципов географического и правового разнообразия.

Совет по опеке изначально предназначался для наблюдения за управлением подопечными территориями. После завершения процесса деколонизации и обретения независимости последними подопечными территориями Совет фактически завершил свою деятельность и с 1994 года не проводит заседаний.

Экономический и Социальный Совет (ЭКОСОС) координирует сотрудничество в экономической, социальной и гуманитарной областях между государствами-членами и специализированными учреждениями системы ООН. Через ЭКОСОС организация взаимодействует с международными финансовыми институтами, негосударственными организациями и экспертным сообществом.

К специализированным учреждениям системы ООН относятся, в частности, Организация Образования, Науки и Культуры (ЮНЕСКО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО), Международная организация труда (МОТ), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), Всемирная торговая организация (ВТО). В системе ООН также действуют программы и фонды, такие как Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ), занимающийся защитой прав детей и поддержкой институтов материнства и детства.

Программа развития ООН (ПРООН) представляет собой глобальную сеть, оказывающую государствам-членам содействие в разработке и реализации стратегий развития. Финансирование ПРООН осуществляется преимущественно за счет добровольных взносов государств и партнерских организаций; вклад России традиционно входит в число значимых среди стран-доноров.

Деятельность ПРООН концентрируется в трех взаимосвязанных приоритетных направлениях:

1. Устойчивое развитие – содействие странам в достижении баланса между экономическим ростом, социальным развитием и охраной окружающей среды, в том числе через поддержку реформ, институционального строительства и зеленых технологий.

2. Демократическое правление и миростроительство – укрепление институтов государственной власти и гражданского общества, развитие механизмов подотчетности и участия, поддержка процессов предотвращения и урегулирования конфликтов.
3. Климатическая устойчивость и готовность к стихийным бедствиям – повышение способности государств адаптироваться к изменению климата, снижать риски природных катастроф и обеспечивать устойчивое восстановление после кризисов.

В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН приняла документ «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», в котором сформулированы 17 ЦУР и соответствующие задачи. «Повестка дня-2030» отражает растущее понимание государствами-членами необходимости перехода к устойчивым моделям развития, направленным на повышение качества жизни, ликвидацию нищеты и сохранение природных основ существования человечества. ПРООН выступает одним из ключевых механизмов реализации этой повестки на национальном и региональном уровнях.

В совокупности органы, специализированные учреждения, программы и фонды ООН образуют разветвленную институциональную систему, ориентированную на решение глобальных проблем: предотвращение конфликтов, противодействие изменению климата, защиту прав человека и содействие устойчивому развитию. Это определяет центральную роль Организации Объединенных Наций в современной архитектуре международных отношений.

3.3 Основные этапы формирования концепции устойчивого развития

Формирование современной концепции устойчивого развития опирается на серию международных конференции, соглашения и инициатив, разворачивающихся с начала 1970-х годов. Ниже представлена краткая хронология ключевых этапов, каждый из которых расширял понимание взаимосвязи между окружающей средой, развитием и благосостоянием обществ.

1972 г. – Конференция ООН по окружающей среде человека (Стокгольм). Первая глобальная конференция, на которой главы государств официально признали существование масштабных экологических проблем и необходимость согласованных действий по их решению. Итогом стала Стокгольмская декларация, в которой, в частности, было зафиксировано, что человек имеет основное право на свободу, равенство и благоприятные условия жизни в окружающей среде, качество которой позволяет вести достойную и процветающую жизнь.

1973 г. – Закон США об исчезающих видах. Принятие в Соединенных Штатах Акта об исчезающих видах стало основой для последующего формирования международной Конвенции о международной торговле

видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС), направленной на регулирование оборота редких видов на мировом рынке.

1974 г. – Доклад фонда Барилоче «Пределы нищеты». В докладе был сделан акцент на необходимости не столько прямой помощи, сколько создания устойчивых возможностей для развития депрессивных регионов: доступа к базовому образованию, источникам дохода и инфраструктуре. Такой подход часто описывают формулой «давать не рыбу, а удочку».

1982 г. – Конвенция ООН по морскому праву. Документ заложил правовые основы использования ресурсов Мирового океана, охраны морской среды и разграничения морских пространств между государствами.

1983 г. – Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию. По решению Генеральной Ассамблеи была создана независимая комиссия под председательством Гру Харлем Брундтланд. Ее задачей стал поиск концепции развития, совместимой с требованиями долгосрочного сохранения биосферы.

1984 г. – Первый доклад о мировом положении в области окружающей среды и развития. Промежуточные аналитические материалы комиссии обобщили существующие данные о состоянии экосистем и социально-экономических тенденциях.

1987 г. – Доклад «Наше общее будущее». Итоговый документ комиссии Брундтланд, в котором было дано классическое определение устойчивого развития как такого развития, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять свои собственные потребности. Доклад заложил теоретические основы последующей международной повестки устойчивого развития.

1990 г. – Создание Международного института устойчивого развития (Канада) и Института системного развития (Австрия). Эти научно-исследовательские центры аккумулируют и анализируют знания в области политики устойчивого развития, разрабатывают рекомендации для правительств и международных организаций.

1992 г. – Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Саммит Земли, Рио-де-Жанейро). Конференция стала важнейшим этапом институционализации идеи устойчивого развития. Ее результатами стали Рамочная конвенция ООН об изменении климата, Конвенция о биологическом разнообразии и программный документ «Повестка дня на XXI век» – комплексный свод рекомендации по переходу государств к устойчивым моделям развития.

1994 г. – Создание Глобального экологического фонда и вступление в силу Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Глобальный экологический фонд был учрежден как финансовый механизм,

поддерживающий проекты по охране глобальных общественных благ (климата, биоразнообразия, международных вод и др.). Рамочная конвенция об изменении климата закрепила принцип особой ответственности промышленно развитых стран за накопленные выбросы парниковых газов и необходимость ограничения антропогенного воздействия на климатическую систему. Документ был подписан более чем 170 государствами. В том же году начала работу Всемирная торговая организация, призванная содействовать постепенной интеграции национальных экономик и снижению рисков конфликтов, связанных с торговым соперничеством.

1996 г. – Введение стандарта корпоративного экологического менеджмента ИСО 14001. Серия стандартов ИСО 14000 задала рамки для построения систем экологического менеджмента на предприятиях. Получение сертификата рассматривалось как инструмент повышения конкурентоспособности и формирования репутации ответственной компании. В России стандарты ИСО адаптированы в виде ГОСТ ИСО.

1997 г. – Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Протокол конкретизировал перечень парниковых газов и установил для промышленно развитых стран количественные обязательства по сокращению или ограничению выбросов, а также механизмы их выполнения (совместное осуществление, торговля квотами и механизмы чистого развития).

1999 г. – Запуск индекса устойчивости Дау Джонса. Появление данного индекса стало важным шагом в направлении учета нефинансовых (ESG) факторов в инвестиционной практике и оценке деятельности корпорации.

2000 г. – Провозглашение Целей развития тысячелетия. Генеральная Ассамблея ООН утвердила восемь целей, направленных на сокращение нищеты, улучшение здравоохранения, расширение доступа к образованию и формирование глобального партнерства в интересах развития.

2002 г. – Всемирный саммит по устойчивому развитию (Йоханнесбург). Саммит был посвящен оценке прогресса с 1992 года и уточнению задач по реализации принципов устойчивого развития на региональном и национальном уровнях.

2005 г. – «Оценка экосистем на пороге тысячелетия». Международный проект под эгидой ООН и Международного союза охраны природы продемонстрировал, что значительная часть экосистем мира значительно изменена, деградирует или утрачена, а сохранение экосистемного капитала напрямую связано с долгосрочным экономическим благополучием обществ.

2008 г. – Формулирование концепции «зеленой экономики». Экономисты и экологи начали активно развивать идею экономической модели, основанной на снижении ресурсной и углеродной емкости,

расширении использования возобновляемых источников энергии и развитии замкнутых циклов производства. Параллельно развивается концепция «голубой экономики», акцентирующая роль Мирового океана в устойчивом развитии. В практику входят такие формы, как совместное использование ресурсов (шеринг), развитие «чистых» технологии и др.

2015 г. – Парижское соглашение по климату. Соглашение, принятое в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, установило долгосрочную цель по ограничению роста глобальной средней температуры «существенно ниже» 2 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем и стремлению ограничить потепление величиной 1,5 °С. Государства обязались разрабатывать и регулярно обновлять национально определяемые вклады по сокращению выбросов парниковых газов.

2015 г. – Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Генеральная Ассамблея утвердила программный документ «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», включающий 17 ЦУР и 169 задач. Новая повестка дополнила и развила подходы, заложенные в «Повестке дня на XXI век», и стала основой для интеграции принципов устойчивого развития в национальные стратегии и международные программы.

2019 г. – Саммиты по Целям устойчивого развития и по борьбе с изменением климата. На площадке ООН состоялись встречи на высшем уровне, посвященные оценке продвижения к Целям устойчивого развития и усилению климатических мер. В выступлениях ученых и экспертов подчеркивалась беспрецедентность наблюдаемого темпа климатических изменений и необходимость ускорения перехода к низкоуглеродной модели развития.

Стокгольмская декларация 1972 года и последующие документы – «Повестка дня на XXI век» (1992) и Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (2015) – сформировали нормативную и политическую основу глобального перехода к устойчивому развитию. Их общая логика заключается в признании неразрывной связи высокого качества окружающей среды и здоровой экономики, реализуемой через принцип «действовать локально, думая глобально».

3.4 Основные положения «Повестки дня на XXI век»

«Повестка дня на XXI век» представляет собой программно-стратегический документ, принятый на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году. Документ задает рамки для перехода стран мира к модели устойчивого развития и содержит комплекс рекомендации по согласованию экономических, социальных и экологических целей развития.

Одним из центральных блоков «Повестки дня» является сохранение и рациональное использование природных ресурсов как основы устойчивого развития. В числе приоритетов выделяются:

- Недра. Предполагается более эффективное и экономное использование минерально-сырьевых ресурсов с учетом их истощаемости и необходимости сохранения ресурсного потенциала для будущих поколений.
- Водные ресурсы. Особое внимание уделяется обеспечению доступа населения к безопасной питьевой воде, улучшению качества водных объектов и совершенствованию систем управления водными ресурсами.
- Биологические ресурсы. Подчеркивается необходимость сохранения биоразнообразия, поддержания целостности экосистем и их способности обеспечивать жизненно важные экосистемные услуги.

Но, «Повестка дня на XXI век» рассматривает устойчивое развитие не только как экологическую, но и как социально-экономическую задачу. В документе акцентируется значение участия различных общественных групп, от которых во многом зависит успешность преобразований. К их числу относятся женщины, молодежь и коренные народы:

- Ставится задача расширения прав и возможностей женщин, устранения гендерного неравенства и полноценного вовлечения женщин в процессы принятия решений на всех уровнях.
- Подчеркивается необходимость создания условий для образования, занятости и участия молодежи в общественно-политической жизни, а также ее вовлечения в реализацию природоохранных и социальных инициатив.
- Отдельно оговаривается защита прав коренных народов, признание их традиционных знаний и практик природопользования, а также их участие в управлении природными ресурсами территорий традиционного расселения.

Поддержка этих групп предполагает развитие правовых механизмов, образовательных программ, просветительских кампаний и институциональных форм участия граждан в принятии управленческих решений.

Для практического осуществления положений «Повестки дня на XXI век» предусмотрен комплекс инструментов и направлений деятельности в области экономических, социальных и экологических изменений:

- Переход к модели «зеленой экономики», ориентированной на ресурсосбережение, снижение загрязнения и развитие экологически чистых технологий.
- Укрепление социальной справедливости, повышение качества жизни, развитие систем образования и здравоохранения, стимулирование ответственного участия граждан в общественных процессах.

- Обеспечение баланса между хозяйственной деятельностью и охраной окружающей среды, сохранение природного капитала и адаптация к глобальным экологическим изменениям.

В последующим логическим развитием положения «Повестки дня на XXI век» стала Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года с 17 ЦУР, которая конкретизировала долгосрочные ориентиры государств в социально-экономической и экологической сферах.

Важным условием реализации указанных целей является формирование согласованных международных норм и механизмов их выполнения. Международное экологическое право призвано задавать общие «правила игры» для государств и создавать правовые основания для применения мер к нарушителям, включая санкции и механизмы ответственности.

Примером институционального инструмента реализации международной экологической повестки выступает Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Ее деятельность включает три взаимосвязанных направления:

- разработка и продвижение международных норм и принципов экологического права;
- содействие внедрению экологической политики и соглашениям на национальном и региональном уровнях, оказание консультативной и технической помощи государствам;
- экологическое просвещение, формирование общественной осведомленности о проблемах окружающей среды и путях их решения.

ЮНЕП активно взаимодействует с межправительственными структурами, научным сообществом, негосударственными и неправительственными организациями, что расширяет возможности реализации природоохранных инициатив. Штаб-квартира программы расположена в Найроби (Кения), что символизирует стремление ООН учитывать интересы и потребности стран глобального Юга в формировании мировой экологической политики.

Положения «Повестки дня на XXI век» получили развитие в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, принятой в 2015 году. Новый документ конкретизирует цели в виде 17 Целей устойчивого развития и 169 задач, охватывающих обширный спектр вызовов. Однако фундаментальный принцип остается неизменным: устойчивое развитие возможно только при одновременном решении экономических, социальных и экологических задач, с полноправным участием всех слоев общества и при поддержке согласованной системы международного права.

3.5 Международные документы по охране окружающей среды

Начиная со второй половины XX века был разработан обширный корпус международных норм и соглашений, направленных на решение глобальных и трансграничных экологических проблем. Эти документы отражают эволюцию научного понимания экологических угроз и растущее осознание государствами необходимости согласованных действий. Представленная ниже хронология охватывает ключевые конвенции и протоколы, образующие основу международного экологического права.

1958 г. – Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов открытого моря. Один из первых международных документов, посвященных охране морских биоресурсов. Конвенция установила принципы устойчивого рыболовства и механизмы управления рыбными запасами в открытом океане, находящихся за пределами национальной юрисдикции.

1969 г. – Международная конвенция относительно вмешательства в открытое море в случае аварий, приводящих к загрязнению нефтью. Документ регламентирует право прибрежных государств принимать меры для предотвращения и ликвидации последствий разливов нефти и закрепляет ответственность судовладельцев за экологический ущерб.

1971 г. – Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местобитания водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция). Первый из глобальных договоров, специально направленный на охрану конкретных типов экосистем. Конвенция побудила государства создавать сеть охраняемых водно-болотных угодий и обеспечивать их рациональное использование. В июле 2025 года Госдума РФ приняла закон о выходе из этой конвенции. Решение было мотивировано невозможностью использования механизмов соглашения для защиты российских угодий и «экстремальной политизацией» организации.

1972 г. – Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Лондонская конвенция). Документ установил глобальные нормы по контролю за захоронением отходов в море, запретив захоронение наиболее опасных веществ и ограничив захоронение других категорий отходов.

1973 г. – Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС). Одна из наиболее эффективных глобальных конвенций, которая регулирует международную торговлю около 40 тысяч видов животных и растений, создав систему разрешений и квот для предотвращения чрезмерной эксплуатации редких видов.

1979 г. – Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных. Документ учитывает особые потребности животных, которые совершают регулярные миграции через границы государств,

и предусматривает согласованные меры охраны на протяжении всего маршрута миграции.

1982 г. – Всемирная хартия природы. Принципиальный документ, в котором изложены основные принципы взаимодействия человечества с природой и обоснована необходимость интегрирования охраны природы в глобальную политику развития.

1985 г. – Венская конвенция об охране озонового слоя. Документ инициировал скоординированные международные действия по защите стратосферного озона от воздействия озоноразрушающих веществ. Позднее была дополнена Монреальским протоколом (1987), который признается одним из наиболее успешных примеров глобального природоохранного сотрудничества.

1989 г. – Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Конвенция устанавливает процедуры контроля, уведомления и документирования при международной перевозке опасных отходов, стремясь предотвратить перемещение экологически опасных отходов из развитых стран в развивающиеся.

1991 г. – Соглашение об охране малых китов Балтийского и Северного морей. Региональное соглашение, направленное на сохранение популяций морских млекопитающих в чувствительных морских экосистемах.

1991 г. – Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Эспо-конвенция). Документ предусматривает проведение оценок и общественных консультаций до реализации крупных хозяйственных проектов, потенциально влияющих на окружающую среду соседних стран.

1992 г. – Конвенция о биологическом разнообразии. Фундаментальное соглашение, в котором признается внутренняя ценность биоразнообразия и его значение для человечества. Конвенция обязывает государства сохранять биоразнообразие, использовать его компоненты устойчивым образом и справедливо делиться выгодами, получаемыми от использования генетических ресурсов.

1992 г. – Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Документ устанавливает рамки для управления трансграничными водными ресурсами, включая механизмы информирования, консультаций и разрешения споров. На основе этого соглашения функционируют совместные комиссии ряда стран, включая российско-эстонские и российско-финские структуры сотрудничества.

1992 г. – Рамочная конвенция ООН об изменении климата. основополагающий документ, признавший антропогенное изменение климата глобальной проблемой и установивший основные принципы снижения выбросов парниковых газов. Позднее дополнена Киотским протоколом (1997) и Парижским соглашением (2015).

1992 г. – *Принципы лесоводства*. Неформальный документ, определивший основные подходы к устойчивому управлению лесами в контексте устойчивого развития.

1994 г. – *Международная конвенция по борьбе с опустыниванием*. Конвенция сосредоточена на противодействии деградации земель в засушливых и полусухих регионах, которая угрожает продовольственной безопасности и экономическому развитию, особенно в Африке.

1996 г. – *Соглашение по сохранению китообразных Черного и Средиземного морей и прилегающей Атлантической акватории*. Региональное соглашение для охраны дельфинов, морских свиней и китов в Средиземноморском регионе.

1998 г. – *Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция)*. Документ закрепляет права граждан и организаций на информацию об окружающей среде, участие в принятии экологически значимых решений и доступ к правосудию по вопросам охраны окружающей среды.

1998 г. – *Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле*. Конвенция предусматривает, что экспорт опасных химических веществ допускается только с предварительного согласия импортирующего государства, что защищает развивающиеся страны от нежелательного импорта опасной продукции.

2000 г. – *Картахенский протокол по биобезопасности*. Протокол к Конвенции о биологическом разнообразии, регулирующий трансграничные перемещения генетически модифицированных организмов и предусматривающий оценку рисков для окружающей среды и здоровья человека.

2001 г. – *Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях*. Документ направлен на поэтапное исключение производства и использования стойких органических загрязнителей (полихлорированных бифенилов, некоторых пестицидов и других веществ), которые накапливаются в организмах и длительное время сохраняются в окружающей среде.

2006 г. – *Международное соглашение о тропической древесине*. Соглашение содействует устойчивому управлению тропическими лесами и справедливой торговле лесными продуктами.

2015 г. – *Парижское соглашение по климату*. Исторический документ, подписанный почти всеми странами мира, установивший глобальную цель по ограничению потепления планеты на уровне существенно ниже 2 °С от доиндустриального уровня и стремлению ограничить его величиной 1,5 °С.

Организация Объединенных Наций, являясь единственной по-настоящему универсальной международной организацией, выступает главным форумом для обсуждения и решения проблем, выходящих за рамки государственных границ и не поддающихся решению отдельными странами. Система ООН создала беспрецедентную архитектуру международного экологического права, позволившую государствам вырабатывать согласованные ответы на глобальные вызовы.

История показала, что недостаточность механизмов международного сотрудничества (как это произошло с Лигой Наций) ведет к катастрофическим последствиям. Современная система ООН, несмотря на имеющиеся недостатки, выступает необходимым инструментом для преодоления глобальных кризисов посредством дипломатии, многостороннего диалога и разработки обязывающих международных норм. Успешность реализации международных соглашений по охране окружающей среды во многом определяет возможность человечества обеспечить устойчивое будущее для следующих поколений.

Практикум 3. Деловая игра «Модель ООН»

Цель практического занятия. Формирование у обучающихся представлений о принципах работы Организации Объединенных Наций в контексте решения глобальных задач устойчивого развития. В ходе деловой игры студенты развивают навыки командной работы, ведения переговоров, публичных выступлений, подготовки официальных документов и поиска компромиссных решений.

Описание деловой игры «Модель ООН».

Моделирование Организации Объединенных Наций представляет собой образовательную технологию, в основе которой лежат принципы соблюдения правил и процедур, цивилизованной дискуссии, мирного сосуществования различных точек зрения и формирования консенсуса. Участники деловой игры ставятся в условия, максимально приближенные к реальной работе дипломатов: выбор стратегии поведения, оперативное принятие решений, лоббирование национальных интересов и достижение компромисса.

Формируемые навыки:

- публичное выступление и ораторское мастерство;
- логическое построение аргументации и критическое мышление;
- исследование проблематики и подготовка официальных документов;
- ведение переговоров и достижение консенсуса;
- разрешение конфликтов и поиск компромиссов;
- концентрация на сути проблемы без отклонения от повестки;
- организация командной работы;
- ведение дискуссий в уважительной, толерантной и этически корректной форме.

Подготовительный этап (выполняется студентами до занятия).

Этап 1. Изучение представляемой страны.

Каждая команда получает задание представлять конкретное государство и готовит комплексную характеристику страны по следующим направлениям:

Политическая структура:

- происхождение и эволюция политической системы;
- конституционное устройство и организация органов власти;
- текущая политика правительства.

Культурные особенности:

- этнический состав населения;
- основные религии;
- краткая история культуры.

География:

- соседние государства и геополитическое положение;
- природные условия и их влияние на экономику и общество.

История:

- общий исторический контекст;
- новейшая история (последние 30–50 лет).

Экономика:

- денежная система;
- структура экономики и финансовая зависимость;
- участие в экономических и торговых организациях.

Ресурсы:

- полезные ископаемые;
- основные статьи экспорта;
- степень самодостаточности страны.

Оборона и безопасность:

- структура вооруженных сил;
- участие в военных альянсах и зависимость от союзников.

Международное положение:

- дружественные и конфликтные отношения с другими государствами;
- участие в международных организациях;
- позиция по ключевым глобальным вопросам.

Этап 2. Изучение проблемы, вынесенной на повестку дня

Пример темы моделируемого заседания: «Миграция в контексте изменения климата и стихийных бедствий».

Описание проблемы.

Ураган «Амфан» (май 2020 года) стал одним из наиболее разрушительных тропических циклонов XXI века. Стихийное бедствие затронуло более 9 миллионов человек, нанесло материальный ущерб порядка 13 миллиардов долларов США и привело к вынужденному

перемещению около пяти миллионов человек на территории Индии и Бангладеш. Последствия урагана осложнились пандемией COVID-19, что привело к росту заболеваемости среди вынужденных переселенцев.

Задача для участников.

Разработать комплекс мер для предупреждения стихийных бедствий, снижения их последствий, организации мониторинга и предоставления гуманитарной помощи пострадавшим от природных явлений, которые представляют угрозу для стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Команды должны:

- изучить проблему климатической миграции;
- ознакомиться с соответствующими документами ООН, ранее принятыми резолюциями и международными соглашениями (Рамочная конвенция ООН об изменении климата, Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий и др.);
- подготовить приветственную речь представителя страны (до 5 минут);
- подготовить проект резолюции с конкретными предложениями от имени представляемого государства.

Этап 3. Изучение основных направлений деятельности ООН по моделируемой проблеме.

Участники знакомятся с:

- базовыми документами и резолюциями ООН по вопросам климата, миграции и гуманитарной помощи;
- деятельностью профильных органов и программ ООН (УВКБ ООН, ЮНЕП, ВМО и др.);
- правилами процедуры органа ООН, в котором предстоит работать (в данном случае – Генеральная Ассамблея или специализированный комитет).

По завершении сбора информации команда готовит доклад о позиции страны, который должен включать:

А. Сущность проблемы

- Основные составляющие проблемы (климатические изменения, уязвимость населения, миграционные потоки).
- Позиции других государств, региональных блоков и экспертов.
- Действия, предпринятые мировым сообществом (резолюции, программы, исследования).

Б. Обоснование позиции страны

- Основные аргументы в поддержку национальной позиции.
- Контраргументы к позициям оппонентов.
- Проект резолюции или поправки, предлагаемые представителями страны.

Доклад представляется устно без сопроводительных материалов (презентаций или текста) продолжительностью не более 5 минут. Делегат может опираться только на документ проекта резолюции.

Распределение ролей в команде.

Делегат (Посол) – представитель государства, уполномоченный публично выражать позицию делегации. Во время выступлений использует местоимения «мы», «наше правительство», избегая местоимения «я». Выступает с докладом страны на пленарном заседании.

Секретарь постоянного представительства – участник, в обязанности которого входит подготовка проекта резолюции и внесение в него правок после коллективного обсуждения. Во время круглого стола может перейти в роль секретаря заседания и редактировать итоговую резолюцию. Должен иметь при себе ноутбук.

Эксперт (несколько человек, при расширенном составе команды) – участник переговоров, специализирующийся на конкретных аспектах проблемы (экономические, социальные, климатические и др.). Не имеет права голоса, но может предоставлять фактическую информацию и участвовать в обсуждении на круглом столе. Во время докладов других стран фиксирует пункты, требующие изменения или уточнения с точки зрения интересов представляемого государства.

Председатель – лицо, уполномоченное вести дискуссию, избирается путем общего голосования участников, назначается преподавателем, либо сам преподаватель. Обязан знать правила процедуры, сохранять беспристрастность, управлять регламентом и обеспечивать соблюдение порядка.

Численность команды: минимум 2 человека (делегат и секретарь), при возможности – расширенный состав с экспертами.

Дресс-код: официально-деловой стиль одежды. Студентам необходимо представить, что все действительно являются участниками Заседания ООН.

Структура проекта резолюции и служебная лексика.

Проект резолюции – официальный документ, представляемый на рассмотрение. После регистрации ему присваивается номер. Резолюция состоит из двух частей:

1. Преамбула – содержит историю вопроса и описание текущего состояния проблемы. Каждый пункт преамбулы начинается с дееспричастия или дееспричастного оборота и включает ссылки на ранее принятые документы ООН.

Примеры вводных слов преамбулы:

будучи озабоченным(ой)..., будучи убежденным(ой)..., вновь подтверждая..., отмечая..., признавая..., принимая к сведению..., ссылаясь..., стремясь..., памятуя..., подчеркивая..., высоко оценивая... и др.

2. Оперативная часть – содержит план действий. Каждый пункт начинается с глагола и описывает конкретное действие. Пункты нумеруются и выделяются. Резолюция представляет собой единое предложение, точка ставится только в конце последнего пункта.

Примеры вводных слов оперативной части:

постановляет..., призывает..., настоятельно призывает..., рекомендует..., предлагает..., просит..., требует..., приветствует..., одобряет..., подтверждает..., уполномочивает..., устанавливает..., принимает... и др.

Советы по составлению резолюций:

- включайте конкретные действия, а не общие утверждения;
- не предлагайте создание новых структур без указания источников финансирования;
- проверяйте, не дублируются ли предлагаемые органы уже существующими;
- последний пункт может гласить: «постановляет продолжать активно заниматься этим вопросом».

Проведение деловой игры (90-180 минут).

Этап 1. Открытие заседания (5 минут).

Председатель произносит вступительное слово, объявляет повестку дня и напоминает правила процедуры.

Пример речи председателя:

«Уважаемые главы государств и правительств, Ваши Превосходительства, коллеги и друзья. В Уставе Организации Объединенных Наций перед всеми нами поставлена четкая задача: во главу угла ставить интересы людей. В первых словах Устава – «Мы, народы» – заключается призыв уделять центральное внимание в нашей работе интересам людей. Каждый день. Везде.

Работа ООН направлена на укрепление дружбы и сотрудничества между государствами и народами, а также на продвижение глобальной повестки. Сегодня мы рассматриваем вопрос: «Миграция в контексте изменения климата и стихийных бедствий».

Недавний ураган «Амфан» стал одним из самых разрушительных катаклизмов XXI века, последствия которого затронули более 9 миллионов человек в Бангладеш, Индии, Индонезии, Китае, Вьетнаме, Исламской Республике Иран, на Филиппинах, в Мьянме, Афганистане и Турции.

Я рад(а) приветствовать все страны на сегодняшнем заседании. Наша задача – разработать комплекс мер для предупреждения, снижения последствий и мониторинга, а также предоставления гуманитарной помощи пострадавшим от стихийных бедствий».

Этап 2. Выступления делегатов с докладами (не более 5 минут на команду).

Каждый делегат (посол) представляет позицию своей страны по вопросу повестки дня и кратко излагает основные положения проекта резолюции.

Правила выступления:

- обращение только к председателю («Господин Председатель, дамы и господа...»);
- ссылки на слова других делегатов формулируются от третьего лица;
- после каждого доклада делегаты других стран могут задать уточняющие вопросы.

Примеры речевых формул для делегатов:

- Господин Председатель, я прошу дать мне слово.
- Я хотел(а) бы выступить в поддержку / против этого предложения, так как...
- Осведомлен ли господин Председатель в том, что...
- Согласен ли выступавший с тем, что...
- Я бы хотел(а) внести поправку в резолюцию путем добавления / удаления следующих слов...
- Я призываю членов комитета поддержать данное предложение голосованием.

Примеры недопустимых формулировок:

- Вы думаете, что...
- Господин Иванов, вы сказали...

Этап 3. Круглый стол по обсуждению общей резолюции (не более 40 минут).

На данном этапе делегаты и эксперты всех стран совместно обсуждают предложения, вносят дополнения и изменения, формируют единый итоговый документ.

Порядок работы:

- делегаты и эксперты обосновывают важность предложенных пунктов;
- по каждому спорному пункту может проводиться голосование;
- секретарь одной из команд переходит в роль секретаря заседания и в режиме реального времени редактирует итоговую резолюцию;
- по окончании обсуждения документ распечатывается для подписания.

Примеры речевых формул для председателя:

- Я призываю членов комитета к порядку.
- Слово предоставляется представителю...
- Пожалуйста, сформулируйте ваше заявление в форме вопроса.
- Будут ли еще заявления?
- Дебаты прекращаются. Мы переходим к процессу голосования.
- Пусть все те, кто голосует в поддержку резолюции, поднимут руку.
- Есть ли воздержавшиеся?

Этап 4. Голосование (5 минут).

Председатель выносит итоговую резолюцию на голосование. Решение принимается, если ни один участник не проголосовал против.

Этап 5. Церемония закрытия (5 минут).

Председатель подводит итоги заседания, благодарит участников и объявляет заседание закрытым. Делегаты подписывают итоговую резолюцию.

Оценивание участников.

После завершения игры преподаватель заполняет чек-листы по выступлению представителей каждой страны для формирования обратной связи.

Таблица 3.1 – Чек-лист оценки участия в деловой игре «Модель ООН»

Критерий	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Полнота раскрытия темы	1	3
Представляемая информация систематизирована и логически связана	1	3
Ответы/вопросы представлены с примерами	1	2
Соблюдены правила заседания и составления резолюции	1	2
Итого:	4	10

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные причины создания Организации Объединенных Наций?
2. Какие существуют главные органы ООН, предусмотренные Уставом? Кратко охарактеризуйте их функции.
3. Какова роль специализированных учреждений и программ системы ООН в продвижении повестки устойчивого развития?
4. Объясните, по каким трем приоритетным направлениям работает Программа развития ООН (ПРООН) и как ее деятельность связана с реализацией Повестки дня в области устойчивого развития до 2030 года.
5. Назовите и охарактеризуйте не менее трех ключевых международных событий и документов, которые сыграли важную роль в формировании современной концепции устойчивого развития.
6. В чем заключается значение доклада «Наше общее будущее» комиссии Брундтланд и почему именно с ним связывают классическое определение устойчивого развития?

7. Какие задачи и инструменты международного экологического права и Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) существуют, и как они способствуют реализации принципов устойчивого развития?

4 ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Международное сообщество, признавая масштабность глобальных вызовов и необходимость согласованных действий, выработало амбициозную программу преобразований. В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН приняла документ «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», содержащий 17 ЦУР и 169 связанных с ними задач. ЦУР охватывают три измерения устойчивого развития – экономическое, социальное и экологическое – и признают, что искоренение бедности должно идти рука об руку с охраной планеты и обеспечением мира и процветания.

4.1 Цели устойчивого развития ООН

ЦУР 1. Ликвидация нищеты.

По данным международных организаций, примерно 700 миллионов человек живут в условиях крайней нищеты, определяемой Всемирным банком как существование на доход менее 2,15 доллара США в день (по состоянию на 2025 год).

Понятие нищеты выходит за рамки простой нехватки денежных средств. Оно охватывает отсутствие доступа к питанию, чистой воде, санитарии, образованию, здравоохранению, жилищу и социальным услугам. Нищета часто сопровождается социальной изоляцией, ограничением возможностей и отсутствием голоса в принятии решений. От уровня нищеты принято отличать более широкое понятие бедности, которое Евростатом и национальными статистическими службами определяется как доход, составляющий менее 50–60 % от медианного дохода по стране.

По данным статистики, за чертой бедности живут свыше 20 % населения Европейского союза и около 10 % жителей США. В России проблема бедности также остается актуальной, особенно среди граждан, доход которых ниже официально установленного прожиточного минимума. В развитых странах прослеживается отчетливая корреляция между уровнем безработицы и распространенностью бедности.

Взаимосвязь экономического благополучия граждан с общественным развитием очевидна. Рост числа людей, живущих в нищете, имеет множественные негативные эффекты: снижается совокупный спрос в экономике, сокращается налоговая база, возрастают расходы на социальные выплаты, увеличивается социальная напряженность, что может привести к конфликтам и дестабилизации общества. Следовательно, ликвидация нищеты и бедности является не только

моральным, но и экономическим приоритетом. Однако реализация программ по искоренению нищеты требует значительных финансовых ресурсов, и в контексте климатических изменений и кризисов существует риск сокращения международного финансирования на эти цели.

ЦУР 2. Ликвидация голода.

На сегодняшний день более 700 миллионов человек страдают от голода. Несмотря на то, что мировое сельское хозяйство производит достаточное количество продовольствия для пропитания всего населения планеты, проблема продовольственной безопасности остается критической. Основные причины голода и недоедания коренятся не столько в недостаточности производства, сколько в системных проблемах: неэффективные методы ведения сельского хозяйства, значительные потери продовольствия при производстве и распределении, неравномерный доступ к пищевым ресурсам, военные конфликты и политическая нестабильность в ряде регионов.

Питание – фундаментальная основа здоровья и благополучия человека. Недоедание и голод снижают способность к обучению, ограничивают трудовую деятельность и препятствуют достижению других Целей устойчивого развития.

Решение проблемы глобального голода невозможно достичь исключительно за счет увеличения объемов производства продовольствия. Необходимо:

- переход к устойчивому сельскому хозяйству, которое сохраняет плодородие почв и водные ресурсы;
- поддержка малых фермеров и сельских производителей;
- справедливое распределение доступа к земельным ресурсам;
- развитие инфраструктуры для снижения послеуборочных потерь;
- борьба с пищевыми отходами.

Инновационные подходы к обеспечению продовольственной безопасности включают развитие генетически устойчивых культур (с повышенной засухоустойчивостью и устойчивостью к вредителям), развитие аквакультуры и марикультуры (разведение моллюсков и водорослей в морской среде), а также расширение использования альтернативных источников белка, включая насекомых. В странах с высоким уровнем недоедания растительные и животные белки, получаемые из насекомых, могут стать экономически целесообразной и питательно полноценной альтернативой традиционному животноводству.

ЦУР 3. Хорошее здоровье и благополучие.

Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех людей независимо от возраста и социального статуса – это условие для создания справедливого и процветающего общества. Однако в области здравоохранения сохраняется значительное глобальное неравенство

в доступе к медицинским услугам, лекарствам и профилактическим программам.

С 1990 по 2015 годы произошло значительное снижение детской смертности – смертность детей в возрасте до пяти лет сократилась более чем вдвое. Между 2000 и 2015 годами вакцинация против кори спасла жизни примерно 21 миллиона человек. С 1990 по 2015 годы доля родов, проходящих под наблюдением квалифицированного медицинского персонала, увеличилась более чем на 12 процентных пункта.

Несмотря на прогресс, мир сталкивается с серьезными инфекционными и неинфекционными заболеваниями:

- ВИЧ/СПИД продолжает быть угрозой в России и других странах, требуя устойчивого финансирования лечения и профилактики.
- Малярия остается одной из ведущих причин смертности в тропических регионах, особенно среди детей до пяти лет.
- Заболеваемость туберкулезом в России остается выше среднемировых показателей, требуя активных противотуберкулезных программ.
- Паразитарные заболевания по-прежнему поражают сотни миллионов людей в развивающихся странах, влияя на физическое и умственное развитие.

Также существует риск вспышек инфекционных заболеваний, ранее контролировавшихся или искорененных, в условиях недостаточного охвата вакцинацией. Миграция населения, низкие уровни вакцинации в ряде регионов и конфликты затрудняют поддержание иммунитета популяции.

Поэтому обеспечение хорошего здоровья и благополучия требует комплексного подхода, включающего профилактику, укрепление систем здравоохранения, исследования и разработку новых методов лечения, а также справедливый доступ к медицинским услугам для всех слоев населения.

ЦУР 4. Качественное образование.

Образование является основным правом человека и ключевым фактором личностного развития, социальной мобильности и экономического роста. Оно расширяет возможности людей, укрепляет демократию и способствует достижению других целей устойчивого развития. Согласно данным ЮНЕСКО, около 250 миллионов детей во всем мире не посещают школу. При этом девочки и женщины в развивающихся странах сталкиваются с непропорционально большими препятствиями при доступе к начальному и среднему образованию. Факторы, лежащие в основе этого неравенства, включают бедность, детский труд, детские браки и культурные барьеры. Исследования показывают, что уровень образования родителей положительно коррелирует с вероятностью образования их детей.

Исследование, охватившее данные из 114 стран за период 1985–2005 годов, продемонстрировало, что каждый дополнительный год обучения соответствует снижению коэффициента Джини (стандартного показателя неравенства доходов) примерно на 1,4 процентных пункта. Это показывает, что инвестиции в образование являются эффективным инструментом преодоления социального неравенства и содействия инклюзивному экономическому росту.

Качественное образование включает развитие критического и творческого мышления, овладение базовыми навыками (грамотность и счет), адаптивность к быстро меняющимся условиям. По данным международных тестирований, около 617 миллионов молодых людей во всем мире не владеют минимальными навыками чтения и математики. Образование должно прививать такие качества, как доброта, открытость, сотрудничество и способность к адаптации.

В контексте цифровизации и глобализации наблюдается растущее признание важности непрерывного обучения на протяжении всей жизни. Как студенты, так и работающие взрослые должны постоянно совершенствовать свои навыки и знания в своей основной области и в смежных дисциплинах. Это помогает быть конкурентоспособным на рынке труда и адаптивным к технологическим изменениям, а также ко всестороннему развитию личности.

ЦУР 5. Гендерное равенство.

Прогресс в области гендерного равенства остается медленным. По оценкам ученых, для преодоления глобального гендерного разрыва при текущих темпах потребуется более 170 лет.

Хотя 143 страны закрепили принцип равенства мужчин и женщин в своих конституциях, еще 52 государств предстоит предпринять этот шаг. Это означает, что миллиарды женщин и девочек все еще не имеют конституционной защиты от дискриминации.

Масштабы нарушений прав женщин свидетельствуют об острой необходимости действий:

- Около 750 миллионов женщин и девочек в мире вступили в брак до достижения 18-летнего возраста, часто против их воли и без согласия.
- Примерно 200 миллионов женщин и девочек подверглись калечащим операциям, наносящим физический и психологический ущерб.
- В 18 странах муж имеет право юридически запретить жене работать.
- В 49 странах отсутствуют специальные законы, запрещающие домашнее насилие, включая Российскую Федерацию.
- Домашнее и гендерное насилие – это серьезное нарушение прав человека, которое подрывает здоровье, достоинство и способность людей полноценно участвовать в обществе.

На долю женщин приходится лишь 23,7 % мест в национальных парламентах мира. В частном секторе женщины часто сталкиваются с дискриминацией при приеме на работу, продвижении по карьере и оплате труда. Перерывы в карьере, связанные с материнством и семейными обязанностями, часто приводят к снижению доходов и пенсионных отчислений, создавая долгосрочный финансовый дефицит.

В 39 странах мальчики и девочки имеют неравные права на наследство. Доля женщин, имеющих права на земельную собственность, составляет лишь 13 % – это наследие исторической дискриминации и часто становится препятствием для экономической самостоятельности женщин.

Гендерные стереотипы наносят вред и мужчинам. Мужчины часто менее склонны обращаться к медицинским и психологическим услугам, выполняют более опасную и физически тяжелую работу, что приводит к более высокой производственной травматизму и смертности. Ожидания относительно мужественности часто препятствуют выражению эмоций и обращению за помощью.

Обоснованное гендерное равенство предполагает свободу для каждого человека, независимо от пола, выбирать профессию, образ жизни и деятельность в соответствии со своими интересами и способностями, без ограничений, налагаемых социальными стереотипами и дискриминацией.

ЦУР 6. Чистая вода и санитария.

Доступ к безопасной питьевой воде и безопасным санитарно-гигиеническим услугам – это основополагающие условия для обеспечения здоровья, достоинства и развития человека. Но эта потребность остается недоступной для миллиардов людей. По данным Всемирной организации здравоохранения, примерно 40 % мирового населения испытывает нехватку надежного доступа к безопасной питьевой воде.

Дефицит воды и санитарии имеет каскадные последствия для социально-экономического развития. Недостаток чистой воды и санитарии способствует распространению инфекционных заболеваний, снижает производительность труда, препятствует посещению школы детьми (особенно девочками) и увеличивает медицинские расходы и смертность.

По состоянию на 2022 год примерно 420 миллионов человек продолжали практиковать открытую дефекацию, то есть отправление естественных нужд в природной среде без использования туалетов или выгребных ям. Эта практика создает высокий риск загрязнения подземных и поверхностных водисточников патогенными микроорганизмами. Ежегодно болезни, связанные с некачественным водоснабжением и неадекватной санитарией (диарейные заболевания, холера, тиф), приводят

к смерти миллионов людей, непропорционально поражая детское население развивающихся регионов.

Решение этих проблем требует комплексного подхода:

- развитие и модернизация инфраструктуры водоснабжения и канализации;
- внедрение технологий очистки воды, доступных для развивающихся регионов;
- управление водными ресурсами с учетом растущего спроса;
- развитие систем переработки и повторного использования сточных вод;
- образование и изменение поведения в области гигиены.

ЦУР 7. Недорогостоящая и чистая энергия.

Энергия является одним из основных ресурсов для развития экономики и обеспечения жилищно-коммунальных услуг. Но эта потребность остается нереализованной для сотен миллионов людей. По оценкам, примерно 685 миллионов человек, или около 8–9 % мирового населения, по-прежнему живут без доступа к электроэнергии. Отсутствие электроснабжения создает серьезные препятствия для образования, здравоохранения, развития малого бизнеса и экономического роста в целом.

Одновременно около 2,6–3 миллиардов человек зависит от традиционной биомассы (древесина, растительные отходы, навоз животных) для приготовления пищи и отопления помещений. Использование биомассы в открытых очагах и неэффективных печах приводит к высокому уровню загрязнения воздуха в помещениях. По данным ВОЗ, это загрязнение ежегодно приводит к преждевременной смерти примерно 3,2 миллиона человек, в основном в развивающихся странах.

Энергетический сектор является доминирующим источником антропогенных выбросов парниковых газов, на его долю приходится примерно 73 % от общего объема глобальных выбросов CO₂ и других климатообразующих веществ. Это включает электроэнергию и тепло (производимые в основном из ископаемого топлива), транспорт на основе нефтепродуктов и промышленное использование энергии. Переход к энергетике на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является одним из наиболее эффективных инструментов для снижения выбросов и смягчения климатических изменений.

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), доля возобновляемой энергии в мировом производстве электроэнергии достигла примерно 30 % в 2024–2025 годах. Это представляет значительный рост по сравнению с примерно 17 % в 2015 году. В абсолютных показателях мощность возобновляемых источников энергии продолжает расширяться, однако для достижения целей Парижского соглашения темпы развития ВИЭ необходимо ускорить.

Достижение цели требует расширения доступа к электроэнергии в развивающихся регионах, одновременно переходя на возобновляемые и экологически чистые источники энергии, и улучшения энергоэффективности во всех секторах экономики.

ЦУР 8. Достойная работа и экономический рост.

Достойная работа – работа, которая обеспечивает справедливую заработную плату, безопасные условия труда, социальную защиту и возможность развития. Это необходимое условие для искоренения нищеты и построения справедливого общества. Экономический рост, основанный на таких принципах, способствует социальной стабильности и устойчивому развитию.

По данным Международной организации труда, глобальный уровень безработицы составляет примерно 5 % трудоспособного населения. Но эта статистика не отражает полной картины, так как не учитывает людей, занятых неполный рабочий день по причине отсутствия возможностей, или работающих, но не получающих достаточного дохода. С ростом трудоспособного населения в развивающихся странах требуется создание десятков миллионов новых рабочих мест ежегодно.

Более того, наличие работы не гарантирует выход из бедности. По оценкам Международной организации труда, примерно 780 миллионов человек имеют оплачиваемую работу, но их доход остается ниже порога крайней бедности (менее 2,15 доллара в день). Эти «работающие бедные» часто занимаются неформальной экономикой, лишены достойных условий труда и социальной защиты.

Также глобальный рынок труда остается подвержен существенной гендерной дискриминации. По данным МОТ, заработная плата женщин в среднем на 20–23 % ниже, чем у мужчин, даже при выполнении одинаковой работы. Уровень участия женщин в рабочей силе составляет примерно 52–55 %, в то время как для мужчин этот показатель достигает 78–80 %. Гендерный разрыв в занятости отражает как дискриминацию на рынке труда, так и неравномерное распределение домашних и семейных обязанностей, которые непропорционально ложатся на женщин.

Достижение этой ЦУР требует проведения политики полной занятости и достойной работы для всех, включая укрепление прав трудящихся, борьбу с эксплуатацией и детским трудом, и обеспечение равных возможностей независимо от пола, возраста, расы и других признаков.

ЦУР 9. Индустриализация, инновации и инфраструктура.

Инфраструктура и инновационные технологии являются критическими факторами для экономического развития, повышения производительности и улучшения качества жизни. Однако во многих развивающихся странах наблюдается значительный дефицит в области

инфраструктуры и доступа к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ).

По данным Международного союза электросвязи (МСЭ), примерно 2,6 миллиарда человек никогда не пользовались интернетом, и еще около 3 миллиардов имеют лишь ограниченный или дорогостоящий доступ. При этом почти 300 миллионов человек проживают в районах, где отсутствует покрытие мобильной сети четвертого поколения (4G) или выше. Цифровой разрыв коррелирует с географией развития: большинство интернет-пользователей сосредоточены в развитых странах и в городских районах развивающихся стран.

Во многих развивающихся регионах отсутствует необходимая материально-техническая база для экономического развития: сеть дорог и железных дорог, системы водоснабжения и электроснабжения, системы водоотведения и очистки, аэропорты и порты. Отсутствие или неудовлетворительное состояние инфраструктуры значительно повышает затраты на ведение бизнеса, снижает эффективность логистики и препятствует привлечению инвестиций.

Исторически индустриализация была ключевым фактором экономического развития. Развитие обрабатывающей промышленности создает рабочие места, способствует технологическому прогрессу, повышает производительность труда и расширяет налоговую базу государства. Но индустриализация должна проводиться устойчивым образом, с учетом экологических последствий и необходимости перехода к чистым технологиям. Это требует значительных капиталовложений в инфраструктуру, поддержки научных исследований и разработок, содействия инновационному предпринимательству и обеспечения доступа к технологиям для развивающихся стран.

ЦУР 10. Уменьшение неравенства.

Сосредоточение экономической власти и ресурсов в руках небольшого числа людей подрывает демократические институты, социальную справедливость и стабильность общества, несмотря на общее увеличение абсолютных показателей благосостояния в мире

Согласно данным различных международных организаций, в том числе Оксфама и Всемирного банка:

- 10 % богатейшего населения контролирует примерно 40–50 % мирового богатства.
- 1 % самых богатых людей владеет примерно 35–40 % совокупного богатства.

В 2023 году пятеро богатейших людей мира (по совокупной стоимости активов) обладали суммарным имуществом, эквивалентным суммарному богатству примерно 4,6 миллиарда человек (более половины мирового населения).

Напротив, 50 % беднейшего населения владеет менее чем 1 % мирового богатства. Это неравенство сопровождается неравным доступом к услугам здравоохранения, образованию, социальной защите и справедливому правосудию.

Неравенство многомерно и проявляется по различным признакам:

- Доход и богатство – основной измеритель экономического неравенства.
- Пол – женщины часто сталкиваются с дискриминацией в доступе к ресурсам, занятости и наследованию имущества.
- Возраст – молодежь и пожилые люди часто находятся в более уязвимом положении на рынке труда и в социальной сфере.
- Инвалидность – люди с ограничениями здоровья сталкиваются с барьерами в доступе к образованию, занятости и физической инфраструктуре.
- Раса, этничность и религия – дискриминация по этим признакам сохраняется во многих обществах.
- География – жители сельских и периферийных районов часто имеют меньше доступа к услугам и возможностям развития.

Неравенство в доходах имеет выраженный гендерный компонент: примерно 25–30 % всего неравенства связано с различиями в благосостоянии между мужчинами и женщинами. Женщины чаще живут с доходом ниже 50 % от средних показателей в стране, что отражает комбинацию факторов: дискриминацию на рынке труда, неоплачиваемый домашний труд, разрывы в карьере и более низкую пенсионную базу.

Для решения проблемы неравенства необходимо:

- прогрессивное налогообложение доходов и богатства;
- инвестиции в образование, здравоохранение и социальную защиту, особенно для уязвимых групп;
- обеспечение равных возможностей при приеме на работу;
- защита и расширение прав мигрантов, беженцев и других маргинализированных групп;
- укрепление права на справедливый суд и доступ к правосудию для всех.

Достижение ЦУР 10 требует не только перераспределительных мер, но и структурных изменений в экономических и политических системах, направленных на создание более справедливого и инклюзивного общества.

ЦУР 11. Устойчивые города и населенные пункты.

Урбанизация является одной из определяющих тенденций развития населения. По прогнозам Организации Объединенных Наций, к 2050 году в городских поселениях будет проживать примерно 68 % мирового населения, по сравнению с текущими 56 %. Города выступают центрами экономического развития, культурной и научной деятельности, однако

они одновременно являются источниками серьезных экологических и социальных проблем.

Несмотря на то, что города занимают менее 3 % земной поверхности, на них приходится 60–80 % глобального потребления энергии и примерно 75 % выбросов углекислого газа. Это связано с концентрацией населения, экономической деятельности, транспорта и энергоемких промышленных объектов в городских агломерациях.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), с начала 2016 года примерно 90 % городского населения мира дышит воздухом, который не соответствует установленным стандартам безопасности. Загрязнение атмосферного воздуха в городах в значительной мере обусловлено выбросами от автотранспорта, промышленных предприятий и систем отопления. По оценкам ВОЗ, ежегодно около 4,2 миллиона человек преждевременно умирают от заболеваний, связанных с загрязнением воздуха, что является одним из главных факторов риска для здоровья в мире.

Параллельно с урбанизацией происходит рост числа людей, проживающих в условиях крайней нищеты в городских трущобах. По данным ООН-Хабитат, примерно 883 миллиона человек во всем мире живут в неформальных поселениях и трущобах, характеризующихся отсутствием надлежащих коммунальных услуг, безопасности владения жильем и адекватного жилищного стандарта. Трущобы часто становятся очагами преступности, болезней и социальной дезинтеграции.

Достижение ЦУР 11 требует переориентации городского развития на принципы устойчивости: разумное городское планирование, развитие общественного транспорта, создание озеленения и парков, внедрение экологически чистых энергетических систем и обеспечение доступного жилья для всех слоев населения.

ЦУР 12. Ответственное потребление и производство.

Современная модель производства и потребления экологически неустойчива. Для удовлетворения текущего спроса человечества требуется ресурсов эквивалента примерно 1,75 земных планет, что означает глубокий дефицит при существующих темпах извлечения ресурсов и генерирования отходов.

Наиболее значительное воздействие на окружающую среду оказывают нефтяная промышленность и индустрия моды. Нефтяная промышленность является источником выбросов парниковых газов, загрязнения почв и водных ресурсов. Текстильная промышленность потребляет огромные объемы пресной воды (около 2700 литров воды на производство одной хлопковой рубашки), использует токсичные химические красители и генерирует значительные объемы текстильных отходов.

Домашние хозяйства ответственны примерно за 29 % мирового потребления энергии и генерируют около 21 % глобальных выбросов углекислого газа. Значительная часть этих выбросов связана с использованием неэффективного (неэкономного) осветительного оборудования. По данным исследований, переход с обычных ламп накаливания и люминесцентных ламп на светодиодное (LED) освещение мог бы ежегодно экономить примерно 120 миллиардов долларов США и снизить выбросы парниковых газов.

Достижение ЦУР 12 требует системного перехода к «циклической экономике», в которой отходы одного процесса становятся ресурсом для другого, что минимизирует потребление первичных материалов и объемы захоронения отходов.

ЦУР 13. Борьба с изменением климата.

Изменение климата – один из наиболее критических вызовов для человечества. В отличие от естественных колебаний климата, происходящих на протяжении геологической истории, текущее потепление происходит беспрецедентно быстро и вызвано деятельностью человека.

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), средняя глобальная температура уже повысилась примерно на 1,2 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем (1850–1900 годы). Согласно Парижскому соглашению, международное сообщество ставит целью ограничить потепление величиной существенно ниже 2 °С, с устремлением ограничить его 1,5 °С. Но текущая траектория выбросов парниковых газов приводит к потеплению порядка 2,7–3 °С к концу XXI века при отсутствии дополнительных мер.

Даже при потеплении на 1,2 °С уже наблюдаются серьезные последствия: учащение экстремальных погодных явлений (волны тепла, наводнения, засухи), повышение уровня моря, таяние ледников и многолетней мерзлоты, сдвиг ареалов биологических видов и снижение продуктивности некоторых сельскохозяйственных культур.

Парижское соглашение, принятое в 2015 году и ратифицированное 195 сторонами, установило исторически первый универсальный и юридически обязывающий рамочный договор по климату. Соглашение предусматривает национально определяемые вклады (НОВ) каждой страны по сокращению выбросов и адаптации к климатическим изменениям.

Достижение ЦУР 13 требует масштабного перехода глобальной энергетики к возобновляемым источникам, повышения энергоэффективности, защиты и восстановления экосистем, поглощающих углерод, и справедливого финансирования климатических действий в развивающихся странах.

ЦУР 14. Сохранение морских экосистем.

Мировые океаны покрывают примерно 71 % земной поверхности и являются источником жизни и средств к существованию для миллиардов

людей. Около 3 миллиардов человек зависят от морского и прибрежного биоразнообразия как основного источника пищи, занятости и дохода.

По оценкам Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), примерно 30 % мировых океанов подверглись значительному воздействию человеческой деятельности. Основные угрозы включают:

Загрязнение пластиком. Ежегодно в океаны попадает около 8–10 миллионов тонн пластика, что приводит к деградации морских экосистем. Пластик фрагментируется в микрочастицы, которые попадают в пищевые цепи морских организмов, включая рыб и моллюсков, употребляемых человеком.

Перелов рыбы. По данным ФАО, примерно 90 % коммерчески важных рыбных запасов находятся на грани полного истощения или уже истощены. Перелов разрушает структуру морских экосистем и снижает способность популяций восстанавливаться.

Деградация коралловых рифов. Примерно 50 % коралловых рифов мира подверглись обесцвечиванию и частичной гибели в результате повышения температуры воды и загрязнения. Коралловые рифы являются одними из наиболее биологически продуктивных экосистем, поддерживающих около 25 % морской фауны.

Закисление океана. Мировые океаны поглощают более 30 % углекислого газа, выбрасываемого в результате человеческой деятельности. Это приводит к снижению pH воды, что затрудняет образование панцирей и скелетов у морских организмов (моллюсков, иглокожих, некоторых видов рыб).

Более 40 % мирового населения живет в пределах 100 километров от побережья и зависит от морских ресурсов. Это концентрирует давление на прибрежные экосистемы и требует особого внимания к управлению морскими ресурсами.

Достижение ЦУР 14 требует: создания и расширения морских охраняемых территорий, введения запретов на деструктивные методы рыболовства, снижения загрязнения пластиком и химическими веществами, а также справедливого распределения морских ресурсов между прибрежными странами и сообществами.

ЦУР 15. Сохранение экосистем суши.

Наземные экосистемы – леса, степи, пустыни, горы – обеспечивают критически важные экосистемные услуги: регулирование климата, водный цикл, опыление, контроль вредителей и производство продовольствия.

По данным ФАО, с 1990 года мир потерял примерно 420 миллионов гектаров лесной площади – эквивалент площади Индии. Основными причинами обезлесения являются сельскохозяйственное расширение (особенно для скотоводства и выращивания пальмового масла), неустойчивая заготовка древесины и развитие инфраструктуры. Около

1 миллиарда человек зависит от лесов как источника пищи, топлива, материалов и дохода.

Примерно 75 % наземных экосистем значительно изменены или деградированы в результате человеческой деятельности (сельского хозяйства, пастбищного животноводства, урбанизации, загрязнения). Эти изменения привели к потере местообитаний и резкому сокращению численности диких видов.

По оценкам Межправительственной платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам (IPBES), более 1 млн видов растений и животных находятся под угрозой исчезновения. Потеря видов происходит в 100–1000 раз быстрее, чем в периоды естественного вымирания (фоновые скорости). Каждый вид утраты представляет потенциальную потерю генетических ресурсов и экосистемных функций.

Исследования показывают, что восстановление деградированных земель (через лесовосстановление, восстановление почв и управление пастбищами) может повысить сельскохозяйственную продуктивность на 50 % в некоторых регионах. Леса в настоящее время поглощают примерно 2,6 миллиарда тонн углекислого газа в год, что эквивалентно примерно 7–8 % годовых выбросов парниковых газов человечеством. Поэтому защита и восстановление лесов является критически важной стратегией смягчения климатических изменений.

В 2024 году примерно 17 % суши и 8 % морских районов мира находятся под защитой в виде национальных парков, заповедников и иных охраняемых территорий. Однако эксперты IPBES указывают, что для эффективного сохранения глобального биоразнообразия необходимо защитить не менее 30 % наземных и морских экосистем.

Достижение данной ЦУР требует активного участия местных и коренных сообществ, чьи традиционные знания и практики часто обеспечивают устойчивое управление природными ресурсами, интеграции природоохранных целей в сельскохозяйственную политику.

ЦУР 16. Мир, правосудие и эффективные институты.

Мир, справедливость и эффективные государственные институты – это необходимые предпосылки для устойчивого развития и благополучия человека. Данная цель признает, что все люди независимо от этнической принадлежности, религии, пола и политических взглядов имеют право жить в безопасности, иметь доступ к справедливому правосудию и участвовать в политическом процессе.

Факторы нестабильности общества включают вооружённые конфликты, организованную преступность и коррупцию. По данным SIPRI (2023 г.), число локальных войн достигло исторического максимума. Прямое насилие ежегодно затрагивает миллионы людей. Социальные институты разрушаются. Экономический рост тормозится.

Торговля людьми порабощает 27 млн человек. Наркотрафик и нелегальное оружие дестабилизируют государства. Коррупция приводит к воровству бюджетов развития. Доверие к власти снижается. Инвестиции оттекают. Дискриминационные практики и цензура ограничивают развитие человеческого капитала. Конфликты вызывают капиталотток, снижение производительности труда, эмиграцию квалифицированных кадров.

Достижение ЦУР требует укрепления верховенства закона, борьбы с коррупцией, обеспечения независимости судебной системы, защиты свободы выражения и собраний, а также развития справедливых и эффективных механизмов урегулирования конфликтов.

ЦУР 17. Партнерство в интересах устойчивого развития.

Эффективное сотрудничество на глобальном, региональном и местном уровнях является ключом к достижению всех целей устойчивого развития. Поэтому важно налаживать партнерские отношения между правительствами, частным сектором, гражданским обществом и населением.

В современном мире молодежь играет важную роль в формировании будущего. По данным различных исследований, около 30 % молодежи являются представителями «компьютерного поколения» и активно используют интернет в течение последних пяти лет. Однако стоит отметить, что более 4 миллиардов человек по-прежнему не имеют доступа к интернету, причем 90 % из них проживают в развивающихся странах. Это цифровое неравенство создает дополнительные барьеры для участия в глобальных инициативах по устойчивому развитию и требует внимания со стороны всех заинтересованных сторон.

4.2 Личный вклад в достижение Целей устойчивого развития

ЦУР – это повестка и для правительств, и международных организаций, и призыв к каждому члену общества принять активное участие в преобразовании мира. Индивидуальные действия, накапливаясь, образуют коллективную силу, способную создать значительные перемены. Далее представлены конкретные действия, которые каждый человек может предпринять для содействия достижению ЦУР.

Действия в области ликвидации нищеты, образования и здравоохранения.

Изучение причин нищеты и социального неравенства в своей стране и регионе. Понимание структурных факторов, способствующих бедности и социальному исключению, позволяет более осознанно голосовать и поддерживать политики, направленные на справедливое распределение ресурсов.

Благотворительность и поддержка нуждающихся. Добровольные пожертвования, волонтерская деятельность и помощь местным организациям, работающим с уязвимыми группами населения, непосредственно улучшают жизнь людей, живущих в нищете.

Популяризация вакцинации и здорового образа жизни. Распространение научно-обоснованной информации о профилактике заболеваний, включая вакцинацию, здоровое питание и физическую активность, способствует улучшению здоровья населения.

Непрерывное образование и развитие навыков. Обучение на протяжении всей жизни – в формальной и неформальной системе образования – позволяет адаптироваться к изменяющимся условиям рынка труда и общества.

Социальное взаимодействие и справедливость.

Проявление доброжелательности, эмпатии и толерантности. Уважительное отношение к людям независимо от их социального происхождения, культурной принадлежности, религии и убеждений создает основу для социального согласия и включения.

Активное осуждение и пресечение проявлений расизма, сексизма, возрастной дискриминации, дискриминации по инвалидности и иных форм социального исключения способствует созданию более справедливого общества. Информирование себя и других о правах человека, поддержка организаций, занимающихся защитой прав, и активное участие в отстаивании своих прав и прав других способствуют укреплению верховенства закона.

Вовлечение в работу местных органов власти, общественных советов, советов попечителей образовательных учреждений и иных форм гражданского участия позволяет влиять на решения, влияющие на жизнь сообщества.

Действия в области экономики и устойчивого потребления.

Покупка товаров и услуг, производство которых не связано с эксплуатацией труда, использованием детского труда или нарушением прав работников, создает спрос на этично произведенные товары. Понимание основ личного и семейного финансового управления, инвестирования и сбережения позволяет людям улучшить свое финансовое благополучие и принимать обоснованные экономические решения. Установка солнечных панелей, использование энергоэффективных приборов и инвестирование в проекты возобновляемой энергии (в той мере, в какой это доступно) снижает личный углеродный след и поддерживает переход к чистой энергетике. Финансовая поддержка, распространение информации и использование товаров и услуг предприятий и стартапов, решающих социальные и экологические проблемы, способствует масштабированию положительных инноваций.

Действия в области охраны окружающей среды.

Экономия водных и энергетических ресурсов. Минимизация использования воды в быту (короткие души, закрытие крана при чистке зубов, применение эффективных сливных механизмов в туалетах),

отключение электроприборов, использование энергосберегающего освещения и изоляция жилищ снижают личное потребление ресурсов.

Применение концепции «5 R» в повседневной жизни:

- *Refuse (отказ)* – осознанный отказ от приобретения и использования одноразовых предметов (пластиковых пакетов, посуды, упаковки), которые быстро становятся отходами.
- *Reduce (сокращение)* – снижение объема потребления до необходимого минимума, отказ от излишних покупок и осознанный выбор в пользу долговечных товаров.
- *Reuse (повторное использование)* – максимальное использование предметов быта, одежды и других товаров до полного износа, а также передача годных предметов другим людям.
- *Recycle (переработка)* – отдельный сбор отходов и их отправка на переработку, что позволяет вторично использовать материалы и снижает объемы захоронения отходов.
- *Rot (компостирование)* – превращение органических отходов (пищевые остатки, листья, трава) в компост для использования в садоводстве и сельском хозяйстве, замыкая биологический цикл.

Участие в посадке и защите деревьев, кустарников и иной растительности, поддержка парков и защищенных природных территорий, ограничение использования пестицидов и удобрений в личном садоводстве способствуют сохранению биоразнообразия и снижению углеродного следа. Использование общественного транспорта, велосипедов или пешком, сокращение авиаперелетов, снижение потребления животных продуктов (особенно красного мяса) и выбор в пользу местных продуктов – все это снижает выбросы парниковых газов.

Будущее мира в 2030 году и далее будет определяться совокупностью решений и действий, предпринимаемых ныне миллиардами людей. Каждый выбор – в пользу справедливости, в защиту природы, в поддержку инноваций, в укреплении солидарности – вносит вклад в достижение Целей устойчивого развития.

Достижение амбициозной повестки 2030 требует не только политической воли и международной кооперации, но и глубокого личного убеждения каждого человека в том, что его действия имеют значение. Перефразируя слова из Повестки дня 2030: мир в 2030 году будет таким, каким его сделаем мы – посредством осознанного выбора, активной гражданской позиции и ответственного отношения к своей планете и сообществам, в которых мы живем.

Практикум 4. Сообщение по ЦУР/Конвенциям ООН/Нацпроектам

Цель практического занятия. Данный практикум направлен на формирование глубокого понимания концепции устойчивого развития,

механизмов международного сотрудничества в этой области и связей между глобальными целями и локальными действиями. Через самостоятельную подготовку и презентацию сообщений обучающиеся развивают аналитические навыки, компетенции в публичной коммуникации и осознают личную причастность к решению глобальных проблем.

Вариант 1. Сообщение по Целям устойчивого развития.

Организация работы:

- Подготовка сообщения осуществляется на практических занятиях в аудитории с использованием отведенного учебного времени.
- Обучающиеся готовят краткое сообщение в устной форме, сопровождаемое визуальными материалами (презентацией, инфографикой, видеоматериалом или иными средствами наглядности) по одной из 17 Целей устойчивого развития.

Формирование рабочих групп:

- Если количество студентов составляет 17 человек или менее, каждый обучающийся самостоятельно выбирает одну из 17 ЦУР и готовит индивидуальное сообщение.
- Если численность группы составляет до 34 человек, обучающиеся разбиваются на пары, каждая из которых выбирает одну ЦУР.
- Для групп более 34 человек допускается формирование команд по 2–3 человека.

Преподаватель может назначить определенную роль для анализа ЦУР (например, представитель органов местного самоуправления, пенсионер, школьник, сельскохозяйственный производитель), что позволяет анализировать цель с различных социальных перспектив.

Выбор ЦУР осуществляется обучающимися самостоятельно либо по указанию преподавателя. При необходимости охватить не все ЦУР на одном занятии преподаватель кратко излагает содержание и ключевые аспекты целей, не выбранных студентами.

Время на подготовку сообщения: 50 минут (может варьироваться преподавателем, но не менее 20–30 минут в зависимости от сложности темы и имеющихся источников информации).

Длительность сообщения: не более 5 минут.

Время на вопросы и ответы: от 1 до 5 минут (регулируется преподавателем в зависимости от количества команд и логики проведения занятия).

Каждое сообщение должно содержать анализ следующих аспектов выбранной ЦУР:

1. Суть и содержание ЦУР – краткое определение проблемы или области развития, на которую направлена ЦУР.
2. Основные задачи и целевые показатели – конкретные задачи, установленные в рамках ЦУР на период до 2030 года.

3. Обоснование актуальности – объяснение того, почему вопрос, которому посвящена ЦУР, является важным и требует приоритетного внимания.
4. Прогресс – обзор действий и достижений, реализованных мировым сообществом, отдельными государствами и организациями на пути к достижению ЦУР.
5. Связь с будущей профессией – анализ прямых и косвенных связей между содержанием ЦУР и профессиональной деятельностью в выбранной сфере (например, как специалист в области экотехнологий может способствовать достижению ЦУР 6, 7, 12, 13, 14, 15).
6. Статус достижения ЦУР в Российской Федерации – анализ текущего состояния реализации выбранной ЦУР в России, включая соответствующие национальные проекты и программы.
7. Перспективы и вызовы - оценка возможностей и препятствий для достижения ЦУР в России в среднесрочной перспективе.
8. Инициативы и возможности на локальном уровне – описание конкретных механизмов и инициатив достижения ЦУР на уровне субъекта Российской Федерации, города или муниципального образования, включая примеры из практики, если обучающийся проживал в других регионах.

Вариант 2. Сообщение по международным конвенциям ООН в области окружающей среды.

Второй вариант практикума предполагает самостоятельное изучение обучающимися одной из международных конвенций ООН в области окружающей среды и подготовку аналитического питча (краткого выступления) по выбранному документу.

Организация работы:

- Подготовка сообщения осуществляется на практических занятиях с использованием предоставленного учебного времени (максимум 60 минут).
- Обучающиеся готовят краткое сообщение в формате питча (краткого убедительного выступления) в устной форме, индивидуально или в парах.
- Выбор конвенции осуществляется обучающимся самостоятельно с официального веб-сайта Организации Объединенных Наций в разделе, посвященном конвенциям в области окружающей среды, либо предоставляется преподавателем.
- Длительность сообщения: не более 5 минут.

Ключевые вопросы, отражаемые в сообщении:

1. Обоснование выбора конвенции – объяснение причин, по которым была выбрана именно данная конвенция, и ее значимость для решения глобальной или региональной экологической проблемы.

2. Описание решаемой проблемы – анализ экологической или природоохранной проблемы, которую призвана решать конвенция.
3. Участие Российской Федерации и актуальность для России – информация о статусе подписания и ратификации конвенции Российской Федерацией, оценка актуальности выбранной конвенции для решения экологических проблем в России и обоснование данной оценки.
4. Содержание конвенции – краткое изложение основных положений, принципов и обязательств, предусмотренных конвенцией.

Вариант 3. Сообщение по национальным проектам России в контексте устойчивого развития.

Третий вариант практикума предполагает анализ соотношения между национальными проектами Российской Федерации и международными ЦУР, что позволяет проследить, как глобальная повестка воплощается в национальную политику и местные инициативы.

Российская Федерация реализует национальные проекты по различным направлениям, включая образование, здравоохранение, экологию, жилищное строительство, аграрное развитие и иные сферы. Каждый из этих проектов прямо или косвенно связан с одной или несколькими ЦУР.

Организация работы:

- Подготовка сообщения осуществляется на практических занятиях в течение 50–60 минут.
- Обучающиеся готовят сообщение индивидуально или в командах по 2–3 человека.
- Выбор национального проекта осуществляется самостоятельно либо предоставляется преподавателем.
- Длительность сообщения: не более 5 минут.

Содержание сообщения:

1. Краткое описание целей, задач и основных направлений реализации национального проекта.
2. Анализ соотношения между национальным проектом и одной или несколькими ЦУР; описание того, как реализация проекта способствует достижению выбранных целей.
3. Описание целевых показателей национального проекта и достигнутых результатов к моменту подготовки сообщения.
4. Анализ осуществления национального проекта на уровне конкретного субъекта Российской Федерации или муниципального образования.
5. Оценка трудностей при реализации проекта и потенциальных возможностей для улучшения результативности.

Оценивание выступлений:

После каждого сообщения рекомендуется заполнять чек-лист (Таблица 4.1) для формирования объективной обратной связи и фиксации ключевых достижений и областей для совершенствования.

Таблица 4.1 – Чек-лист оценки сообщения по Целям устойчивого развития

Критерий	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Соответствие содержания сообщения заявленной теме и грамотность изложения	0 – содержание сообщения не по выбранной теме	1 – содержание сообщения по выбранной теме
Содержательные ответы на вопросы аудитории и преподавателя, демонстрирующие глубину проработки вопроса	0 – студент не смог ответить на вопрос или ответил не по теме вопроса	1 – студент дал развернутый ответ на вопрос
Критерий	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Соблюдение регламента	0 – выступление длилось более 6 минут	1 – выступление длилось не более 5 минут
Использование сопроводительной презентации и ее качество	0 – сообщение без презентации	1 – сообщение сопровождается качественной и красивой презентацией
Навык публичных выступлений	0 – студент пользовался текстовым материалом зачитывая его	1 – студент умение интересно и понятно рассказывать, держать контакт с аудиторией, не пользоваться заготовленным конспектом при выступлении

Методические рекомендации для преподавателя:

- Преподаватель имеет право варьировать время подготовки в зависимости от сложности выбранной темы и доступности источников информации, но рекомендуемое минимальное время на подготовку составляет 20–30 минут, максимальное – 60 минут.
- Преподаватель самостоятельно регулирует время, отведенное на вопросы и ответы, в зависимости от количества выступающих и логики проведения занятия, обеспечивая баланс между участием аудитории и соблюдением общего регламента.
- Заполнение чек-листов после каждого выступления позволяет предоставить обучающимся конструктивную обратную связь

и документировать прогресс в развитии навыков публичных выступлений.

- При наличии учебного времени возможна реализация всех трех вариантов практикума на протяжении семестра, что обеспечивает комплексное изучение вопросов устойчивого развития с разных перспектив.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните, почему ЦУР ООН рассматриваются как единый комплекс, охватывающий экономическое, социальное и экологическое измерения, и какие риски возникают при односторонней фокусировке только на одном из них.
2. Какие системные причины лежат в основе голода и недоедания в мире, если продовольствия в целом производится достаточно? Упомяните, как связаны сельское хозяйство, потери пищи, конфликты и доступ к ресурсам.
3. Какие есть примеры прогресса и сохраняющихся проблем в сфере здравоохранения, и как они отражают неравенство в доступе к медицине.
4. Как образование влияет на социальное и экономическое неравенство? Объясните, используя связи между уровнем образования, доходами и показателями неравенства.
5. Какие существуют формы дискриминации и ограничений по признаку пола?
6. Объясните, как дефицит безопасной воды и санитарии влияет на здоровье, образование и экономическое развитие населения, и почему улучшение водной инфраструктуры рассматривается как одно из ключевых направлений устойчивого развития.
7. Почему трансформация энергетики (доступность энергии, переход к возобновляемым источникам, повышение энергоэффективности) является центральным условием для снижения глобальных выбросов парниковых газов и устойчивого развития в целом?
8. Как статистические данные помогают оценивать масштаб проблем и определять приоритеты политики.
9. Как работа над мини-исследованиями помогает вам осмыслить личный и профессиональный вклад в устойчивое развитие?

5 СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

5.1 Основные направления перехода России к устойчивому развитию

Концепция устойчивого развития, хотя и сформулирована относительно недавно (в 1987 году в докладе Комиссии Брундтланд «Наше общее будущее»), заняла центральное место в политике развития

на международном и национальном уровнях. Вместе с тем динамичность глобальных процессов – технологические инновации, изменение климата, социальные трансформации – ставит перед исследователями и практиками вопрос о том, какие аспекты классической концепции устойчивого развития нуждаются в переосмыслении и актуализации.

Данная глава посвящена анализу современного толкования устойчивого развития, обзору реализованных инициатив и проектов, оценке их масштаба и воздействия, а также обсуждению ключевых вызовов, стоящих перед международным сообществом при переходе к модели социально-экономического развития, гармонизирующей экономический рост, социальную справедливость и экологическую целостность.

Переход к устойчивому развитию требует сбалансированного и интегрированного подхода к решению взаимосвязанных проблем. Классическое определение устойчивого развития, предложенное Комиссией Брундтланд, подчеркивает необходимость удовлетворения потребностей нынешнего поколения без ущерба возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Это требует одновременного решения трех взаимосвязанных задач:

- социально-экономического развития (обеспечение достойного уровня жизни, занятости и благосостояния для растущего населения);
- охраны и восстановления окружающей среды (сохранение природных экосистем, предотвращение деградации земель, защита атмосферы и водных ресурсов);
- сохранения природного капитала (управление возобновляемыми и невозобновляемыми ресурсами таким образом, чтобы обеспечить их доступность для будущих поколений).

Ключевое понимание состоит в том, что биосфера и природные системы – это не источники материальных ресурсов, а жизненно важная основа для функционирования всех социальных и экономических систем. Истощение природного капитала и деградация экосистем подрывают фундамент долгосрочного благосостояния и экономической безопасности.

Развитие нормативно-правовой базы.

Важным элементом развития нормативно-правовой базы в сфере устойчивого развития является экологическое законодательство, определяющее стандарты выбросов загрязняющих веществ, предельные нормы антропогенного воздействия на экосистемы, требования к экологической оценке проектов и управлению отходами. Но нормативное регулирование должно быть дополнено и экономическими механизмами стимулирования, которые ограничивают деструктивную деятельность и вознаграждают экологически ответственное поведение.

Налоговая политика может выступать мощным инструментом изменения хозяйственной деятельности. Введение налогов на выбросы углерода, сборов на использование природных ресурсов и штрафов

за загрязнение создает экономические стимулы для сокращения экологического следа. Одновременно снижение налоговой нагрузки на экологически чистые технологии и возобновляемые источники энергии ускоряет инвестиции в эти сектора. Механизмы торговли выбросами (например, системы cap-and-trade) позволяют устанавливать верхний лимит выбросов парниковых газов и создавать рынок для торговли правами на выбросы, что экономически стимулирует компании сокращать загрязнение. Платежи за экосистемные услуги (услуги, предоставляемые природой, такие как очистка воды, опыление, регулирование климата) признают экономическую ценность природных систем и создают механизмы компенсации за их защиту и восстановление.

Стимулирование экологически устойчивой хозяйственной деятельности.

Переход к устойчивому развитию требует переосмысления того, как измеряется и оценивается хозяйственная деятельность. Традиционные показатели, такие как валовой внутренний продукт (ВВП), не учитывают истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. Разработка альтернативных показателей – скорректированного чистого дохода (ANI), индекса подлинного прогресса (Genuine Progress Indicator) и иных методов оценки – позволяет полнее учитывать социальные и экологические последствия хозяйственной деятельности.

Важно установить четкие границы и механизмы ответственности хозяйствующих субъектов за экологические последствия их деятельности. Это может включать:

- обязательность проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) перед реализацией крупных проектов;
- установление лимитов и стандартов на выбросы и использование ресурсов;
- страхование экологической ответственности для компенсации ущерба в случае загрязнения или аварий;
- участие заинтересованных сторон в принятии решений о размещении промышленных объектов и инфраструктуры.

Оценка хозяйственной емкости экосистем.

Ключевым инструментом устойчивого природопользования является оценка хозяйственной емкости (несущей способности) локальных и региональных экосистем. Хозяйственная емкость экосистемы определяется как максимальный уровень хозяйственной деятельности, который экосистема может поддерживать без необратимой деградации своих функций и способности обеспечивать экосистемные услуги.

Такая оценка включает:

- изучение биологической продуктивности экосистемы (способности к регенерации биомассы);

- анализ устойчивости экосистемы к различным видам антропогенного воздействия (вырубка лесов, распашка земель, добыча полезных ископаемых, загрязнение);
- определение допустимых пределов использования ресурсов и генерирования отходов;
- прогнозирование долгосрочных экологических и экономических последствий текущего и планируемого хозяйственного развития.

На основе такой оценки разрабатываются стратегии управления природными ресурсами и охраны окружающей среды, которые минимизируют негативное воздействие на экосистемы при сохранении возможности удовлетворения хозяйственных потребностей. Это позволяет предотвратить деградацию почв, сохранить биоразнообразие, поддерживать качество воды и воздуха и создать основу для долгосрочного экономического развития.

Роль просвещения и гражданского общества в переходе к устойчивому развитию.

Просвещение населения и формирование экологического сознания – это неотъемлемая часть перехода к устойчивому развитию. Образование в области устойчивого развития должно начинаться с начальной школы и продолжаться в течение всей жизни. Оно включает как теоретическое понимание (знание о причинах экологических проблем, о взаимосвязях в природе и обществе), так и практические навыки (применение экологических практик в повседневной жизни).

Образование для устойчивого развития должно способствовать развитию критического мышления, компетенций в области принятия решений и навыков сотрудничества, необходимых для решения сложных экологических и социальных проблем.

Роль гражданского общества и экологических организаций.

В Российской Федерации и во всем мире наблюдается растущее участие гражданского общества в решении проблем устойчивого развития. Рост числа некоммерческих экологических организаций, инициативных групп и активистов свидетельствует об усилении сознательности граждан и их готовности принимать активное участие в защите окружающей среды.

Функции гражданского общества:

- Просветительская деятельность (распространение информации о природоохранных проблемах, образование населения о принципах устойчивого развития).
- Мониторинг и контроль (наблюдение за деятельностью государственных органов и компаний, проверка соответствия нормам экологического законодательства).
- Защита интересов общественности (участие в процессах принятия решений по вопросам, влияющим на окружающую среду,

представление интересов местных сообществ при планировании хозяйственных проектов).

- Инициирование перемен (разработка и внедрение инновационных проектов и практик в области устойчивого развития).
- Укрепление социального капитала (создание сетей сотрудничества и доверия между членами общества и между государством и обществом).

Экологические движения и активизм играют значительную роль в повышении приоритета вопросов охраны окружающей среды в политической повестке. Молодежные климатические движения, глобальные кампании по защите океанов и лесов, инициативы по борьбе с загрязнением пластиком – все эти движения привлекают внимание международного сообщества и стимулируют принятие более амбициозных политических мер.

Вместе с тем сотрудничество между государственными органами, научным сообществом, бизнесом и гражданским обществом является наиболее эффективным подходом к достижению целей устойчивого развития. Такое партнерство позволяет комбинировать политическую волю, научные знания, инновационные решения и энергию граждан для решения сложнейших проблем.

5.2 Принципы и методы достижения устойчивого развития в мировом сообществе

Реализация концепции устойчивого развития требует теоретической, методологической и технологической базы, опирающейся на новейшие достижения науки и техники. Данный раздел посвящен анализу ключевых принципов и методов, способствующих переходу к устойчивому развитию, а также роли различных социальных групп, особенно молодежи, в этом процессе.

Одним из фундаментальных принципов устойчивого развития является инвестирование в развитие научной и технологической базы, которая обеспечит внедрение экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий. Это включает:

- фундаментальные научные исследования в области экологии, охраны окружающей среды, возобновляемых источников энергии, циклической экономики и зеленых технологий;
- экономические исследования влияния экологических факторов на развитие, стоимости экосистемных услуг, перспектив зеленого роста и перехода к низкоуглеродной экономике;
- социальные исследования поведения потребителей, социальных факторов, влияющих на принятие экологически ответственных решений, и механизмов вовлечения граждан в процессы устойчивого развития;

- прикладные разработки чистых технологий, позволяющих удовлетворять человеческие потребности при минимизации воздействия на окружающую среду.

Трансферт технологий из развитых стран в развивающиеся является критически важным компонентом глобального перехода к устойчивости, поскольку позволяет странам с ограниченными ресурсами ускорить внедрение передовых экологических и энергетических технологий.

Молодежь играет центральную роль в переходе к устойчивому будущему по нескольким причинам. Молодые люди будут жить с долгосрочными последствиями решений, принимаемых сегодня, и, таким образом, имеют наибольший личный интерес в обеспечении устойчивого развития. Также молодежь обладает инновационным потенциалом, технологической грамотностью и энергией, необходимыми для разработки и внедрения новых решений. И молодежные движения демонстрируют способность мобилизовывать общественное мнение и стимулировать политические изменения в области климата и окружающей среды.

Международное сообщество признает значение участия молодежи в разработке политики устойчивого развития. На конференциях и форумах ООН, включая ежегодные климатические конференции (COP), предусмотрены специальные молодежные сессии, позволяющие молодым людям представлять свои взгляды и участвовать в политических переговорах. Повышение возрастного порога участия в выборах и расширение механизмов прямого участия молодежи в принятии решений на локальном и национальном уровнях способствуют укреплению демократического участия и повышению качества принимаемых решений.

В последние годы молодежные экологические и климатические движения (такие как глобальные климатические забастовки школьников и студентов) привлекли мировое внимание и оказали существенное влияние на политическую повестку дня. Эти движения демонстрируют волю молодежи к изменениям и создают мощный социальный импульс для ускорения действий по устойчивому развитию.

Демократия, открытость и вовлеченность граждан.

Достижение устойчивого развития неотделимо от обеспечения и расширения прав и свобод граждан. Демократические институты, гарантирующие свободу выражения, собраний и доступ к информации, создают условия для активного участия населения в процессах государственного управления и разработке политики.

Формирование открытого и прозрачного государства предполагает:

- доступ граждан к информации о решениях и программах, влияющих на окружающую среду и развитие;
- возможность для гражданского общества участвовать в процессах планирования и оценки крупных хозяйственных проектов (в том

числе через механизмы оценки воздействия на окружающую среду и общественных слушаний);

- подотчетность государственных и хозяйственных структур перед обществом за принимаемые решения и их последствия;
- развитие механизмов разрешения конфликтов между интересами развития и интересами защиты окружающей среды.

Государства должны активно участвовать в глобальных инициативах в области устойчивого развития, в разработке и соблюдении международных стандартов и норм в области охраны окружающей среды, прав человека и социального развития.

Переход к устойчивому развитию требует применения принципа предосторожности (precautionary principle) при разработке и реализации крупных хозяйственных проектов и политик. Этот принцип предполагает, что при наличии вероятности серьезного или необратимого ущерба окружающей среде следует проявлять предельную осторожность и избегать реализации проектов, экологические последствия которых недостаточно изучены или прогнозируются как потенциально катастрофические.

Применение принципа предосторожности не означает полный отказ от инноваций и развития, но требует:

- проведения тщательной экологической оценки проектов до их реализации;
- изучения потенциальных побочных эффектов и долгосрочных последствий решений;
- привлечения независимых экспертов и научного сообщества к оценке рисков;
- учета сложных взаимосвязей в природных и социально-хозяйственных системах, которые могут привести к непредсказуемым последствиям при нарушении экологического баланса.

История науки и хозяйственной практики предоставляет поучительные примеры того, как недостаточно обоснованные вмешательства в природные системы приводили к серьезным непредвиденным последствиям. Одним из известных примеров является кампания по уничтожению воробьев, проведенная в Китае в конце 1950-х годов. Воробьи рассматривались как серьезные вредители сельского хозяйства, потребляющие значительные объемы зерна и других сельскохозяйственных культур. Правительство инициировало программу массового истребления воробьев, предполагая, что это приведет к увеличению урожайности за счет снижения потерь урожая.

В первые два года программы урожайность действительно возросла. Однако через 2–3 года исчезновение воробьев привело к резкому увеличению численности насекомых-вредителей (в частности, саранчи и других вредоносных видов), которых ранее контролировали воробьи. Отсутствие естественных хищников привело к масштабному

распространению вредителей и масштабному снижению урожайности. Результатом стал массовый голод, унесший жизни миллионов людей.

Этот пример показывает важность понимания экосистемных взаимосвязей и предвидения косвенных последствий вмешательства в природные системы. Впоследствии Китай был вынужден закупать воробьев в других странах (включая СССР) для восстановления популяций и восстановления естественного баланса.

Данный исторический пример и другие примеры экологических кризисов, вызванных необдуманном вмешательством человека, подчеркивают необходимость комплексного, научно обоснованного подхода к разработке и реализации политик устойчивого развития. Решения, которые в краткосрочной перспективе кажутся эффективными, могут привести к серьезным долгосрочным последствиям, если они не учитывают сложность экологических и социально-экономических систем. Переход к устойчивому развитию требует непрерывного обучения, адаптации управления на основе поступающей информации, активного участия научного сообщества в оценке решений, и готовности пересмотреть стратегии, если вновь полученные данные указывают на необходимость изменений.

5.3 Социальные проекты и локальные инициативы устойчивого развития

В контексте глобальных вызовов, стоящих перед мировым сообществом, локальные и региональные инициативы приобретают значение как инструменты практической реализации принципов устойчивого развития и социальной справедливости. Эти проекты демонстрируют, что решение крупномасштабных проблем часто начинается с конкретных действий на локальном уровне, вовлекающих граждан, некоммерческие организации, государственные структуры и бизнес. Настоящий раздел посвящен анализу примеров успешных инициатив, направленных на решение проблем в области здравоохранения, управления отходами и экологической защиты, и оценке их воздействия на общество.

По данным Всемирной организации здравоохранения, примерно половина мирового населения не имеет доступа к базовому спектру необходимых медицинских услуг. Это неравенство в доступе к здравоохранению является одной из наиболее острых форм социальной несправедливости и способствует воспроизведению цикла нищеты в развивающихся странах.

В развитых странах и в ряде развивающихся государств сформировались различные механизмы обеспечения доступа к медицинским услугам. В Российской Федерации функционирует система обязательного медицинского страхования (ОМС), которая гарантирует гражданам доступ к первичной медико-санитарной помощи, специализированной медицинской помощи и экстренной медицинской

помощи при наличии действительного полиса ОМС. Дополнительное медицинское страхование (ДМС), доступное в основном сотрудникам крупных компаний и государственных организаций, позволяет расширить спектр покрытия и получить доступ к высокотехнологичным медицинским услугам и услугам в частных медицинских учреждениях.

Вместе с тем такие системы охватывают далеко не всех жителей планеты. В развивающихся странах, особенно в сельских районах, отсутствие финансовых ресурсов и инфраструктуры зачастую препятствует доступу людей к даже элементарным медицинским услугам, что приводит к высокой материнской и детской смертности, распространению инфекционных заболеваний и другим негативным последствиям для здоровья населения.

Примеры успешных социальных проектов.

Инновационный проект, реализуемый в Индии и Индонезии [37], демонстрирует, как интеграция экологических и социальных целей может создать взаимные выгоды для разных групп населения. В рамках инициативы жителям предлагается осуществлять отдельный сбор отходов (бумага, пластик, металл, другие вторичные материалы). Собранные материалы направляются в центры переработки, где перерабатываются в новые материалы или подготавливаются к повторному использованию. Доходы, полученные от реализации переработанных материалов, направляются на приобретение минимальных пакетов медицинского страхования для участников проекта или членов их семей.

Проект одновременно решает две критически важные проблемы. Во-первых, способствует переработке отходов и снижению объемов захоронения мусора на полигонах, что уменьшает загрязнение почвы и водных ресурсов. Во-вторых, обеспечивает доступ к элементарной медицинской помощи для экономически уязвимых групп населения, включая работников неформального сектора и безработных.

Данный проект показывает, что локальные инициативы могут эффективно использовать имеющиеся ресурсы для решения взаимосвязанных проблем. Модель может быть адаптирована в различных контекстах и служит примером циркулярной экономики в действии.

Инициатива, реализуемая в Индонезии [38], предполагает участие граждан в очистке прибрежных зон и морских акваторий от загрязнения (в основном пластика и других отходов). В обмен на участие участники получают сертификаты, дающие им доступ к бесплатным или субсидированным образовательным курсам в различных областях (цифровые навыки, предпринимательство, профессиональное развитие).

Проект адресует две взаимосвязанные проблемы устойчивого развития: загрязнение морских экосистем пластиком и отсутствие доступа к качественному образованию для малоимущих слоев населения. Участники одновременно вносят вклад в экологическое восстановление

и получают инструменты для повышения квалификации и расширения экономических возможностей.

Проект включает обучение участников основам экологии, проблемам загрязнения морей, роли полиэтилена в деградации морских экосистем и принципам устойчивого потребления. Это способствует формированию экологического сознания и понимания связи между индивидуальными действиями и глобальными экологическими процессами.

Проект «Чистые игры» [39] представляет собой всероссийскую и международную инициативу, направленную на санитарное улучшение природных территорий и повышение экологической грамотности населения. Участники – в основном сотрудники компаний, их семьи и студенты – участвуют в уборке мусора на природных территориях (прибрежные зоны Финского залива, лесные массивы, парки и другие естественные экосистемы). Участники получают баллы за участие в уборке и правильную сортировку собранного мусора. Накопленные баллы обмениваются на призы, предоставляемые спонсорами проекта.

На протяжении последних лет проект охватил участников из более чем 40 стран мира и привлек десятки тысяч добровольцев. Проект не ограничивается экологическими акциями, но включает образовательные компоненты, обучающие участников принципам раздельного сбора отходов, циркулярной экономики и концепции устойчивого развития.

Проект способствует формированию активной гражданской позиции, укреплению социальных связей (командной работе и сотрудничеству), повышению экологической грамотности и развитию чувства ответственности за состояние окружающей среды.

Проект способствует достижению ЦУР ответственного потребления и производства, а также ЦУР борьбы с изменением климата, так как переработка текстиля значительно сокращает потребление ресурсов и выбросы парниковых газов по сравнению с производством новой одежды из первичных материалов. По данным исследований, переработка одного килограмма текстиля экономит примерно 200 литров воды и снижает выбросы углекислого газа.

Локальные и региональные проекты, описанные выше, демонстрируют несколько ключевых принципов устойчивого развития:

- Успешные проекты часто интегрируют решение нескольких взаимосвязанных проблем (например, управление отходами и доступ к медицинским услугам; экологическое восстановление и образование).
- Проекты основаны на активном участии населения и признании того, что граждане обладают способностью и мотивацией к позитивным изменениям в своих сообществах.

- Включение образовательных компонентов способствует формированию долгосрочного изменения поведения и взглядов на устойчивое развитие.
- Модели, разработанные в одном контексте, могут быть адаптированы и тиражированы в других регионах и странах, что позволяет умножить их воздействие.
- Успешные проекты часто предполагают партнерство между государственными органами, деловыми структурами, некоммерческими организациями и гражданским обществом.

Локальные инициативы играют незаменимую роль в переходе мирового сообщества к устойчивому развитию. Они демонстрируют, что решение глобальных проблем достижимо через конкретные действия на локальном уровне, при условии наличия политической воли, инновационных идей и активного участия граждан. Проекты служат примерами того, как можно эффективно использовать имеющиеся ресурсы и человеческий капитал для решения актуальных социальных и экологических проблем. Распространение и масштабирование таких инициатив является критически важным компонентом глобальной повестки дня по устойчивому развитию и созданию более справедливого и экологически устойчивого будущего.

5.4 Проекты, связанные с продовольственной безопасностью и сокращением пищевых потерь

Проблема продовольственной безопасности является одной из ключевых задач устойчивого развития, однако часто рассматривается исключительно в контексте увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции. В действительности, основной вызов заключается не столько в недостаточности производства, сколько в иррациональном распределении пищевых ресурсов, значительных потерях продовольствия на протяжении цепочки поставок и избыточном потреблении в развитых странах. Анализ локальных и региональных инициатив, направленных на решение этих проблем, демонстрирует эффективность и масштабируемость подходов, ориентированных на перераспределение имеющихся ресурсов и снижение пищевых отходов.

По оценкам ФАО, ежегодно примерно одна треть всего производимого в мире продовольствия – около 1,3 миллиарда тонн – теряется, портится или выбрасывается. Экономическая стоимость этих потерь составляет примерно один триллион долларов США в год. Потери происходят на всех этапах пищевой цепочки: при производстве (из-за неблагоприятных погодных условий, болезней растений и животных), при хранении и транспортировке (порча, повреждение, кража), в торговле (отказ продавцов от продуктов с повреждениями упаковки или приближающимся сроком годности) и в домашних хозяйствах (избыточные закупки, неправильное хранение, выброс продуктов с истекшим сроком годности).

Это парадоксально показывает, что голод в мире существует не вследствие недостатка пищи, а вследствие системного неравенства в доступе к ней. Эффективное перераспределение и сокращение потерь продовольствия может значительно улучшить продовольственную безопасность уязвимых слоев населения без увеличения объемов производства.

Одной из наиболее интересных инициатив в Санкт-Петербурге является проект «Еда спасет мир» [40], возникший в рамках фестиваля экологического кино ЕСОСУР. Фестиваль, существующий с конца 1990-х годов, первоначально был сосредоточен на документальном кинематографе, посвященном экологическим проблемам. По мере развития фестиваля его тематическая база расширилась, охватив вопросы устойчивого развития, социальной справедливости и взаимосвязи между экологией и обществом.

В 2017 году организаторы фестиваля разработали и провели первое мероприятие, посвященное проблемам производства и потребления продовольствия. Участникам предложили принести из дома избыточную или неиспользованную продукцию и совместно приготовить из нее блюда, которые затем распределялись среди посетителей мероприятия. Инициатива встретила положительный отклик и продемонстрировала значительный общественный интерес к проблемам пищевых потерь и перераспределения ресурсов.

Успех пилотного проекта побудил организаторов развивать и расширять инициативу. Они установили партнерские отношения с крупными сетями супермаркетов и торговых центров. Розничные сети часто сталкиваются с проблемой избыточных запасов продуктов с приближающимся сроком реализации или поврежденной упаковкой. Согласно российскому законодательству, такие продукты в прошлом подлежали обязательной утилизации. Однако в результате законодательных изменений, внесенных в соответствии с международными стандартами и рекомендациями ФАО, розничным сетям разрешается безвозмездно передавать такую продукцию благотворительным организациям и инициативам, если продукты остаются безопасными для потребления. Проект «Еда спасет мир» взял на себя координацию сбора и распределения такой продукции. Волонтеры забирали продукты с истекающим сроком реализации (но все еще безопасные для потребления), поврежденной упаковкой или стертой этикеткой и использовали их для организации благотворительных обедов, лагерей для малоимущих семей и кейтеринговых мероприятий. Таким образом, проект одновременно решает несколько задач: снижает объемы пищевых отходов, обеспечивает доступ к питанию для экономически уязвимых групп населения и способствует формированию культуры ответственного потребления.

Еще одной значимой российской инициативой является платформа «Фудшеринг.Россия», действующая с 2015 года. Платформа функционирует

как цифровой посредник между обладателями избыточного продовольствия и лицами, нуждающимися в пищевой помощи. Пользователи платформы могут размещать объявления об излишней еде (приготовленные блюда, продукты, которые они не успевают потребить, или закуски перед длительным отсутствием) и предлагать ее другим пользователям в своем районе. Платформа использует механизмы социальной сети для установления доверия и координации передачи продуктов. По модели функционирования платформа сходна с пищевыми банками, но основана на горизонтальном обмене между соседями, а не на иерархической благотворительной модели. Исследования показывают, что такие платформы способствуют снижению пищевых отходов на локальном уровне (на уровне домохозяйств и соседских сообществ) и одновременно укрепляют социальные связи и чувство взаимной ответственности.

Подобные инициативы развиваются также на уровне многоквартирных жилых комплексов, где жильцы организуют неформальные системы обмена излишней едой. Такие микроуровневые практики, хотя и не попадают в официальную статистику, демонстрируют потенциал для организованного перераспределения пищевых ресурсов в масштабе муниципального образования и показывают, что население готово к культурным и поведенческим изменениям в сторону более ответственного потребления.

Локальные инициативы в области сокращения пищевых потерь возникли не только в России. В Европе и Северной Америке с 1980-х годов функционируют различные проекты, направленные на перераспределение излишнего продовольствия и обеспечение питанием уязвимых групп населения. Одним из наиболее известных примеров является международное движение «Food Not Bombs» (Еда, а не бомбы) [41], которое начиналось как локальная антивоенная инициатива в 1980-е годы и выросло в децентрализованную сеть, действующую в более чем 60 странах мира. Проект основан на принципе безвозмездного распределения вегетарианской и веганской еды нуждающимся, при этом все приготавливаемые блюда изготавливаются из пожертвованной продукции и отходов розничной торговли. Организация совмещает решение проблем продовольственной безопасности с антивоенным и антимилитаристским посылом, подчеркивая, что ресурсы, необходимые для войны, могут быть перенаправлены на обеспечение базовых потребностей людей.

Также, согласно статистике, в процессе покупки фруктов, таких как бананы, потребители часто отрывают отдельные плоды от связки. Это приводит к тому, что оставшиеся бананы остаются без внимания и, как правило, не покупаются. В результате такие фрукты оказываются на свалках, что вызывает дополнительные экологические проблемы, включая выбросы метана (парникового газа). Кроме того, это представляет собой нерациональное расходование ресурсов, поскольку

производственные затраты на эти бананы уже понесены. Одним из ярких примеров устойчивой маркетинговой стратегии является акция «Спаси банан от одиночества» [42], которая демонстрирует, как локальные инициативы могут способствовать устойчивому развитию и повышению осведомленности населения о проблемах экологии. Акция предлагает потребителям возможность приобретать бананы поштучно, что имеет несколько положительных экономических последствий.

С точки зрения потребителя, инициатива позволяет избежать покупки избыточного количества продукции. Со стороны бизнеса, акция способствует снижению издержек. Уменьшение списаний и возможность реализации каждого отдельного банана позволяет компаниям оптимизировать свои финансовые показатели. Так акция приносит выгоду и потребителям, и бизнесу. Помимо экономических преимуществ, акция также вносит значительный вклад в уменьшение органических отходов. Поскольку меньшее количество бананов оказывается на свалках, снижается и уровень выбросов метана в атмосферу.

Кроме того, акция служит средством экопросвещения. Хотя не все потребители могут углубиться в детали проблемы, некоторые из них могут остановиться и задуматься о своих действиях и их последствиях для окружающей среды. Позиционирование акции как «спасения одного банана» подчеркивает важность даже самых маленьких шагов на пути к устойчивому развитию. Это создает возможность для дальнейшего расширения и развития подобных инициатив.

Также подобные проекты способствуют формированию культуры взаимной ответственности, укрепляют социальное доверие и сообщество, снижают социальную напряженность и формируют позитивное отношение к устойчивому развитию. Масштабирование и тиражирование успешных моделей в различных контекстах и странах может значительно снизить глобальный уровень пищевых потерь и улучшить продовольственную безопасность для наиболее уязвимых слоев населения.

5.5 Проекты по охране окружающей среды и образованию в области биоразнообразия

В контексте охраны окружающей среды образовательные проекты и инициативы играют важную роль, выходящую далеко за пределы простого распространения информации. Они формируют экологическое сознание и ценности у молодежи, способствуют развитию компетенций в области анализа и решения экологических проблем, содействуют переходу от знания к действию и способствуют созданию сетей сотрудничества между образовательными учреждениями, некоммерческими организациями и государственными структурами. Данный раздел посвящен анализу разнообразия образовательных инициатив в области охраны окружающей среды и обсуждению текущего

состояния глобального биоразнообразия на основе последних научных оценок.

Ландшафт образовательных и природоохранных проектов в области охраны окружающей среды отличается значительным разнообразием и охватывает инициативы различного масштаба – от локальных школьных проектов до международных программ и сетей. Эти инициативы объединены общей целью повышения экологического сознания и вовлечения, особенно молодежи, в практические действия по защите природы. Некоторые проекты ориентированы на разработку методик образования в области устойчивого развития, которые могут быть внедрены в системы формального образования. Другие организуют внешкольные мероприятия, полевые исследования, экологические лагеря и фестивали. Третьи сосредоточены на разработке и внедрении инновационных технологий для мониторинга состояния экосистем, защиты находящихся под угрозой видов и восстановления деградированных природных территорий. Общей чертой всех этих инициатив является признание того, что движение к устойчивому будущему невозможно без глубокого сдвига в восприятии и поведении людей, и что молодое поколение обладает как наибольшей потребностью в таком переходе, так и наибольшим потенциалом для его инициирования.

Понимание масштаба и характера современного кризиса биоразнообразия критически важно для обоснования необходимости и масштаба образовательных и природоохранных интервенций. Всемирный фонд дикой природы опубликовал доклад «Живая планета 2024», представляющий наиболее полный анализ состояния мировых экосистем и популяций диких животных на основе данных мониторинга. Доклад основан на анализе данных о численности более 32 000 популяций, принадлежащих к 5230 видам позвоночных животных (млекопитающих, птиц, амфибий, пресмыкающихся и рыб), отслеживаемых учеными и природоохранными организациями с 1970 года.

Индекс живой планеты (Living Planet Index), используемый для обобщения состояния глобального биоразнообразия, показывает драматическое снижение численности популяций позвоночных животных: средняя численность снизилась на 71 % за последние 50 лет (с 1970 года по 2020 год). Иными словами, в среднем популяции позвоночных животных составляют менее одной трети от их численности в 1970 году. Данный показатель указывает на масштабный кризис дикой природы, который во многом превосходит по скорости и масштабу естественный уровень вымирания видов. При текущих темпах потери биоразнообразия ученые характеризуют современный период как шестое массовое вымирание видов в истории Земли, первое вызванное деятельностью одного биологического вида – человека.

Географическое распределение потерь биоразнообразия неравномерно, и регионы с наибольшей экологической уязвимостью сталкиваются с наиболее драматическими изменениями. Южная Америка, особенно Амазонский бассейн, переживает катастрофический коллапс численности позвоночных животных: популяции животных в этом регионе сократились в среднем на 94 % с 1970 года. Такое резкое снижение в значительной мере обусловлено массовой вырубкой экваториальных лесов для сельскохозяйственного производства (особенно для животноводства и выращивания пальмового масла), фрагментацией естественных местообитаний и загрязнением водных ресурсов. Для сравнения, в Европе, где интенсивное освоение и преобразование ландшафтов произошло в основном в XV–XIX веках и где в XX веке были предприняты достаточно систематические меры по охране природы (создание национальных парков, сетей охраняемых территорий, восстановление некоторых видов), снижение численности позвоночных составило 18 %. Это указывает на то, что при наличии политической воли, достаточных ресурсов и долгосрочного инвестирования в охрану природы темпы потери биоразнообразия могут быть замедлены, хотя полное восстановление численности диких популяций потребует десятилетий или столетий.

Среди наиболее уязвимых экосистем находятся пресноводные системы (реки, озера, водно-болотные угодья). Популяции позвоночных животных в пресноводных экосистемах сократились на 83 %, что превышает средний показатель по суше и океану. Деграция пресноводных экосистем вызвана комбинацией факторов: перелов рыбы, загрязнение водоемов сельскохозяйственными и промышленными сточными водами, изменение гидрологического режима рек вследствие строительства плотин и систем водозабора, внедрение инвазивных видов, климатические изменения, влияющие на температуру и содержание кислорода в воде. Данная ситуация имеет прямые социально-экономические последствия, поскольку пресноводные экосистемы обеспечивают питьевую воду, производят рыбу для пищи, поддерживают сельскохозяйственное производство и являются важным источником питания для миллиардов людей.

Морские экосистемы также испытывают значительный прессинг и демонстрируют тревожные тенденции сокращения численности морской фауны. Одной из наиболее уязвимых групп являются хрящевые рыбы (акулы и скаты), численность популяций которых сократилась на 71 % с 1970 года. Исторически акулы были объектом интенсивного промысла. Основной причиной снижения их численности является перелов, часто связанный с вырезанием плавников для поддержания рынка акульих плавников (особенно в азиатских странах). Но в последние 10–15 лет некоторые страны предприняли меры по защите хрящевых рыб, включая

запреты на ловлю отдельных видов, ограничения на вырезание плавников и кампании по снижению потребления акульих плавников. В результате этих усилий в некоторых регионах (особенно в Азии и Тихом океане) удалось добиться стабилизации и даже небольшого прироста численности некоторых видов акул. Это является одним из немногих обнадеживающих примеров успешной защиты вида и демонстрирует, что при наличии скоординированных международных усилий, основанных на научных данных и подкрепленных политической волей, возможны позитивные результаты в области охраны биоразнообразия.

Восстановление численности позвоночных и деградировавших экосистем требует многолетних усилий. Необходимы инвестиции, мониторинг, согласование охраны и хозяйства. Природоохранные мероприятия, такие как создание охраняемых территорий, восстановление естественных местообитаний, введение ограничений на промысел установление квот на охоту, дают результаты, но их эффективность часто остается ниже ожиданий из-за недостаточного финансирования, слабого правоприменения, конфликтов с экономическими интересами и игнорирования традиционных знаний коренных народов. Образовательные проекты и инициативы являются важным компонентом долгосрочной стратегии восстановления и сохранения дикой природы. Такие проекты закладывают основу для социально-политических изменений, необходимых для расширения и углубления усилий в области охраны окружающей среды.

5.6 Антропогенные причины экологического кризиса и возможности для позитивных изменений

Современный экологический кризис, характеризующийся деградацией естественных экосистем, сокращением биоразнообразия, загрязнением окружающей среды и изменением климата, имеет антропогенное происхождение – его коренные причины коренятся в экономической деятельности человека, структурах потребления и нерациональном использовании природных ресурсов. При этом ответственность за состояние окружающей среды распределена не только между корпорациями и государственными структурами, но и между каждым членом общества через его повседневные выборы и привычки. Понимание этих причин и осознание того, что изменения возможны и необходимы, является первым шагом к переходу к более устойчивому взаимодействию с природой.

Сельское хозяйство, являющееся одним из основных человеческих видов деятельности, оказывает существенное влияние на состояние экосистем и использование природных ресурсов. Индустриальное сельское хозяйство, ориентированное на максимизацию объемов производства, часто использует интенсивные методы, включающие массовое применение синтетических пестицидов и удобрений, монокультурное земледелие

и чрезмерный выпас скота. Эти методы приводят к истощению почв, загрязнению подземных водных ресурсов, сокращению биоразнообразия и увеличению выбросов парниковых газов (особенно метана от животноводства). Каждый выбор потребителя в отношении пищи (например предпочтение продукции, произведенной с использованием органического земледелия, агроэкологии, минимизации пестицидов), способствует снижению экологического следа и стимулирует развитие более ответственных сельскохозяйственных систем.

Лесозаготовительная промышленность – один из основных факторов, приводящих к потере лесов и биоразнообразия, особенно в тропических регионах. Неустойчивая лесозаготовка (вырубка лесов без обеспечения регенерации и восстановления) приводит к необратимой потере местообитаний, уменьшению углеродных хранилищ и нарушению гидрологического цикла. При выборе продуктов из древесины (строительные материалы, мебель, целлюлоза для производства бумаги и текстиля) потребители могут отдавать предпочтение изделиям, полученным из ответственных источников. Экологические сертификаты, такие как Лесная попечительская система (Forest Stewardship Council, FSC) и Программа одобрения лесной сертификации (Programme for the Endorsement of Forest Certification, PEFC), свидетельствуют о том, что древесина была заготовлена в соответствии с принципами устойчивого управления лесами, с сохранением биоразнообразия и правами коренных народов. Поддержка производства, прошедшего такую сертификацию, создает рыночный стимул для расширения устойчивого управления лесами.

Загрязнение окружающей среды синтетическими веществами, содержащимися в бытовой химии, косметических и гигиенических продуктах, представляет серьезную угрозу для водных экосистем и здоровья человека. Микропластики из косметических средств (скрабов) и синтетических волокон из текстиля накапливаются в окружающей среде, попадают в пищевые цепи и обнаруживаются в питьевой воде и пищевых продуктах. Фталаты и другие химические вещества, используемые в пластиковых изделиях и парфюмированных продуктах, вызывают нарушения эндокринной системы у животных и могут оказывать негативное влияние на человеческое здоровье. Использование одноразовых пластиковых изделий (пакеты, посуда, упаковка) способствует накоплению пластика в окружающей среде, особенно в морских экосистемах, где пластик фрагментируется в микрочастицы и не разлагается столетиями. Сокращение потребления продуктов, содержащих вредные химические вещества, выбор экологичных альтернатив бытовой химии и отказ от одноразовых пластиковых изделий – это практические действия, которые каждый может предпринять для минимизации своего вклада в загрязнение окружающей среды.

Одной из наиболее тревожных тенденций современного экологического кризиса является сокращение популяций беспозвоночных животных, особенно насекомых. В морских экосистемах коралловые рифы, поддерживающие около 25 % морской фауны несмотря на занимаемую ими малую площадь, находятся под угрозой исчезновения вследствие повышения температуры воды, закисления и загрязнения. На суше научное сообщество зафиксировало первое массовое вымирание насекомых за последние 400 миллионов лет. Метод оценки численности насекомых, известный как метод лобового стекла (windshield effect), наглядно демонстрирует эту тенденцию. Три десятилетия назад лобовые стекла автомобилей после продолжительных поездок часто были усеяны раздавленными насекомыми. Это свидетельствовало об их высокой численности в воздухе. В настоящее время, несмотря на увеличение числа автомобилей, лобовые стекла остаются практически чистыми, что указывает на высокое сокращение численности летающих насекомых. Это снижение численности насекомых имеет каскадные экологические последствия, поскольку насекомые занимают центральное место в пищевых сетях (являясь основным источником питания для птиц, мелких млекопитающих и рыб) и выполняют важные экосистемные функции, такие как опыление растений, разложение мертвого органического вещества и циркуляция питательных веществ.

На примере инновационных предпринимательских решений видно, что возможны модели развития, которые одновременно решают экологические проблемы и создают экономическую ценность. Компания 99recycle [42] из Санкт-Петербурга служит примером успешного социального и экологического предпринимательства в области управления отходами и циркулярной экономики.

Компания начала свою деятельность с закупки остатков прочных текстильных материалов (дизельных палаток, брезента) и отработанных автомобильных ремней безопасности у производственных предприятий и переработки их в функциональные потребительские товары (рюкзаки, поясные сумки, косметички). Эта инициатива позволила одновременно решить проблему утилизации промышленных отходов (эти материалы обычно направляются на захоронение), создать высокого качества товары с длительным сроком эксплуатации и продемонстрировать потребителям, что изделия из вторичных материалов могут быть функциональными, красивыми и долговечными.

Далее компания расширила спектр материалов переработки и начала сотрудничать с крупными компаниями, заинтересованными в снижении объемов отходов и внедрении принципов циркулярной экономики в свои производственные процессы. В дальнейшем компания перешла к консервированию пластика и его использованию в качестве основного материала для производства дизайнерской мебели и строительных плиток

для отделки. Процесс консервирования пластика (обработка под высоким давлением и температурой) позволяет преобразовать разнородные пластиковые отходы в прочный, долговечный и эстетически привлекательный материал, пригодный для производства столов, стульев, панелей и других изделий длительного пользования.

Значимость этого подхода заключается в том, что первичная переработка пластика (переплавка в новые гранулы для производства пластиковой продукции) ограничена: каждый цикл переработки снижает качество пластика, и большинство типов пластика могут быть переработаны не более 5–6 раз, после чего материал становится непригодным для переработки. Создание мебели и других долговечных изделий (требующих минимального количества переработок) из консервированного пластика позволяет существенно продлить жизненный цикл пластиковых отходов, отодвинуть момент их захоронения и создать промежуточное решение, которое дает человечеству дополнительное время для разработки истинно круговых решений для пластика (разработка биоразлагаемых альтернатив, совершенствование технологий переработки и переработки пластика без потери качества).

Согласно примерам видно, что переход к устойчивому развитию не требует отказа от экономического роста и благосостояния, но предполагает переориентацию экономики на создание ценности через минимизацию отходов, улучшение качества продуктов и расширение спектра услуг. Распространение и масштабирование подобных моделей, при поддержке со стороны государства (налоговые льготы, субсидии, развитие инфраструктуры переработки) и потребителей (выбор в пользу продукции из переработанных материалов), может существенно снизить экологический след экономики и способствовать переходу к циркулярной модели бизнеса.

Практикум 5. Проектная работа

Цель данного практикума – сформировать у обучающихся навыки комплексного анализа многофакторных проблем, умение выявлять логические связи между различными аспектами проблемы и разрабатывать обоснованные решения на основе разнообразных источников информации. Проектная работа позволяет применить теоретические знания об устойчивом развитии к практическому решению конкретных проблем и способствует развитию критического мышления, командной работы и креативности.

Основные задачи практикума:

- ознакомление обучающихся с типами и источниками информации, пригодными для анализа проблем устойчивого развития;
- обучение методам проверки надежности и достоверности информации;

- формулировка исследовательских вопросов и тем проектов, соответствующих глобальным Целям устойчивого развития;
- разработка плана работы над проектом с использованием аналитических методов проектного менеджмента;
- подготовка обучающихся к защите итогового проекта в качестве ключевого контрольного мероприятия в рамках дисциплины.

Работа над проектом может быть выполнена индивидуально или в составе команды (рекомендуемый размер команды: 3–6 человек). Командная работа способствует развитию навыков сотрудничества, выявлению лидерских качеств, стимулирует творческий подход к решению проблем и позволяет объединить разнообразные точки зрения и компетенции.

Обучающимся предоставляется свобода в выборе темы проекта в соответствии с их интересами и профессиональными ориентирами. Возможные темы включают:

- Вовлечение сотрудников сети ресторанов «Теремок» в ESG-повестку.
- Внедрение системы раздельного сбора отходов в общежитиях Университета ИТМО.
- Оптимизация транспортной системы пригорода города федерального значения Санкт-Петербург.
- Исследование возможности перехода на возобновляемые источники энергии на Дальнем Востоке.
- Вовлечение школьников в эко-повестку через театральные представления.

Обучающиеся могут предложить собственные темы, соответствующие одной или нескольким Целям устойчивого развития и актуальные в контексте их профессиональной деятельности или региональных задач.

Этап 1. Определение темы и проблематики проекта.

На первом этапе обучающиеся выбирают фокус своего проекта и проводят структурированный анализ проблемы с использованием метода «Дерево проблем» – инструмента, широко применяемого в проектном менеджменте.

Метод заключается в иерархическом представлении проблемы (Рисунок 5.1), где исходная (центральная) проблема расположена в центре диаграммы, причины проблемы представлены корневой системой (нижняя часть дерева), а следствия и последствия проблемы представлены кроной дерева (верхняя часть). Структурирование причин и следствий позволяет выявить ключевые факторы, способствующие возникновению проблемы, и понять, какие негативные эффекты она производит на различные уровни (индивидуальный, организационный, общественный, глобальный).

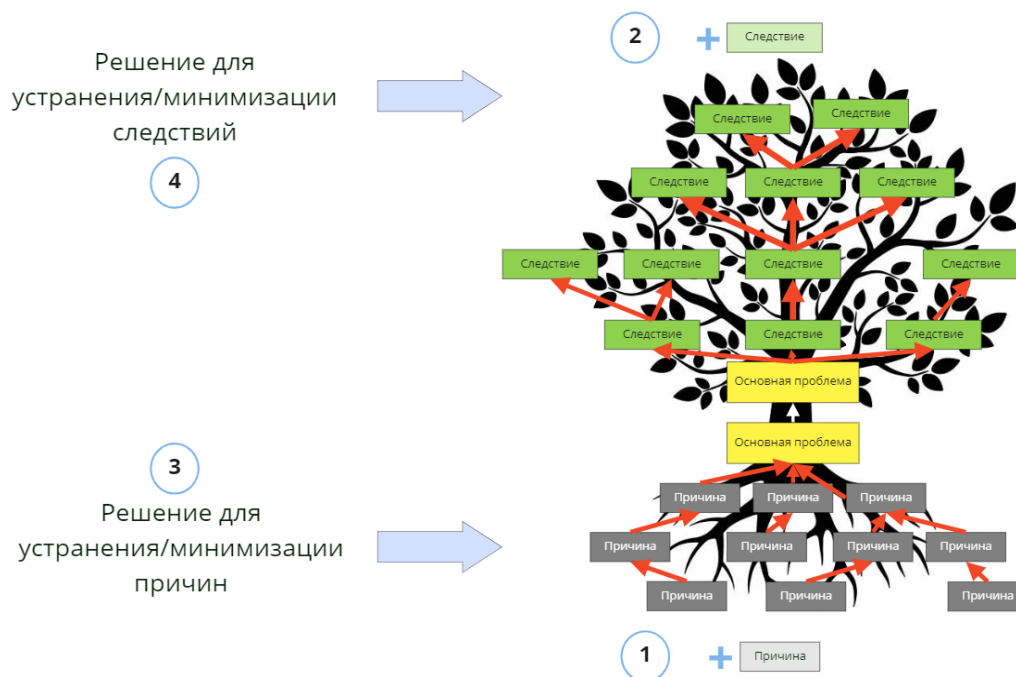


Рисунок 5.1 – Метод построения «Дерево проблем»

Шаги, выполняемые на первом этапе:

1. Выбор релевантной – команда выбирает одну из 17 ЦУР, которая в наибольшей степени соответствует интересам и профессиональным приоритетам команды.
2. Формулировка центральной проблемы – четкое описание конкретной проблемы, связанной с выбранной ЦУР (например, для ЦУР 12 проблема может быть сформулирована как «чрезмерное потребление и неэффективное управление отходами в развитых странах»).
3. Определение и иерархизация причин – команда определяет первостепенные причины, способствующие возникновению проблемы, и разбивает их на более частные, специфические факторы (например, причины чрезмерного потребления могут включать маркетинг, влияющий на поведение потребителей; низкую стоимость товаров вследствие недоучета экологических затрат; отсутствие образования в области устойчивого потребления).
4. Определение и иерархизация следствий – команда перечисляет непосредственные и опосредованные последствия проблемы, разбивая их на более частные следствия (например, следствиями чрезмерного потребления могут быть: истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, социальное неравенство в доступе к ресурсам).
5. Выбор направления для проектной работы – команда определяет наиболее интересный и актуальный аспект проблемы и формулирует конкретную тему проекта, которая может сосредоточиться либо

на причинах проблемы, либо на решении следствий, либо на разработке комплексного решения.

Все обсуждения и анализ проводятся командой внутри их рабочей группы, что способствует развитию навыков совместного анализа и принятия решений.

Этап 2. Расширенный анализ проблемы в формате «Мировое кафе».

На втором этапе проводится структурированное обсуждение проблемы и возможных решений в формате «Мирового кафе» – интерактивного метода группового диалога (Рисунок 5.2), позволяющего участникам рассмотреть вопрос с различных перспектив и генерировать новые идеи через сменяющиеся малые группы.

Организация формата «Мировое кафе»:

- Аудитория делится на несколько рабочих столов (обычно 4–5 столов).
- На каждом столе ведется обсуждение определенного вопроса в течение 15–20 минут.
- По истечении отведенного времени участники перемещаются на другой стол (один участник может остаться на столе в качестве «хозяина стола» для передачи информации новым участникам), где продолжается обсуждение следующего вопроса.
- Процесс продолжается, пока все участники не пройдут по всем четырем столам.

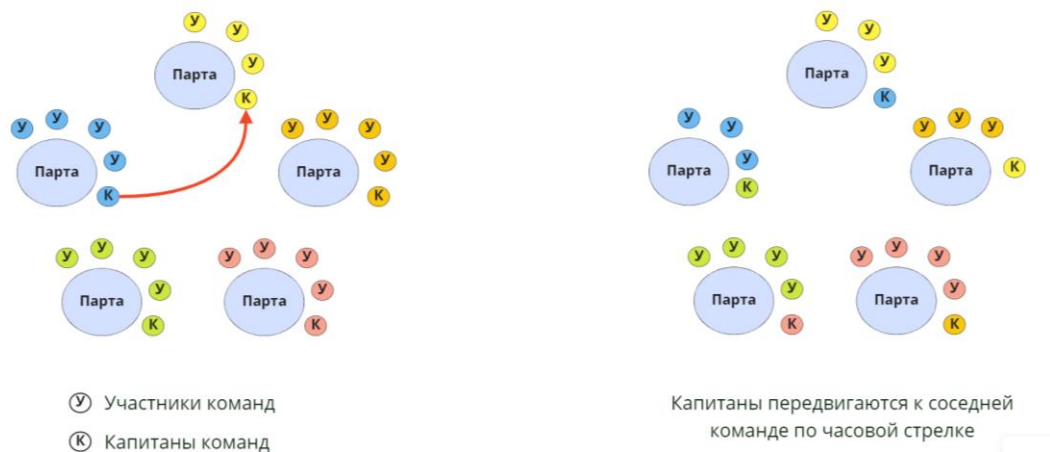


Рисунок 5.2 – Схема перемещения участников во время практика в формате «Мировое кафе»

Вопросы для обсуждения по станциям.

Станция 1 – «Почему возникает проблема?» Участники анализируют и развивают понимание корневых причин проблемы, определенные командой на первом этапе. Обсуждение фокусируется на том, какие системные, экономические, социальные и политические факторы лежат в основе проблемы.

Станция 2 – «К чему приводит данная проблема?» Обсуждение расширяет анализ следствий и последствий проблемы, рассматривая как непосредственные, так и долгосрочные эффекты на окружающую среду, социум и экономику.

Станция 3 – «Какие решения могут быть применены для устранения причин?» Участники генерируют идеи мер, направленных на устранение или минимизацию первостепенных причин проблемы (например, нормативные изменения, технологические инновации, изменение образования и поведения).

Станция 4 – «Какие решения могут быть применены для работы с последствиями?» Обсуждение фокусируется на адаптационных и смягчающих мерах, направленных на снижение негативных последствий проблемы для общества и окружающей среды.

Результаты обсуждения фиксируются на каждой станции, что позволяет собрать информацию о наиболее часто упоминаемых идеях и подходах.

Этап 3. Анализ собранной информации и приоритизация идей.

На третьем этапе команда проводит анализ всех предложенных идей и решений, собранных во время «Мирового кафе», и выбирает наиболее релевантные и эффективные для дальнейшей разработки.

Аналитические вопросы для команды:

- Какого рода идеи и решения были предложены наиболее часто? Что это говорит о коллективном восприятии проблемы?
- Какого рода идеи и решения были предложены редко или вообще не упоминались? Почему так произошло?
- Какой информации команде не хватает для полноценного анализа проблемы? Какие источники информации необходимо изучить?

Для отбора идей, которые будут развиваться в проекте, команда использует матрицу приоритизации – инструмент, позволяющий оценить идеи по двум или более критериям и определить те, которые имеют наибольший потенциал воздействия при приемлемых затратах ресурсов.

Типовые критерии матрицы приоритизации включают:

- Влияние (воздействие на проблему) – насколько эффективно решение способно решить или смягчить проблему?
- Осуществимость – насколько реалистичной является реализация решения с учетом имеющихся ресурсов, технологий и политического контекста?
- Стоимость (затраты ресурсов) – какие финансовые, человеческие и временные ресурсы требуются для реализации?
- Скорость реализации – в какой временной горизонт может быть реализовано решение?
- Инновативность – в какой степени решение является новым или представляет новый подход?

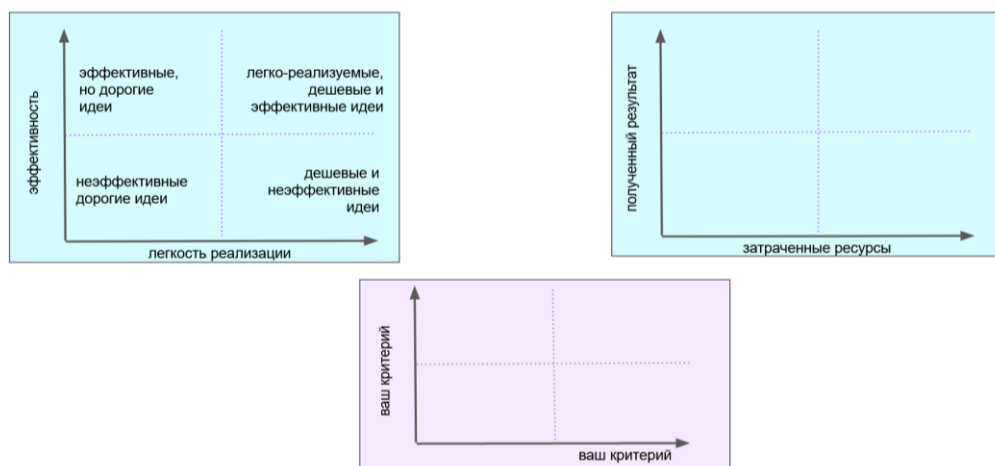


Рисунок 5.3 – Примеры критериальных матриц

После заполнения матрицы и ранжирования идей команда выбирает одну или две наиболее перспективные идеи для глубокой разработки на следующем этапе.

Этап 4. Всесторонний анализ выбранной идеи с использованием различных источников информации.

На четвертом этапе команда проводит систематический поиск и анализ информации по выбранной идее с использованием методологии, позволяющей рассмотреть вопрос с различных перспектив и на основе достоверных источников.

Типы источников информации:

- Новостные и медийные источники – статьи в СМИ, репортажи, интервью с экспертами, которые обеспечивают актуальное освещение проблемы и примеры практической реализации решений.
- Научные статьи и исследования – рецензируемые публикации в научных журналах, которые предоставляют доказательную базу и теоретическое обоснование.
- Статистические данные – данные международных и национальных организаций (ООН, Всемирный банк, статистические агентства), которые содержат количественные данные о состоянии проблемы.
- Нормативная документация – законы, указы, стандарты и политические документы, регулирующие область проблемы.
- Патенты и технологические описания – документы, описывающие технологические инновации, пригодные для решения проблемы.

При работе с источниками информации команда использует метод CRAAP, позволяющий провести критическую оценку надежности и уместности источника:

- *Актуальность (Currency)* – Когда была опубликована информация? Была ли информация обновлена? Должна ли информация быть актуальной для целей вашего проекта (например, для анализа

климатических данных актуальность критична, для исторического контекста менее важна)?

- *Релевантность (Relevance)* – Соответствует ли найденная информация конкретной теме вашего проекта? Рассмотрены ли другие источники перед выбором этого? Отвечает ли источник на ключевые исследовательские вопросы вашей команды?
- *Авторство и авторитет (Authority)* – Кто является автором или издателем информации? Обладает ли автор достаточной квалификацией в рассматриваемой области? Можете ли вы подтвердить учетные данные автора? Помогает ли доменное имя (например, .edu для академических учреждений, .gov для государственных органов, .org для некоммерческих организаций, .com для коммерческих источников) определить тип источника и его возможные предубеждения?
- *Точность (Accuracy)* — Можете ли вы проверить информацию в других независимых источниках? Подкрепил ли автор свои утверждения доказательствами и списком источников? Содержит ли текст значительное количество орфографических, грамматических ошибок или опечаток (что может указывать на низкое качество редактирования)?
- *Цель и предвзятость (Purpose)* – Какова явная и скрытая цель публикации информации – учить, информировать, развлекать, рекламировать, пропагандировать, побуждать к действию? Передается ли информация объективно, или автор явно отстаивает определенную точку зрения? Существуют ли признаки политических, религиозных, культурных, идеологических или иных предубеждений?

Применение метода CRAAP позволяет команде критически оценить качество и надежность собранной информации и избежать включения в проект необоснованных или предвзятых материалов.

Этап 5. Проектная работа.

Далее командам рекомендуется в режиме домашней работы подготовить письменный отчет и доклад в формате презентации своих проектов, которые могут быть контрольными точками в освоении курса.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоят основные направления перехода России к устойчивому развитию?
2. Почему традиционный показатель ВВП считается недостаточным для оценки устойчивого развития? Какие альтернативные или дополненные показатели упоминаются в главе и какие аспекты они учитывают?

3. Какие принципы и методы достижения устойчивого развития существуют в мировом сообществе?
4. Приведите примеры социальных проектов и локальных инициатив устойчивого развития. Как они демонстрируют связь между экологическими, социальными и экономическими эффектами на уровне города, региона, сообщества или образовательной организации?
5. Как раскрывается взаимосвязь между глобальными и локальными инициативами в области устойчивого развития? Приведите примеры того, как международные повестки и договоренности осуществляются в виде конкретных проектов и практик.

6 ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЭКОНОМИКА И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

6.1 Устойчивое развитие как парадигма XXI века

Устойчивое развитие является центральной парадигмой развития человечества в XXI веке, определяющей стратегические приоритеты государственной политики, корпоративного управления и гражданского общества. Концепция охватывает интеграцию трех взаимосвязанных и взаимоусиливающих измерений: социальной ответственности и справедливости, экологической целостности и экономической эффективности.

Социальное измерение устойчивого развития предполагает приоритетное обеспечение благосостояния и достоинства человека, что включает защиту жизни и здоровья, доступ к образованию и здравоохранению, а также гарантирование равных возможностей для различных социальных групп и соблюдение фундаментальных прав человека. Социальная ответственность в данном контексте означает, что стратегические решения государства и бизнеса должны формироваться с учётом интересов и потребностей всех слоёв общества.

Экологическое измерение устойчивого развития основано на признании того, что человечество является частью природной системы и зависит от ее функционирования для своего выживания и благосостояния. Поддержание экологического равновесия требует сохранения биоразнообразия, рационального использования возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов, и минимизации загрязнения и деградации естественных экосистем.

Экономическое измерение устойчивого развития предполагает переориентацию хозяйствования на создание ценности и благосостояния при одновременном снижении потребления природных ресурсов и экологического воздействия. Это требует развития и внедрения инновационных технологий, изменения структуры экономики в пользу менее ресурсоемких и экологичных отраслей, создания достойных рабочих

мест и повышения производительности труда, которые способствуют повышению уровня жизни без превышения экологических границ планеты.

Необходимость перехода к устойчивому развитию получила признание в ряде значимых международных соглашений. Документ «Будущее, которого мы хотим» (The Future We Want), принятый на Конференции ООН по устойчивому развитию (Rio+20) в 2012 году, явился поворотным моментом в признании необходимости качественной трансформации экономической модели. В документе подчеркивается необходимость перехода к «зеленой экономике» как средству достижения устойчивого развития и сокращения нищеты.

Принятие Повестки дня на период до 2030 года установило 17 ЦУР, охватывающих широкий спектр социальных, экономических и экологических приоритетов. Парижское соглашение по климату (2015) определило рамочные условия для глобального сотрудничества в области смягчения климатических изменений и адаптации к их воздействиям, установив цель ограничить глобальное потепление ниже 2 С и стремиться к 1,5 С.

6.2 Концепция зеленой экономики и ее ключевые компоненты

Понимание сущности зеленой экономики требует уточнения терминологии. Английское слово «sustainable» часто переводится на русский язык как «устойчивое». Это создает впечатление о статичности и неспособности к адаптации. В действительности концепция sustainable-развития охватывает гибкость и способность системы реагировать на изменяющиеся условия, поддерживая при этом его основные функции и целостность. Зеленая экономика представляет собой такую модель хозяйства, которая обеспечивает постоянное улучшение качества жизни населения при одновременном снижении экологического воздействия ниже уровня, при котором экосистемы способны восстанавливаться и функционировать без необратимого ущерба.

Зеленая экономика базируется на четырех взаимосвязанных компонентах. Первый компонент – энергоэффективность и переход к возобновляемым источникам энергии. Энергетический сектор остается одним из основных источников выбросов парниковых газов и значительного экологического ущерба. Одновременно существует острая проблема доступа к энергии: примерно 700 миллионов человек, или примерно 8–9 % мирового населения, по-прежнему не имеют доступа к электроэнергии. При этом спрос на энергию непрерывно растет вследствие увеличения численности населения, индустриализации развивающихся стран и повышения уровня потребления. Энергоэффективность, определяемая как снижение потребления энергии на единицу произведенной продукции или предоставляемой услуги без снижения качества, является одной из наиболее экономически эффективных стратегий зеленой экономики. Энергоэффективность

достигается через модернизацию зданий и сооружений (улучшение теплоизоляции, внедрение эффективных систем отопления и кондиционирования), применение энергосберегающих технологий в промышленном производстве, изменение поведения потребителей, и одновременно путем расширения генерирования электроэнергии из возобновляемых источников (ветер, солнце, гидроэнергия, геотермальная энергия), которые обеспечивают декарбонизацию энергетического сектора.

Второй компонент – снижение выбросов парниковых газов и переход к низкоуглеродной экономике. Парниковые газы включают не только углекислый газ, но и метан, закись азота, водяной пар и другие вещества, способствующие усилению парникового эффекта. Для сопоставления парникового потенциала различных газов используется метрика CO₂-эквивалента, выражающая потенциал глобального потепления каждого вещества в единицах, эквивалентных углекислому газу. Переход к низкоуглеродной экономике требует системного снижения выбросов парниковых газов на всех этапах производственно-хозяйственной деятельности: от добычи и переработки сырья, через производство и логистику, до конечного потребления и управления отходами. Это предполагает инвестиции в чистые технологии, изменения сельскохозяйственных практик, повышение энергоэффективности транспорта и переориентацию потребительского спроса в пользу низкоуглеродных товаров и услуг.

Третий компонент – сохранение и восстановление природных капиталов. Природные системы (леса, пресноводные и морские экосистемы, почвы, атмосфера), обеспечивают важные экосистемные услуги: производство кислорода и регулирование климата, очистку воды и воздуха, опыление растений, контроль вредителей, производство пищи и промышленного сырья. Зеленая экономика требует признания экономической и социальной ценности этих услуг и их интеграции в системы бухгалтерского учета и принятия решений. Это предполагает защиту оставшихся естественных экосистем от деградации, восстановление уже нарушенных экосистем, и внедрение практик устойчивого управления природными ресурсами, которые обеспечивают их регенерацию и доступность для будущих поколений.

Четвертый компонент – создание достойной занятости и повышение доходов населения. Переход к зеленой экономике трансформирует структуру рынка труда. Развитие возобновляемой энергетики, энергоэффективности, экологичного сельского хозяйства, управления отходами и циркулярной экономики создает новые рабочие места. Они должны компенсировать потери занятости в секторах, зависящих от ископаемых топлив и экстенсивного использования природных ресурсов. Справедливый переход требует инвестиций в переподготовку работников,

социальную защиту в переходный период и развитие новых профессиональных навыков.

Эти четыре компонента зеленой экономики представляют собой взаимосвязанную систему, где развитие в одной области усиливает позитивные эффекты в других. Инвестиции в энергоэффективность одновременно снижают выбросы парниковых газов и создают спрос на услуги в области модернизации зданий и промышленности. Защита и восстановление лесов сохраняет биоразнообразие, обеспечивает поглощение углерода, предоставляет ресурсы для населения и создает рабочие места в лесном хозяйстве, экотуризме и производстве недревесной продукции. Переход к циркулярной экономике, где отходы одного процесса становятся ресурсом для другого, одновременно сокращает потребление первичных материалов, снижает выбросы при производстве и создает рабочие места в переработке и восстановлении материалов.

Зеленая экономика, таким образом, представляет не набор технических решений и инструментов политики, а качественно новую модель организации хозяйственной деятельности. Основание идет на признании глубокой взаимозависимости между экономикой, обществом и природой, и на убеждении, что долгосрочное благосостояние и безопасность человечества зависят от здоровья и функционирования всех этих трех систем.

6.3 Валовой внутренний продукт как показатель экономического развития

Валовой внутренний продукт (ВВП) долгие годы служит основным макроэкономическим показателем, используемым для измерения масштаба экономической активности в стране и для международных сравнений уровня экономического развития. ВВП определяется как рыночная стоимость всех готовых товаров и услуг, произведенных в пределах территории страны в течение определенного периода, обычно календарного года, независимо от национальной принадлежности производителей. В последние десятилетия ВВП подвергается все более критическому переосмыслению со стороны экономистов, исследователей в области устойчивого развития и политиков, занимающихся вопросами благосостояния и качества жизни.

ВВП предоставляет полезную информацию о масштабах производственной деятельности и позволяет проводить краткосрочные сравнения экономического роста в различных юрисдикциях. Однако его использование в качестве основного показателя экономического развития и благосостояния населения вызывает серьезные сомнения и замечания. Критики аргументируют, что ВВП, будучи узко сфокусированным на количественной оценке рыночных транзакций, игнорирует множество факторов, которые непосредственно влияют

на качество жизни, социальное благополучие и долгосрочную устойчивость экономической системы.

Первое ограничение ВВП заключается в том, что рост этого показателя не гарантирует улучшения социального благосостояния и может происходить одновременно с углублением социальных проблем. Экономический рост, измеряемый через рост ВВП, может сопровождаться увеличением имущественного неравенства, расширением зоны бедности, ухудшением условий труда, снижением доступа к образованию и здравоохранению для определенных групп населения. Другими словами, национальный доход может расти, но его распределение становится все более неравномерным, и абсолютное большинство населения может испытывать снижение своего жизненного уровня, в то время как узкий круг получает непропорционально большую часть прироста дохода. Такой рост ВВП не свидетельствует об истинном экономическом развитии в контексте устойчивого развития, которое предполагает справедливое распределение благ.

Второе ограничение связано с экологическими последствиями увеличения ВВП. Рост валового внутреннего продукта часто достигается через интенсивное извлечение и потребление природных ресурсов (лесов, месторождений полезных ископаемых, рыбных запасов, плодородных почв), что приводит к их истощению и деградации природных экосистем. ВВП не учитывает стоимость этого истощения: когда компания вырубает лес и продает древесину, эта деятельность увеличивает ВВП, но ВВП не отражает потерю лесного капитала, потерю местообитаний для дикой природы, снижение углеродного поглощения и деградацию почв. Как человек, который живёт за счёт накопленных сбережений, может временно иметь высокий доход, так и страна, быстро расходуя природные ресурсы, может показывать высокий и растущий ВВП. Однако по мере исчерпания этих ресурсов экономический рост неизбежно замедляется и в итоге прекращается.

Третье ограничение заключается в том, что ВВП не отражает экономическую нестабильность и уязвимость, которые могут скрываться за позитивной статистикой роста. Страна может демонстрировать впечатляющий рост ВВП, но одновременно накапливать внешний или внутренний долг: например, терять конкурентоспособность на мировом рынке, сталкиваться с финансовой нестабильностью и высоким уровнем безработицы в определенных регионах и секторах. ВВП не предоставляет информацию о распределении экономической активности по регионам, секторам и населению, а также о структурных дисбалансах, которые могут привести к кризисам.

Ограничения ВВП как показателя благосостояния можно представить как пример велосипедиста. С точки зрения традиционной экономики, ориентированной на максимизацию ВВП, велосипедист представляет собой

экономический убыток. Он не приобретает автомобиль, не покупает бензин и не требует услуг автомастерских. Также он не прибегает к банковским кредитам и страховым услугам. К тому же его физическая активность может предотвращать заболевания, что снижает спрос на медицинские услуги. С этих точек зрения велосипедист не создает экономической активности, которая включается в расчеты ВВП, и поэтому его поведение рассматривается как «экономическое сокращение» или «потеря для экономики».

Однако реальность показывает противоположное. Велосипедист демонстрирует образ жизни, который в действительности может быть более благоприятным для личного благосостояния, общественного здоровья и окружающей среды. Использование велосипеда вместо автомобиля способствует физической активности и улучшению личного здоровья, снижает загрязнение воздуха и выбросы парниковых газов, требует минимальных ресурсов для производства и обслуживания, не создает пробок и шума в городах, способствует социальному взаимодействию и ощущению связи с сообществом. Такие факторы положительно влияют на качество жизни, устойчивость экономики и социальное благополучие, но не отражаются в показателе ВВП.

Этот парадокс демонстрирует, что использование ВВП в качестве единственного или основного показателя экономического благосостояния и развития является методологически «несостоятельным». Необходимо разработать и внедрить комплексные системы индикаторов, которые учитывают социальные и экологические измерения развития вместе с экономическими показателями. Показатели должны отражать распределение доходов и благ в обществе, состояние природных ресурсов и экосистемных услуг, качество жизни и здоровья населения, уровень социального неравенства, экономическую стабильность и устойчивость. На практике были разработаны альтернативные индексы, такие как Индекс человеческого развития (Human Development Index), Индекс подлинного развития (Genuine Progress Indicator), Индекс благосостояния (Wellbeing Index) и другие, которые пытаются преодолеть ограничения ВВП и обеспечить более всесторонний анализ экономического и социального развития страны.

6.4 Системы индикаторов устойчивого развития

Оценка экономического и социального развития страны является многомерной задачей, требующей применения разнообразных методологических подходов и показателей. Традиционные макроэкономические индикаторы, такие как ВВП, хотя и остаются широко распространенными, не способны в полной мере отразить комплексные аспекты устойчивого развития, включающие социальные, экологические и экономические измерения. В настоящее время на международном уровне применяются несколько взаимодополняющих подходов к измерению

развития: системы интегральных показателей, которые объединяют различные аспекты развития в единые индексы; наборы специализированных показателей, основанные на методических рекомендациях международных организаций и направленные на измерение отдельных аспектов устойчивости; системы панелей индикаторов, обеспечивающие детальный анализ различных сфер развития; и эмпирические социологические исследования, позволяющие выявить субъективное восприятие населением своего качества жизни и благосостояния.

Одним из наиболее значимых интегральных показателей является экологический след (ecological footprint), который измеряет площадь биологически продуктивной территории и акватории, необходимую для обеспечения потребления ресурсов человеком и абсорбции произведенных отходов. Экологический след отражает степень нагрузки хозяйственной деятельности человека на природные системы и служит индикатором экологической устойчивости образа жизни и производственных систем. При интерпретации экологического следа важно различать два связанных, но концептуально разных понятия: экологический след показывает площадь земли, необходимую для поддержания текущего уровня потребления, тогда как биоемкость (biocapacity) отражает общую площадь биологически продуктивных земель и вод (леса, пашни, пастбища, акватории для рыболовства), которые доступны на планете и которые используются при расчете экологического следа.

Расчет экологического следа выполняется Глобальной сетью экологического следа (Global Footprint Network) – международной научно-исследовательской организацией с представительствами в Северной Америке, Европе и Азии. Показатель выражается в глобальных гектарах (global hectares, gha) – условной единице, обозначающей один гектар биологически продуктивной территории со среднемировым уровнем продуктивности в определенном году. При расчете экологического следа учитываются все основные категории потребления: пищевые продукты, жилище и коммунальные услуги, транспорт, промышленные товары и услуги. Показатель частично соотносится с уровнем ВВП, но отражает экологическую эффективность использования ресурсов. Это позволяет странам с одинаковым уровнем ВВП иметь существенно различные экологические следы в зависимости от структуры экономики и образа жизни населения.

Анализ экологического следа на глобальном уровне выявляет серьезную ситуацию с точки зрения экологической устойчивости. В среднем потребление ресурсов одного человека на планете требует площади, эквивалентной 1,7 планеты Земля. Это означает, что человечество в целом живет за пределами экологических возможностей планеты. Однако распределение этого следа крайне неравномерно. Граждане богатых

развитых стран (США, Канада, западноевропейские страны, Австралия, Япония) имеют экологический след в диапазоне 4–5 планет, что отражает высокое потребление энергии, материалов и пищевых продуктов. В противоположность этому, граждане многих африканских и некоторых азиатских стран, живущие в условиях ограниченных ресурсов и относительно низкого уровня потребления, имеют экологический след, часто не достигающий и одной планеты. Следует помнить, что имеется в наличии только одна планета Земля, и превышение ее экологической емкости ведет к истощению природных ресурсов, накоплению загрязнения и деградации экосистем, что угрожает благосостоянию как текущего, так и будущих поколений.

Индекс живой планеты (Living Planet Index) представляет собой важный интегральный показатель состояния глобального биоразнообразия и функционирования экосистем. Этот индекс был разработан научным сообществом в Великобритании и с тех пор получил широкое признание как валидный инструмент мониторинга биологического разнообразия. Индекс рассчитывается на основе анализа данных о численности популяций позвоночных видов животных (млекопитающих, птиц, амфибий, пресмыкающихся и рыб), собранных учеными и природоохранными организациями по всему миру. Путем статистического анализа тренда численности тысяч мониторируемых популяций вычисляется средний процент изменения численности популяций позвоночных видов, что дает интегральное представление о состоянии дикой природы.

Всемирный фонд дикой природы ежегодно или с интервалом в несколько лет публикует доклады «Живая планета», в которых представляются последние данные об индексе живой планеты и анализируются тренды в состоянии биоразнообразия. Согласно последним докладам, численность популяций позвоночных видов снизилась в среднем на 69 % до 2018 года, что свидетельствует о катастрофических темпах потери биоразнообразия. Это сокращение охватывает практически все группы позвоночных: млекопитающих, птиц, амфибий, пресмыкающихся и рыб. Международная Красная книга МСОП (Международный союз охраны природы) содержит оценки около 41 000 видов с различными статусами риска исчезновения – от уязвимых до находящихся на грани исчезновения. Причины такого сокращения биоразнообразия многофакторны и включают потерю и деградацию местообитаний в результате освоения земель, добычу ископаемого топлива, инвазии чужеродных видов, загрязнение окружающей среды и изменение климата. Эти факторы взаимно усиливают друг друга, создавая синергетический эффект деградации, который может привести к необратимым изменениям в структуре и функционировании экосистем.

Осознание масштабности кризиса потери биоразнообразия отражается в возрастающем внимании к этому вопросу на глобальных

платформах. Всемирный экономический форум ежегодно публикует отчеты о глобальных рисках (Global Risks Report), в которых политические лидеры, бизнесмены и эксперты определяют наиболее серьезные вызовы для человечества в краткосрочной и долгосрочной перспективе. За последние годы экологические риски, в частности изменение климата и потеря биоразнообразия, последовательно занимают лидирующие позиции среди выявленных рисков. Это отражает растущее признание того, что экологическая деградация представляет фундаментальную угрозу для экономической стабильности, продовольственной и водной безопасности, здоровья человека и политической стабильности. Срочность решения этих проблем не может быть отложена на 2050 год, как было предложено в некоторых долгосрочных планах развития; действия должны начинаться немедленно, в текущем десятилетии, чтобы избежать нарушения критических экологических границ.

Другим значимым интегральным показателем, широко используемым для международных сравнений, является Индекс развития человеческого потенциала (Human Development Index, HDI). Этот индекс разработан Программой развития ООН и рассчитывается ежегодно для всех стран мира. Индекс объединяет три ключевых измерения качества жизни: ожидаемую продолжительность жизни (как показатель долголетия и здоровья населения), среднее число лет обучения и ожидаемое число лет обучения (как показатели образования и грамотности), и валовой национальный доход на душу населения (как показатель материального благосостояния). Индекс колеблется от 0 до 1, где более высокие значения указывают на более высокий уровень человеческого развития.

По данным последних отчетов об индексе развития человеческого потенциала, Российская Федерация занимает позицию примерно в диапазоне 50–60 места из более чем 190 стран, что относит Россию к странам с высоким уровнем человеческого развития. Сильные стороны России заключаются в высоком уровне грамотности и образования населения, обусловленном историческими инвестициями в образование и культуру. Однако Россия отстает по показателям ожидаемой продолжительности жизни и валового национального дохода на душу населения, что указывает на наличие проблем в здравоохранении, условиях труда и распределении доходов. В отличие от России, лидирующие позиции в рейтинге индекса развития человеческого потенциала занимают Канада, Норвегия, Соединенные Штаты Америки, Австралия и Исландия, которые сочетают высокие показатели по всем трем компонентам индекса.

Помимо интегральных показателей, многие страны проводят эмпирические социологические исследования и опросы населения, направленные на прямое измерение благосостояния и качества жизни граждан. Это позволяет выявить актуальные проблемы, с которыми сталкивается население, оценить удовлетворенность жизнью, доверие к

институтам, ощущение безопасности и другие аспекты психологического благополучия. Интересные результаты получены в исследованиях, посвященных влиянию биоразнообразия на психологическое благосостояние человека. Одно из недавних исследований показало, что увеличение разнообразия видов птиц в городской среде положительно влияет на эмоциональное состояние и психологическое благополучие городских жителей в такой же степени, как и увеличение среднего семейного дохода на 10–15 %. Этот результат подчеркивает, что качество жизни зависит и от материального благосостояния, и от состояния окружающей среды, доступа к природе и возможности взаимодействия с живой природой. Это имеет важное значение для городского планирования и подчеркивает необходимость сохранения и восстановления биоразнообразия, включая зеленые зоны и естественные местообитания, в городских и пригородных территориях.

6.5 Доклады Римскому клубу и концепции ресурсной эффективности

Римский клуб, созданный в 1968 году, с момента основания ставил своей основной задачей привлечение внимания мировой общественности к глобальным проблемам через подготовку научных докладов, число которых сегодня превышает сорок. Доклады направлены на анализ долгосрочных тенденций мирового развития и критическую оценку доминирующих моделей экономического роста, что сыграло заметную роль в формировании современных концепций устойчивого развития. В рамках данной интеллектуальной традиции особое место занимают исследования немецкого ученого Эрнста Ульриха фон Вайцеккера, посвященные вопросам радикального повышения ресурсной и энергетической эффективности как ключевого инструмента экологической модернизации экономики.

В 1997 году был опубликован доклад «Фактор 4: удвоение богатства при двукратном сокращении использования ресурсов», подготовленный Вайцеккером совместно с Эмори Ловинсом и Л. Хантер Ловинс, который фундаментально изменил представления экономистов, политиков и инженеров о возможностях инновационного развития. Авторы на примерах из различных отраслей промышленности продемонстрировали, что технические инновации способны вдвое сократить потребление ресурсов при одновременном удвоении создаваемого богатства. Продолжением этих идей стал доклад «Фактор 5», опубликованный в 2009 году и также принятый в качестве официального доклада Римскому клубу. В нем на основе анализа пятнадцатилетнего опыта технологических и политических инноваций показано, каким образом можно достичь восьмидесятипроцентного улучшения ресурсной и энергетической продуктивности в таких секторах, как строительство, промышленность, сельское хозяйство и транспорт.

Вайцеккер выдвигает положение о необходимости формирования нового технико-экономического уклада, в основе которого лежит рост ресурсной производительности вместо традиционного акцента на производительности труда. Историческая аналогия с двадцатикратным ростом производительности труда начиная с 1850 года позволяет ему утверждать, что пятикратное повышение ресурсной производительности в течение пятидесяти лет и десятикратное – в течение столетия представляется технически достижимой задачей. Данный подход предполагает системную трансформацию всей экономической структуры и формирование новой технологической парадигмы, основанной на бережном обращении с природным капиталом.

Вместе с тем в работах Вайцеккера последовательно анализируются факторы, препятствующие прямой линейной связи между ростом эффективности и сокращением совокупного воздействия на окружающую среду. Центральное место здесь занимает феномен рикошета, или эффекта отдачи, впервые описанный британским экономистом Уильямом Стэнли Джевансом еще в 1865 году применительно к потреблению угля после усовершенствования паровых машин Джеймсом Уаттом. Сущность данного явления состоит в том, что повышение эффективности использования ресурсов ведет к снижению относительных издержек, что стимулирует рост спроса и расширение масштабов применения соответствующих технологий, частично или полностью нивелируя ожидаемые экологические выгоды. Эмпирические исследования подтверждают, что, несмотря на значительное повышение энергетической и ресурсной эффективности в развитых странах, абсолютные показатели потребления ресурсов и выбросов парниковых газов продолжают расти.

Для преодоления ограничений, связанных с эффектом рикошета, Вайцеккер обосновывает необходимость комплекса мер экономической политики. Особое внимание он уделяет инструментам экологического налогообложения, призванным интернализировать внешние экологические издержки и создать устойчивые ценовые сигналы, стимулирующие бережное использование ресурсов. Обсуждаются потенциальные эффекты введения налогов на потребление энергии и выбросы загрязняющих веществ, их влияние на структуру производства и потребления, а также на международную конкурентоспособность национальных экономик.

Концептуальным ядром подхода Вайцеккера выступает идея осознанного, или разумного, потребления, понимаемого не как стихийный процесс индивидуального выбора, а как результат целенаправленной государственной политики, образовательных программ и институциональных преобразований. Формирование новых норм и ценностей рассматривается как необходимое условие для того, чтобы экологически ответственное поведение стало не исключением, а структурной характеристикой функционирования экономической

системы. Данный вывод согласуется с положениями Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, в частности с Целью устойчивого развития 12, предполагающей обеспечение рациональных моделей потребления и производства. Достижение подобной трансформации требует системного подхода, интегрирующего технологические инновации, экономические стимулы, эффективные регуляторные механизмы и изменения в культурных установках общества.

6.6 Общество потребления

Формирование общества потребления как качественно нового типа социально-экономического устройства относится к середине XX века, хотя отдельные его предпосылки складывались значительно раньше – в период промышленной революции и особенно в 1920-е годы, когда понятие человека как потребителя стало приобретать современные очертания. Термин «общество потребления» был введен в научный оборот немецким социологом и психоаналитиком Эрихом Фроммом еще в 1920-е годы, однако широкое распространение получил после публикации работ Жана Бодрийяра, прежде всего его труда «Общество потребления: его мифы и структуры» (1970), а также исследований Дэниела Белла о постиндустриальном обществе.

Качественный перелом в институционализации потребительской модели экономики произошел в Соединенных Штатах Америки в послевоенный период. После окончания Второй мировой войны американская экономика столкнулась с необходимостью структурной перестройки: оборонно-промышленный комплекс более не нуждался в прежних объемах производства, а демобилизованные военнослужащие нуждались в трудоустройстве. В этих условиях формирование массового потребительского спроса рассматривалось как инструмент обеспечения занятости и социальной стабильности. Показательна в этом отношении позиция Виктора Лебова, экономиста и консультанта в области розничной торговли, изложенная в статье «Ценовая конкуренция в 1955 году», опубликованной в *Journal of Retailing*. Лебов утверждал, что «наша чрезвычайно продуктивная экономика требует от нас превращения потребления в образ жизни, превращения покупки и использования товаров в ритуалы, поиска духовного удовлетворения и удовлетворения собственного эго в потреблении». Им была сформулирована идея о необходимости «форсированного потребления» и «дорогого потребления», при котором вещи должны потребляться, изнашиваться, заменяться и выбрасываться с постоянно возрастающей скоростью.

Практическая реализация данной модели опиралась на два взаимосвязанных механизма: психологическое и функциональное устаревание товаров. Концепция запланированного устаревания, предполагающая намеренное проектирование продукции с ограниченным сроком службы или целенаправленное формирование у потребителя

ощущения несовременности приобретенных изделий, начала складываться еще в 1920-е годы. В 1924 году руководитель General Motors Альфред Слоун предложил стратегию ежегодного обновления модельного ряда автомобилей с целью стимулирования замены исправных транспортных средств на более новые, что впоследствии получило название «динамического устаревания». В 1932 году Бернанд Лондон в работе «Преодоление депрессии посредством запланированного устаревания» предлагал законодательно закрепить обязательные сроки службы потребительских товаров как инструмент экономического стимулирования. Исследователь Вэнс Паккард в работе «Создатели отходов» (1960) систематизировал формы запланированного устаревания, выделив функциональное устаревание, при котором изделие преждевременно выходит из строя, и психологическое устаревание, при котором товар воспринимается потребителем как устаревший еще до утраты им потребительских свойств.

Расширение потребительской модели экономики на глобальном уровне приводит к постановке вопроса о ее экологических пределах. Если формирование американского общества потребления происходило в условиях численности мирового населения порядка 2,5 млрд человек, то современные попытки воспроизвести аналогичную модель в странах с крупным населением, таких как Китай и Индия, реализуются при глобальной численности населения свыше 8 млрд человек.

Линейная модель производства и потребления, основанная на последовательности «добыча – производство – использование – утилизация», будучи распространённой на все человечество, неизбежно вступает в противоречие с ограниченностью природных ресурсов и ограниченной способностью биосферы ассимилировать растущие потоки отходов. Это обуславливает необходимость критического переосмысления конюмеристской парадигмы и перехода к альтернативным моделям экономического развития, которые позволяли бы поддерживать достойный уровень жизни, не выходя за пределы планетарных границ устойчивости.

6.7 Экономика и развитие общества

Экономическая система находится в состоянии непрерывной трансформации. В условиях осознания экологических пределов роста формируется концепция устойчивого потребления, представляющая собой такой подход к приобретению и использованию товаров и услуг, при котором минимизируется негативное воздействие на окружающую среду без ущерба для качества жизни. Данная концепция предполагает приоритет товаров с минимальным углеродным следом, произведенных с применением экологически ориентированных технологий и допускающих возможность вторичного использования или переработки.

Практическая реализация устойчивого потребления требует создания механизмов информирования потребителей о социально-экологических характеристиках товаров. Ключевую роль в этом процессе играет система экологической маркировки, представляющая собой обозначения на упаковке продукции, свидетельствующие о прохождении производителем добровольной сертификации и подтверждении экологической безопасности, органического происхождения или этичности производства. По данным экспертов, в настоящее время в мире существует около пятисот различных видов экомаркировок, отличающихся по охвату оцениваемых параметров и степени строгости критериев. Экомаркировки, основанные на оценке жизненного цикла продукции, анализируют товар на всех этапах – от добычи сырья до утилизации упаковки – и считаются наиболее надежными инструментами информирования потребителей.

ООН признала экомаркировки I типа, основанные на оценке жизненного цикла и проходящие независимую сертификацию, эффективным инструментом достижения ЦУР 12, предусматривающей обеспечение перехода к рациональным моделям производства и потребления. В России единственной экомаркировкой данного типа, признанной Всемирной ассоциацией экомаркировки (Global Ecolabelling Network), является сертификат «Листок жизни», выдаваемый Экологическим союзом с 2001 года.

Особое место среди систем добровольной сертификации занимает маркировка Fairtrade, удостоверяющая соответствие товара принципам справедливой торговли. Стандарты Fairtrade включают комплексные социальные, экономические и экологические критерии, направленные на выравнивание условий в глобальной торговле и построение справедливых продовольственных систем. Десять принципов справедливой торговли, разработанных Всемирной организацией справедливой торговли (WFTO), определяют требования к предприятиям в области обеспечения справедливых цен, достойных условий труда и экологической устойчивости, при этом данные принципы непосредственно соотносятся с Целями устойчивого развития ООН. Система справедливой торговли гарантирует, что производители в развивающихся странах получают справедливые цены за свою продукцию, что позволяет им инвестировать в развитие местных сообществ и улучшение условий жизни.

6.8 Трансформация долгосрочных социальных и экономических стратегий

Глобальная климатическая повестка становится определяющим фактором трансформации долгосрочных социально-экономических стратегий ведущих государств мира. В 2020–2021 годах произошел качественный сдвиг в международном климатическом регулировании: подавляющее большинство крупнейших экономик мира официально объявили о принятии обязательств по достижению углеродной

нейтральности. По данным систем мониторинга климатических обязательств, к октябрю 2025 года около 145 стран анонсировали цели по достижению нулевого баланса выбросов парниковых газов или рассматривают возможность принятия таких обязательств.

Временные горизонты принятых обязательств существенно различаются в зависимости от уровня экономического развития и структуры энергетического баланса государств. Два государства – Бутан и Суринам – уже достигли углеродной нейтральности благодаря значительным лесным массивам, обеспечивающим поглощение выбросов. Наиболее амбициозные цели поставили европейские страны: Финляндия планирует достичь углеродной нейтральности к 2035 году, Австрия и Исландия – к 2040 году, Германия и Швеция – к 2045 году. Большинство развитых государств, включая страны Европейского союза, США, Канаду и Японию, установили целевой горизонт 2050 года. Ряд крупнейших развивающихся экономик – Китай, Россия, Индонезия, Саудовская Аравия – ориентируются на 2060 год, тогда как Индия, на долю которой приходится около семи процентов мировых выбросов парниковых газов, определила целью 2070 год.

Российская Федерация последовательно реализует национальную стратегию низкоуглеродного развития, закрепив цель достижения углеродной нейтральности не позднее 2060 года в Стратегии социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов и в обновленной Климатической доктрине, утвержденной в октябре 2023 года. Промежуточные цели предусматривают ограничение выбросов к 2030 году уровнем не более 70 % от уровня 1990 года, к 2035 году – 65–67 %, к 2050 году – 20 %. Достижение данных показателей планируется обеспечить за счет внедрения технологических инноваций, модернизации инфраструктуры, развития низкоуглеродной генерации, включая атомную и гидроэнергетику, а также мер по увеличению поглощающей способности российских экосистем. В конце 2024 года Россия пересмотрела оценку поглощающей способности лесов в сторону увеличения примерно на 0,5 миллиарда тонн CO₂-эквивалента в год, что позволило снизить расчетный показатель нетто-выбросов.

Принципиальное значение для трансформации глобальной экономики имеет введение Европейским союзом механизма трансграничного углеродного регулирования (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM). Данный механизм призван установить справедливую цену на углерод, содержащийся в импортируемой в ЕС углеродоемкой продукции, и стимулировать декарбонизацию промышленного производства в третьих странах. После переходного периода 2023–2025 годов, в течение которого импортеры были обязаны только отчитываться о выбросах без уплаты сборов, с 1 января 2026 года CBAM вступил в полную силу. Отныне импортеры обязаны приобретать сертификаты CBAM для покрытия

выбросов парниковых газов, связанных с производством ввозимой продукции, при этом цена сертификатов привязана к средневзвешенной аукционной цене квот в рамках Европейской системы торговли выбросами. Механизм охватывает такие категории товаров, как железо, сталь, алюминий, цемент, удобрения, электроэнергия и водород. Подход создает существенные стимулы для декарбонизации соответствующих отраслей в странах-экспортерах.

Параллельно с усилением государственного регулирования происходит интеграция принципов устойчивого развития в корпоративные стратегии через инструменты ESG (Environmental, Social, Governance). Переход к учету экологических, социальных и управленческих факторов при принятии инвестиционных решений становится устойчивой характеристикой функционирования современных финансовых рынков. Компании, демонстрирующие приверженность принципам ESG, получают более благоприятные условия доступа к капиталу, поскольку институциональные инвесторы все активнее учитывают нефинансовые показатели при формировании инвестиционных портфелей. Сложившаяся тенденция отражает фундаментальный сдвиг в понимании долгосрочной устойчивости бизнеса: экологические и климатические риски рассматриваются не как внешние ограничения, а как ключевые факторы, определяющие конкурентоспособность и жизнеспособность компаний в долгосрочной перспективе.

6.9 Формирование рынка труда в сфере устойчивого развития

Институционализация экологической и климатической повестки в системе государственного регулирования и корпоративного управления приводит к формированию устойчивого спроса на специалистов соответствующего профиля. По данным рекрутинговых платформ, востребованность специалистов с компетенциями в области ESG-управления в Российской Федерации демонстрирует выраженную положительную динамику: в 2024 году спрос на них увеличился примерно на 20–22% по сравнению с предыдущим годом, а за период с 2022 года вырос более чем в три раза.

Факторами, определяющими рост потребности в специалистах экологического профиля, выступают как требования нормативного регулирования, так и экономические стимулы, связанные с повышением инвестиционной привлекательности компаний, демонстрирующих приверженность принципам устойчивого развития. Компании с разработанными ESG-стратегиями получают преимущества в доступе к капиталу, поскольку институциональные инвесторы все активнее учитывают нефинансовые показатели при формировании портфелей. Помимо этого, существенным стимулом служит ужесточение экологического законодательства и практики правоприменения в области возмещения экологического ущерба.

Показательным примером изменения правоприменительной практики является беспрецедентный по масштабу экологический штраф, наложенный на дочернюю структуру ПАО «ГМК «Норильский никель»» в связи с аварией на ТЭЦ-3 в мае 2020 года. В результате разрушения топливного резервуара произошел разлив более 21 тысячи тонн дизельного топлива, значительная часть которого попала в водные объекты. Арбитражный суд Красноярского края удовлетворил иск Росприроднадзора и обязал Норильско-Таймырскую энергетическую компанию выплатить 146,2 миллиарда рублей в качестве возмещения ущерба, из которых 145,4 миллиарда рублей были направлены в федеральный бюджет на возмещение вреда водным объектам, а 684,9 миллиона рублей – в бюджет муниципального образования на возмещение вреда почвам. Такая сумма стала крупнейшей в истории Российской Федерации компенсацией за экологический ущерб и была полностью выплачена в марте 2021 года.

Параллельно с развитием механизмов экологической ответственности формируются новые инструменты экономической оценки природных ресурсов и экосистемных услуг. Введение углеродного ценообразования в форме углеродных налогов и систем торговли квотами на выбросы рассматривается как ключевой механизм интернализации внешних экологических издержек. По сути, этот подход означает установление цены на атмосферный воздух как ресурс, используемый для ассимиляции выбросов парниковых газов. Развитие методологии оценки экосистемных услуг позволяет включать стоимость природного капитала, ранее фактически трактовавшегося как бесплатный ресурс, в систему экономических расчетов. Это создает предпосылки для более полного учета экологических факторов при принятии хозяйственных решений и для сближения природно-экономического и финансового учета.

Совокупность описанных тенденций формирует контуры зеленой экономики как новой модели хозяйственного развития. Зеленая экономика представляет собой интегративную концепцию, объединяющую несколько взаимосвязанных направлений экономической трансформации. Цифровая составляющая зеленой экономики обеспечивает возможности оптимизации производственных процессов, повышения энергоэффективности и снижения ресурсоемкости посредством технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и анализа больших данных. Цифровые технологии позволяют осуществлять мониторинг энергопотребления и выбросов загрязняющих веществ в режиме реального времени, оптимизировать логистические цепочки и содействовать формированию зеленых цепей поставок. Инновационная составляющая предполагает разработку и внедрение технологий, обеспечивающих декарбонизацию производства и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. Социально ориентированная составляющая акцентирует внимание на вопросах справедливого перехода, обеспечения достойной занятости

и снижения социального неравенства в процессе экологической трансформации экономики. Концепция Индустрии 4.0, предполагающая интеграцию киберфизических систем в производственные процессы, создает технологическую основу для реализации принципов зеленой экономики посредством повышения ресурсной эффективности и формирования гибких, адаптивных производственных систем.

6.10 Системные причины экологического кризиса и провалы рынка

Анализ причин современного экологического кризиса требует рассмотрения комплекса взаимосвязанных факторов, лежащих в основе доминирующих моделей экономического развития. Антропоцентрическая парадигма цивилизации, рассматривающая природу преимущественно как источник ресурсов для удовлетворения человеческих потребностей, продолжает определять характер взаимоотношений общества и окружающей среды. В ряде государств данная модель усиливается наследием колониальной эпохи, для которой было характерно экстрактивное отношение к природным ресурсам без учета долгосрочных последствий их эксплуатации. Подобная система ценностей не создает институциональных предпосылок для реализации концепции устойчивого развития, предполагающей учет интересов будущих поколений при принятии хозяйственных решений.

Техногенный тип экономического развития, ориентированный на максимизацию объемов производства товаров и услуг без учета экологических ограничений, выступает структурным фактором деградации окружающей среды. Акцент на количественном росте, в том числе в секторах с высокой ресурсоемкостью и углеродоемкостью, препятствует переходу к экологически устойчивым моделям хозяйствования. Данную ситуацию усугубляет ориентация экономических субъектов на краткосрочную максимизацию прибыли в ущерб долгосрочной устойчивости, что формирует то, что критики именуют «цивилизацией максимизации», нацеленной на наращивание финансовых показателей, объемов потребления и производства вне связи с ресурсными и экологическими ограничениями.

С позиций экономической теории центральное место в объяснении экологических проблем занимает концепция провалов рынка. Провал рынка в экологической сфере возникает в ситуации, когда рыночный механизм не обеспечивает эффективного распределения ресурсов с учетом экологических последствий экономической деятельности. Ключевым механизмом провала рынка выступают внешние эффекты, или экстерналии, – непреднамеренные последствия экономической деятельности, затрагивающие третьи стороны, которые не являются участниками соответствующих рыночных транзакций. Экологический ущерб – вред здоровью населения, деградация экосистем, сокращение доступности

природных ресурсов – как правило, экстернализируется, то есть перекладывается на общество в целом, а не на субъекта, причиняющего данный ущерб. Поскольку загрязнитель не несет издержек, связанных с причиненным им экологическим ущербом, рыночная цена производимой им продукции оказывается искусственно заниженной и не отражает истинных социальных издержек производства, что ведет к перепроизводству и избыточному потреблению соответствующих товаров.

Применительно к общим ресурсам, таким как атмосфера, океаны, биоразнообразию, провалы рынка проявляются в феномене, известном как «трагедия общих ресурсов»: в отсутствие четко определенных прав собственности и механизмов регулирования происходит чрезмерная эксплуатация ресурсов, находящихся в общем пользовании. Примерами служат перелов рыбы в международных водах и вырубка тропических лесов. Если для природного объекта не установлена цена, он не воспринимается экономической системой как значимый актив, что ведет к игнорированию таких общественных благ, как стабильность климата, биологическое разнообразие и эстетическая ценность природных ландшафтов.

Учет экологического фактора в экономическом анализе требует модификации стандартных методов оценки эффективности проектов и программ. Традиционный анализ «затраты – выгоды» должен быть дополнен экологической составляющей согласно следующей формуле:

$$(B + B_e) - (C + C_e) > 0 \quad (1)$$

B – экономические выгоды проекта,

C – экономические затраты,

B_e – эколого-экономический эффект (положительные экологические последствия в денежном выражении),

C_e – эколого-экономический ущерб (отрицательные экологические последствия и дополнительные природоохранные затраты).

Проект может быть признан целесообразным лишь в том случае, если совокупный результат с учетом экологической составляющей является положительным.

6.11 Принцип экологической правды цен

Эрнст Ульрих фон Вайцеккер сформулировал принцип, имеющий фундаментальное значение для понимания взаимосвязи экономических механизмов и экологической устойчивости: «Бюрократический социализм рухнул, потому что не позволял ценам говорить экономическую правду.

Рыночная экономика может погубить окружающую среду и себя, если не позволит ценам говорить экологическую правду». Данный тезис указывает на необходимость интернализации внешних экологических издержек в рыночных ценах товаров и услуг, с тем чтобы экономические сигналы адекватно отражали истинные социальные и экологические издержки производства.

В настоящее время цены товаров и услуг не отражают экологическую правду: большинство прямых и косвенных издержек, связанных с разрушением окружающей среды, не включены в цену продукции и перекладываются на общество. Согласно исследованиям, для адекватного отражения экономического ущерба от изменения климата цена выбросов тонны углекислого газа должна быть в двести раз выше текущего уровня, однако ни одно правительство не готово установить столь высокие цены для своих предприятий. Это свидетельствует о том, что даже при наличии расчетных оценок экологического ущерба установление цен, отражающих полную экологическую правду, наталкивается на политические и экономические ограничения.

Катастрофа Аральского моря представляет собой наглядный пример последствий игнорирования экологических факторов при принятии экономических решений. Аральское море, еще в середине XX века являвшееся четвертым по величине внутренним водоемом мира с площадью около 68 тысяч квадратных километров, к настоящему времени потеряло более 90 % своего объема и разделилось на несколько изолированных водоемов. Причиной катастрофы стал масштабный отвод воды из питающих море рек – Амударьи и Сырдарьи – на орошение хлопковых плантаций в рамках программы достижения «хлопковой независимости» СССР, начатой в 1960-х годах. Вода отводилась через тысячи километров каналов, многие из которых были неэффективны и теряли до 50 % воды вследствие фильтрации и испарения.

Экологические последствия данного решения были либо проигнорированы, либо недооценены в рамках плановой экономики, не располагавшей механизмами экологической экспертизы крупных проектов. С 1960 по 2000 год площадь моря сократилась более чем в четыре раза, резкое повышение солености воды привело к гибели практически всей флоры и фауны, уничтожив рыбный промысел. Обнажившееся дно площадью более 54 тысяч квадратных километров превратилось в новую пустыню Аралкум с засоленными почвами, ставшую источником токсичных солей и пестицидов, которые разносятся пылевыми бурями на тысячи километров и обнаруживаются даже в Гималаях, Атлантическом и Тихом океанах.

Экономические последствия катастрофы оказались не менее разрушительными, чем экологические. Регион столкнулся с коллапсом рыболовства, потерей рабочих мест, закрытием рыбоперерабатывающих

и консервных предприятий, портов. Местная экономика, ранее процветавшая благодаря рыбному промыслу, переживает глубокий упадок, население вынуждено мигрировать в поисках лучшей жизни. Пылевые бури создают значительные риски для здоровья 40 миллионов человек, проживающих в бассейне Аральского моря. Аральская катастрофа служит убедительным свидетельством того, что краткосрочные экономические выгоды, достигнутые ценой игнорирования экологических факторов, неизбежно оборачиваются долгосрочными экономическими и социальными потерями, многократно превышающими первоначальную выгоду.

6.12 Методы определения экономической ценности природных ресурсов и экосистемных услуг

Экономическая оценка природных ресурсов и экосистемных услуг представляет собой одну из ключевых методологических проблем экономики природопользования. Несмотря на то, что экосистемные услуги имеют жизненно важное значение для человечества, на протяжении длительного времени их ценность недооценивалась экономической наукой и практикой хозяйствования. Поскольку многие из этих услуг всегда были доступны бесплатно и не имели рыночной цены, их истинная ценность долгое время не осознавалась обществом, что вело к нерациональному использованию природного капитала и снижению способности экосистем предоставлять блага человечеству.

Для решения данной проблемы экономическая теория разработала концепцию общей экономической ценности (Total Economic Value, TEV), представляющую собой совокупную стоимость всех благ и услуг, которые данная экосистема или природный объект способны генерировать для человечества. Структура общей экономической ценности включает две основные категории: ценность использования и ценность неиспользования.

Ценность использования определяется возможностью получения личной выгоды посредством физического взаимодействия с природным объектом и подразделяется на несколько компонентов. Прямая ценность использования связана с непосредственным потреблением ресурсов – добычей древесины, рыболовством, водозабором. Косвенная ценность использования возникает вследствие экосистемных функций, поддерживающих иные виды деятельности или обеспечивающих нерыночные выгоды, – например, регулирование водного режима, защита от эрозии, поддержание климата. Опционная ценность отражает готовность платить за сохранение возможности использования ресурса в будущем, даже если вероятность такого использования невелика.

Ценность неиспользования отражает ту **стоимость**, которую люди придают природному объекту, даже не вступая с ним в какое-либо непосредственное физическое взаимодействие. В её составе обычно выделяют ценность существования, то есть удовлетворение от самого факта сохранения объекта (например, диких тигров в естественной среде

обитания), а также ценность наследия, связанная с готовностью платить за сохранение природных или культурных объектов для будущих поколений. Совокупная формула общей экономической ценности, таким образом, выглядит следующим образом: TEV = ценность прямого использования + ценность косвенного использования + опционная ценность + ценность существования + ценность наследия.

Игнорирование общей экономической ценности природных объектов при принятии хозяйственных решений приводит к значительным долгосрочным потерям. Разрушение природных экосистем ради краткосрочных экономических выгод способно вызвать необратимый экологический ущерб и крупные экономические издержки в будущем. Классическим примером служит уничтожение мангровых лесов для развития аквакультуры: краткосрочные доходы от рыбоводства несопоставимы с долгосрочными издержками, связанными с утратой защиты от штормовых нагонов, потерей нерестилищ и снижением поглощения углерода.

Практическим примером конфликта между ценностью использования и ценностью неиспользования является ситуация вокруг стерлитамакских шиханов в Республике Башкортостан. Шиханы Торатау, Юрактау, Куштау и ранее существовавший Шахтау представляют собой уникальные геологические объекты, сформировавшиеся более 200 млн лет назад как рифовые массивы древнего океана и поднявшиеся на поверхность в результате тектонических процессов. Шихан Шахтау был полностью выработан для производства кальцинированной соды Башкирской содовой компанией (БСК), крупнейшим российским производителем данной продукции. К 2015 году запасы известняка на Шахтау оказались практически истощены, что поставило вопрос о поиске альтернативных источников сырья.

В 2020 году разгорелся острый конфликт вокруг шихана Куштау, который БСК намеревалась использовать в качестве новой сырьевой базы. Местное население и экологические активисты выступили против разработки горы, организовав масштабный протест: тысячи человек встали на защиту шихана, был разбит палаточный лагерь у его подножия. Протестующие апеллировали к тому, что шиханы являются памятниками природы регионального значения, объектами культурного наследия башкирского народа и обладают высокой рекреационной и эстетической ценностью. Более 70 % опрошенных жителей республики в социологических исследованиях называли идею уничтожения уникальных гор неприемлемой.

Данный конфликт наглядно демонстрирует ситуацию, когда ценность неиспользования природного объекта – его научная, культурная, эстетическая и рекреационная ценность, а также ценность для будущих поколений – может превышать ценность его промышленной эксплуатации.

Признание факта требует применения методологии общей экономической ценности при обосновании решений о судьбе природных объектов, что позволяет преодолеть ограниченность традиционного подхода, учитывающего лишь прямую стоимость извлекаемых ресурсов.

Практикум 6. Дебаты по проблемам устойчивого развития

Цель занятия – формирование у обучающихся объективной картины мира посредством применения технологии активного обучения (интеллектуальной игры), развитие способности критически мыслить, аргументированно излагать позицию и уважать противоположное мнение.

Формируемые компетенции:

- навыки командной работы и взаимодействия в больших группах;
- способность к критическому анализу информации, рациональному и рефлексивному мышлению;
- владение инструментарием конструктивного диалога и публичного выступления;
- умение формулировать, обосновывать и защищать аргументированную позицию;
- навыки исследовательской работы, поиска и систематизации информации;
- формирование активной гражданской позиции и лидерских качеств.

Теоретический блок.

Дебаты представляют собой формализованную публичную дискуссию, в ходе которой участники, придерживающиеся противоположных точек зрения на определенную проблему, обмениваются аргументами, отвечая на актуальные вопросы общественной значимости. В отличие от спонтанной дискуссии, дебаты предполагают предварительную подготовку: участники заранее знают тему и должны подготовить аргументы для обеих позиций, включая ту, с которой они могут не соглашаться лично.

Участие в дебатах способствует развитию широкого спектра навыков, необходимых для формирования общественных лидеров и активных граждан. К числу таких навыков относятся: умение отстаивать выбранную позицию с опорой на доказательную базу; логическое структурирование речи; развитие критического мышления как способности анализировать информацию, выявлять закономерности и формулировать обоснованные выводы; совершенствование навыков публичных выступлений; способность понимать и уважать взгляды, отличающиеся от собственных; умение концентрироваться на сути проблемы; навыки организации командной работы; ведение обсуждения в толерантной и этичной манере. В рамках данного практикума используется формат дебатов Карла Поппера, названный в честь австрийско-британского философа и социолога, разработавшего концепцию открытого общества. Данный формат был

создан Институтом «Открытое общество» в 1980-х годах как наиболее доступный командный дебатовский формат, предназначенный для развития навыков рассуждения и критического мышления. Формат дебатов Карла Поппера считается простейшим и оптимальным для начинающих участников, поскольку делает акцент на глубине анализа и командном взаимодействии, а не на скорости речи или объеме цитируемого материала. Философия формата воплощает ценности открытого общества: уважение к множественности точек зрения и отказ от претензий на абсолютную истину.

Основные понятия и роли участников.

Команда утверждения – это сторона, поддерживающая заявленный тезис в рамках тематической игры. Спикеры команды утверждения определяют тему, обосновывают её актуальность, формируют систему аргументов и стремятся убедить судей в справедливости своей позиции.

Команда отрицания – это сторона, оспаривающая тезис. Её спикеры должны показать несостоятельность позиции команды утверждения, выявить слабые места в аргументации оппонентов и представить собственную систему контраргументов. Команда отрицания вправе критиковать предложенное определение темы лишь в том случае, если считает его несправедливым, то есть не соответствующим заявленной формулировке, чрезмерно узким или делающим позицию утверждающей стороны фактически неопровержимой.

Судьи (слушатели) – это участники, оценивающие ход дебатов и формирующие итоговое решение. Судья обязан абстрагироваться от собственной позиции по обсуждаемому вопросу и оценивать выступления команд исключительно по качеству аргументации, доказательств и логики рассуждений, а не исходя из личных симпатий.

Аргументы выступают основным инструментом убеждения и должны строиться с учётом существования как минимум двух альтернативных точек зрения на обсуждаемую проблему. При их разработке важно заранее прогнозировать возможные возражения оппонентов и готовить контраргументы.

Поддержки и доказательства – свидетельства (цитаты, факты, статистические данные, примеры), подтверждающие выдвигаемые аргументы. Поиск поддержек осуществляется в ходе коллективной исследовательской работы на этапе подготовки к дебатам.

Перекрестный допрос (информационный запрос) – вопрос или комментарий, задаваемый выступающему спикеру противоположной команды. Используется для уточнения позиции оппонента или выявления потенциальных ошибок в его аргументации. Информация, полученная в ходе перекрестного допроса, может быть использована в последующих выступлениях.

Правила представления информационных запросов.

Информационные запросы могут представляться выступающим спикерам противоположной команды во время первых шести речей; в заключительных аналитических речах информационные запросы не допускаются. Запросы разрешены начиная со второй минуты речи и до ее завершения за одну минуту до окончания; первая и последняя минуты выступления являются защищенным временем.

Для представления информационного запроса участник должен встать и нейтральным образом обозначить свое намерение (например: «Вопрос!» или «Замечание!»). Выступающий спикер вправе принять запрос («Да, пожалуйста!») или отклонить его («Нет, спасибо!»). Максимальная продолжительность информационного запроса составляет 15 секунд.

От каждой команды ожидается не менее четырех попыток представить информационные запросы во время речей противоположной стороны. От каждого спикера ожидается принятие хотя бы одного информационного запроса; принимать более двух запросов стратегически не рекомендуется.

Ход работы. Проведение практического занятия осуществляется в четыре последовательных этапа.

Этап 1. Формирование команд и распределение ролей.

На данном этапе обучающиеся формируют команды по три человека и распределяют роли спикеров в соответствии с индивидуальными способностями и навыками участников. Каждый член команды анализирует свои сильные стороны – аналитические способности, ораторское мастерство, умение задавать вопросы – и на основе этого определяет оптимальную роль в команде.

Формируемые компетенции: навыки командной работы; умение объективно оценивать собственные способности; формирование командного духа и распределение ответственности.

Этап 2. Инструктаж по правилам проведения дебатов.

Преподаватель разъясняет правила организации и проведения дебатов, характеристики ролей спикеров, регламент выступлений, цели и задачи игры. На данном этапе определяются темы дебатов для каждой пары команд и проводится жеребьевка сторон (утверждение/отрицание). Студентам предоставляются сопроводительные материалы для самостоятельного изучения (pre-learning).

Формируемые компетенции: понимание структуры и логики формализованной дискуссии; освоение инструментария конструктивного диалога.

Этап 3. Подготовка к дебатам.

Каждая команда проводит исследовательскую работу по своей теме: осуществляет поиск и анализ релевантных источников, формулирует систему аргументов и контраргументов, готовит доказательную базу

(статистические данные, факты, примеры, экспертные мнения). Команды составляют кейсы утверждения и отрицания тезиса, готовят вопросы для перекрестного допроса.

Формируемые компетенции: расширение навыков исследовательской работы и информационного поиска; систематизация полученного материала; формирование объективной картины проблемы на основе множественности источников; развитие аналитического мышления.

Этап 4. Проведение дебатов и оценка выступлений.

Команды выступают в соответствии с установленным регламентом и структурой дебатов. Выступления оцениваются судьями (слушателями) согласно утвержденным критериям. По завершении каждого раунда дебатов проводится обсуждение результатов и предоставляется обратная связь.

Формируемые компетенции: умение отстаивать позицию на основе теоретических знаний; навыки публичного выступления; культура дискуссии и уважительное отношение к оппоненту; использование аргументации и доказательной базы; совершенствование логически связной речи; развитие ораторского мастерства.

Схема проведения дебатов и пример расположения участников во время дебатов приведены на рисунке 6.1 и 6.2.

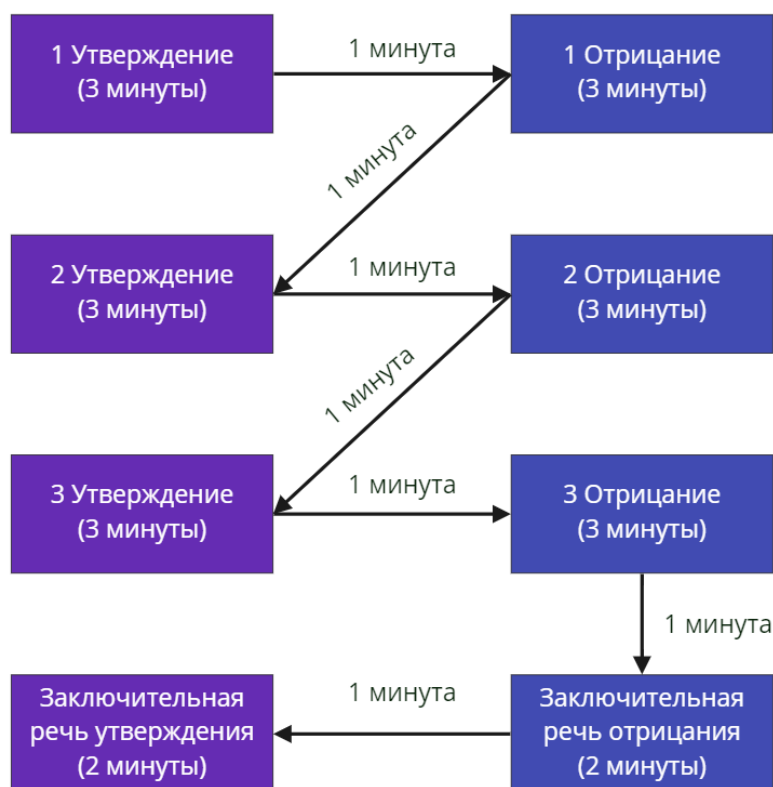


Рисунок 6.1 – Схема проведения дебатов

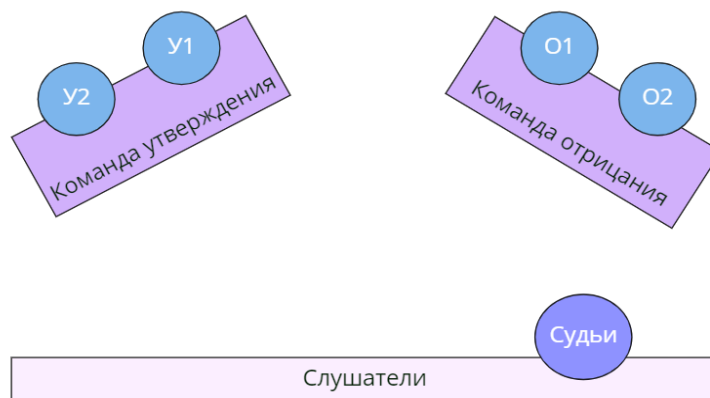


Рисунок 6.2 – Пример расположения участников во время дебатов

Структура проведения дебатов и порядок действий и изложения материала командами представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Структура проведения дебатов

Раунд	Сторона	Содержание выступления
Первый раунд	Утверждение	Представление команды; определение темы и обоснование ее актуальности; разъяснение ключевых понятий; обозначение проблемы с приведением фактов и статистики; краткое представление всех аргументов команды (кейса); предложение плана решения проблемы. Указанное составляет треть речи. Оставшееся время – изложение 2–3 аргументов в пользу своей позиции.
	Отрицание	Представление команды; выражение позиции по определениям оппонентов; согласие или несогласие с постановкой проблемы; представление альтернативного решения; краткое опровержение основных аргументов первого спикера утверждения; краткое представление собственного кейса. Указанное составляет треть речи. Оставшееся время – изложение 2–3 аргументов в пользу своей позиции.
Второй раунд	Утверждение	Презентация структуры речи; опровержение аргументов команды отрицания; восстановление собственных аргументов, подвергшихся атаке. Указанное составляет две трети речи. Оставшееся время – расширение кейса: 1–2 новых аргумента.
	Отрицание	Презентация структуры речи; опровержение аргументов команды утверждения; восстановление собственных аргументов, подвергшихся атаке. Указанное составляет две трети речи. Оставшееся время – расширение кейса: 1–2 новых аргумента.

Раунд	Сторона	Содержание выступления
Третий раунд	Утверждение	Презентация структуры речи; формулирование 2–3 обобщающих пунктов; систематическое опровержение кейса противоположной стороны по ключевым спорным вопросам, возникшим в ходе дебатов.
	Отрицание	Презентация структуры речи; формулирование 2–3 обобщающих пунктов; систематическое опровержение кейса противоположной стороны по ключевым спорным вопросам, возникшим в ходе дебатов.
Заключительный раунд	Утверждение	Речь представляет первый или второй спикер (по решению команды). Сравнение двух позиций: демонстрация преимуществ предложенного решения; обобщение дебатов; показ того, как противоположная сторона не смогла опровергнуть ключевые аргументы.
	Отрицание	Речь представляет первый или второй спикер (по решению команды). Сравнение двух позиций: демонстрация преимуществ предложенного решения; обобщение дебатов; показ того, как противоположная сторона не смогла опровергнуть ключевые аргументы.

Темы для дебатов.

1. Через несколько десятилетий мир сможет полностью отказаться от добычи нефти.
2. Солнечная энергетика является более экологичной, чем атомная.
3. Уголь наносит больший экологический ущерб, чем нефть.
4. Ветровая энергетика предпочтительнее гидроэнергетики.
5. Действия отдельного человека не оказывают значимого влияния на решение глобальных экологических проблем.
6. Антропогенное изменение климата является не доказанной гипотезой.
7. Приоритетом должно быть экономическое развитие; решение экологических проблем возможно только при достаточных ресурсах.
8. Глобальный переход на альтернативные источники энергии нежелателен, поскольку порождает новые экономические, экологические и социальные проблемы.
9. Мировые пандемии оказывают положительное влияние на состояние климата.
10. Борьба с изменением климата – гонка, из которой человечество еще может выйти победителем.

- 11.Электромобили непрактичны в современных условиях.
- 12.Экологизация бизнеса не приносит экономического эффекта.
- 13.Экономика не может существовать в гармонии с природой.
- 14.Каршеринг: преимущества превышают недостатки.
- 15.Генная инженерия неэтична.
- 16.Использование животных в пищу для человека недопустимо.
- 17.Генетически модифицированные организмы способны решить продовольственную проблему.
- 18.Организация Объединенных Наций является неэффективной организацией.
- 19.Внутренние ресурсы являются ключевым источником финансирования ЦУР.
- 20.Альтернативная энергетика является утопией.
- 21.Зоопарки и цирки с животными должны быть запрещены.

После завершения дебатов по теме каждый слушатель (судья) заполняет чек-лист (Таблица 6.2) для формирования дальнейшей обратной связи по выступлениям обучающихся.

Таблица 6.2 – Чек-лист для судьи

Критерии	Баллы	Примечания
Проработка аргументации – фактические доказательства без повторного утверждения личного мнения; – ясное и правильное определение понятий темы; – неуклонность от темы; – соответствующие аргументы, относящиеся к делу; – атаки только на аргументы, а не на личность; – без ложных аналогий.	max 2 min 1,5	
Структура подачи материала – логичные высказывания; – верные заключения и выводы (без нарушения причинно-следственных связей); – правильное распределение ролей выступающих; – уместное или логичное развитие аргументации; – соблюдение регламента.	max 2 min 1,5	
Нестандартный подход – креативность подачи материала.	max 2 min 1	
Подготовка вопросов оппонентам – вопросы по существу; – участник задал минимум 2 вопроса.	max 2 min 1	
Результаты дебатов - голосование участников победа – 2 ничья – 1,5 проигрыш – 1	max 2 min 1	
Итого:	max 10 min 6	

Вопросы для самопроверки

1. Почему устойчивое развитие рассматривается в главе как новая парадигма XXI века? Какие ограничения традиционной модели экономического роста подчеркиваются?
2. В чем состоят ключевые отличия между ВВП как показателем экономического развития и более комплексными индексами (такими как индекс развития человеческого потенциала)? Какие аспекты качества жизни они позволяют учесть?
3. Как раскрывается концепция «зеленой экономики» и какие ее ключевые компоненты выделяются?
4. В чем проявляются черты «общества потребления»? Как эта модель потребления и производства связана с ресурсной нагрузкой на планету и экологическим кризисом?
5. Какие существуют глобальные риски устойчивого развития, и как они взаимосвязаны с экономикой, социальной сферой и состоянием окружающей среды?
6. В чем заключается принцип «экологической правды цен»? Какие механизмы (налоги, платежи за негативное воздействие, учет внешних эффектов) предлагается использовать для его реализации?
7. Какие методы определения экономической ценности природных ресурсов и экосистемных услуг есть, и для каких управленческих задач они используются?
8. Что такое дебаты? Что важно включать в аргументы при дебатах?

7 ESG И КОРПОРАТИВНОЕ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

7.1 Консалтинг в области устойчивого развития и концепция ESG

Консалтинг в области устойчивого развития представляет собой вид профессиональной деятельности, в рамках которой внешние эксперты оказывают организациям-заказчикам услуги по анализу, разработке стратегий и подготовке аналитических материалов, связанных с интеграцией принципов устойчивого развития в корпоративную практику. Потребность в подобной экспертизе обусловлена возрастающей сложностью нормативно-правового регулирования, требованиями инвесторов и необходимостью формирования компетенций в относительно новой для многих организаций предметной области. Консультанты осуществляют диагностику текущего состояния компании с точки зрения экологических, социальных и управленческих параметров, разрабатывают дорожные карты трансформации, содействуют внедрению систем нефинансовой отчетности и обеспечивают сопровождение процессов верификации и сертификации.

Концептуальной основой современного консалтинга в данной сфере выступает подход ESG, представляющий собой совокупность характеристик управления компанией, при котором достигается

ее вовлечение в решение экологических, социальных и управленческих проблем. Термин ESG был впервые введен в 2004 году в докладе «Who Cares Wins», подготовленном по инициативе Генерального секретаря ООН Кофи Аннана. В 2005 году данная инициатива выпустила одноименный отчет, установивший связь между ESG-факторами и финансовыми результатами компаний, а Инициатива ЮНЕП по финансированию в докладе Freshfields Report обосновала релевантность ESG-факторов для финансовой оценки активов. Эти публикации заложили основу для создания в 2006 году Принципов ответственного инвестирования (PRI) под эгидой ООН, к которым первоначально присоединились 63 инвестиционные компании с активами под управлением в размере 6,5 триллиона долларов США.

Концепция ESG имеет глубокие исторические корни, восходящие к практикам этического инвестирования XVIII века, когда религиозные общины, такие как квакеры и методисты, избегали вложений в отрасли, связанные с причинением вреда – работоторговлю, производство оружия, торговлю алкоголем. Непосредственным предшественником ESG является концепция корпоративной социальной ответственности (КСО), впервые сформулированная американским экономистом Говардом Боуэном в 1953 году в книге «Социальные обязательства бизнесмена». Боуэн определил КСО как обязательство бизнеса проводить политику, соответствующую целям и ценностям общества в целом. Понятие КСО активно развивалось во второй половине XX века в рамках концепции государства всеобщего благосостояния. В 1990-х годах движение корпоративной устойчивости сместило акцент с преимущественно социальной проблематики на экологическую, а к началу 2000-х годов произошла интеграция обоих направлений в единую концепцию корпоративной социальной ответственности.

Переход от КСО к ESG отражает существенное изменение в понимании роли нефинансовых факторов в корпоративном управлении. Если КСО традиционно рассматривалась преимущественно как филантропическая деятельность и инструмент формирования репутации, то ESG интегрирует экологические, социальные и управленческие факторы непосредственно в систему управления рисками и процесс принятия инвестиционных решений. Экологический компонент (E) охватывает вопросы воздействия на окружающую среду, включая выбросы парниковых газов, управление отходами, использование природных ресурсов и противодействие изменению климата. Социальный компонент (S) включает управление человеческим капиталом, условия и безопасность труда, профессиональное равенство, взаимоотношения с местными сообществами, права человека в цепочках поставок. Управленческий компонент (G) охватывает структуру и независимость совета директоров, вознаграждение руководства, права акционеров, противодействие коррупции, прозрачность и качество корпоративного управления.

Теоретическим обоснованием интеграции ESG-факторов в корпоративное управление служит теория заинтересованных сторон (стейкхолдеров), согласно которой корпоративная ответственность распространяется на все группы, затрагиваемые деятельностью компании, а не только на акционеров. К числу ключевых заинтересованных сторон относятся: регулирующие органы, соблюдение требований которых критично для обеспечения операционной деятельности и избежания санкций; инвесторы, все активнее учитывающие ESG-факторы при формировании инвестиционных портфелей; кредитные организации, предоставляющие более выгодные условия финансирования компаниям с высокими ESG-рейтингами; местные сообщества, затрагиваемые экологическими и социальными последствиями деятельности компании; сотрудники, клиенты и поставщики. Пренебрежение интересами любой значимой группы заинтересованных сторон способно генерировать риски, подрывать доверие и в конечном счете негативно влиять на способность компании эффективно функционировать.

Приверженность принципам ESG со стороны государственного и частного секторов, а также регуляторов имеет веские основания: учет ESG-факторов и рисков ассоциируется с более высокими финансовыми результатами и является критически важным для обеспечения долгосрочной устойчивости компании. Крупнейшие управляющие активами учитывают ESG-факторы при формировании инвестиционных стратегий и ожидают аналогичного подхода от хорошо управляемых компаний. Игнорирование интересов заинтересованных сторон и ESG- факторов лишает корпорацию способности поддерживать устойчивость в долгосрочной перспективе, тогда как учет интересов всех субъектов, критически важных для успеха компании, является необходимым условием ее долгосрочной устойчивости и соответствует фидуциарным обязанностям совета директоров.

7.2 Структура ESG: экологический, социальный и управленческий компоненты

Концепция ESG представляет собой интегрированную систему критериев оценки корпоративной деятельности, охватывающую три взаимосвязанных измерения: экологическое (Environmental), социальное (Social) и управленческое (Governance). Каждое из этих измерений включает широкий спектр факторов, которые в совокупности позволяют оценить риски, не выявляемые посредством традиционных финансовых метрик, и определить способность компании генерировать долгосрочную стоимость.

Экологический компонент оценивает воздействие организации на природную среду и эффективность управления экологическими рисками. К числу ключевых экологических факторов относятся: политика в области противодействия изменению климата; измерение и сокращение выбросов

парниковых газов; энергоэффективность и переход к возобновляемым источникам энергии; управление отходами и внедрение принципов циркулярной экономики; контроль загрязнения воздуха, воды и почв; рациональное водопользование; сохранение биоразнообразия и природных местообитаний. Компания, пренебрегающая экологическими требованиями, подвергается рискам крупных штрафов, судебных исков, репутационных потерь и ужесточения регуляторных требований, что негативно отражается на ее рыночной стоимости.

Социальный компонент охватывает вопросы управления взаимоотношениями организации с заинтересованными сторонами: сотрудниками, поставщиками, клиентами и местными сообществами. Основными социальными факторами являются: справедливые условия труда, включая достойную оплату, безопасность рабочих мест и соблюдение трудовых прав; многообразие и инклюзивность на рабочем месте, в том числе гендерное, национальное и возрастное; программы обучения и профессионального развития персонала; соблюдение прав человека на всех этапах цепочки поставок, включая недопущение детского и принудительного труда; взаимодействие с местными сообществами и вклад в их развитие; обеспечение качества и безопасности продукции; защита персональных данных клиентов. Отличительной чертой современного подхода к ESG является распространение социальных требований за пределы непосредственной деятельности компании на всю цепочку поставок, особенно в части контрагентов из развивающихся стран, где экологические и трудовые стандарты могут быть менее строгими.

Управленческий компонент оценивает качество корпоративного управления, обеспечивающего принятие обоснованных решений, этическое поведение и подотчетность заинтересованным сторонам. К управленческим факторам относятся: структура и независимость совета директоров; диверсификация состава совета по гендерному, профессиональному и иным признакам; политика вознаграждения руководства и ее связь с долгосрочными интересами компании; система внутреннего контроля и аудита; права акционеров и механизмы их защиты; прозрачность раскрытия информации; наличие и соблюдение кодекса корпоративной этики; управление рисками, включая налоговые риски; противодействие мошенничеству и коррупции. Надлежащее корпоративное управление является необходимым условием долгосрочной устойчивости компании и формирования доверия со стороны всех групп заинтересованных сторон.

Теория заинтересованных сторон (стейкхолдеров) составляет концептуальную основу для понимания того, почему и под влиянием каких субъектов компании интегрируют принципы ESG в свою деятельность. Заинтересованные стороны – это группы или индивидуумы, которые оказывают влияние на организацию или испытывают влияние ее деятельности. К числу ключевых стейкхолдеров относятся

регулирующие органы, устанавливающие обязательные требования в области экологии, безопасности труда, раскрытия информации; несоблюдение данных требований влечет санкции вплоть до приостановления деятельности. Инвесторы активнее учитывают ESG-факторы при формировании инвестиционных портфелей. Компании с высокими ESG-рейтингами демонстрируют более высокие рыночные оценки и меньшую волатильность акций, что делает их привлекательными для инвесторов в условиях неопределенности. Эмпирические исследования свидетельствуют, что около 60 % научных работ фиксируют положительную корреляцию между ESG-практиками и финансовыми показателями компании. Отрицательная связь выявляется менее чем в 15 % исследований.

Кредитные организации представляют собой важную группу заинтересованных сторон, прямо влияющую на условия финансирования корпоративного сектора. Интеграция ESG-критериев в кредитную политику позволяет банкам более точно оценивать и прогнозировать риски, связанные с энергетическим переходом и изменением климата.

Компании, внедряющие ответственные практики в соответствии с ESG-требованиями, тем самым улучшают свой риск-профиль и воспринимаются банками как более надёжные заёмщики. В результате они получают доступ к кредитным ресурсам на более выгодных условиях, включая снижение процентных ставок и расширение спектра доступных финансовых инструментов. Развитие устойчивого финансирования привело к появлению новых финансовых продуктов: кредитов, привязанных к ESG-показателям (sustainability-linked loans), зеленых облигаций (green bonds), кредитных линий с социальным воздействием. Ряд банков формирует секторальные политики, исключающие финансирование проектов, связанных с нетрадиционными ископаемыми видами топлива, обезлесением или серьезными нарушениями прав человека.

Местные сообщества также выступают значимыми стейкхолдерами, особенно в отношении компаний с существенным экологическим воздействием. Негативные последствия производственной деятельности – загрязнение окружающей среды, шум, воздействие на здоровье населения – способны генерировать общественное противодействие, жалобы в контролирующие органы, судебные иски, что влечет экономические и репутационные потери. Клиенты и поставщики формируют ожидания в отношении экологической и социальной ответственности компании, все чаще делая выбор в пользу организаций с выраженной приверженностью принципам устойчивого развития. Негосударственные организации и средства массовой информации выполняют функцию общественного контроля, привлекая внимание к нарушениям в сфере экологии и социальной ответственности. Совокупное воздействие данных факторов обуславливает интеграцию ESG-принципов в систему

корпоративного управления как необходимое условие долгосрочной устойчивости и конкурентоспособности организации.

7.3 ESG-повестка: факторы актуализации и стратегические преимущества внедрения

ESG-повестка приобретает статус одного из ключевых ориентиров корпоративного управления под воздействием совокупности регуляторных, рыночных и институциональных факторов. Ведущим драйвером ее актуализации выступает последовательное ужесточение требований об обязательном раскрытии ESG-показателей. В 2025 году обязательная климатическая отчетность стала нормативной реальностью во многих юрисдикциях: в Европейском союзе вступила в действие Директива о корпоративной отчетности в области устойчивого развития (CSRD), в США активизировались требования Комиссии по ценным бумагам и биржам, а также вступили в силу законы штата Калифорния (SB 253, SB 261), создающие новый базовый уровень прозрачности в отношении парниковых выбросов. Регуляторы не только устанавливают нормы раскрытия, но и усиливают контроль за их исполнением: компании, допускающие неточности или противоречия в ESG-отчетности, подвергаются значительным штрафным санкциям.

Наряду с нормативными требованиями, существенную роль играет государственная поддержка инвестиционных проектов, отвечающих критериям устойчивого развития. В Российской Федерации, в частности, с 2023 года часть средств от экологического сбора направляется на субсидирование компаний, выпускающих товары из переработанных отходов. Компании, придерживающиеся ESG-принципов, получают более легкий доступ к государственным инвестициям, а также могут рассчитывать на льготные условия кредитования: каждый третий российский банк проводит ESG-оценку заемщиков, а около 20 % остальных крупных банков планируют внедрить аналогичную практику. По оценке Bloomberg Intelligence, глобальные ESG-активы под управлением могут превысить 40 триллионов долларов к 2030 году, что свидетельствует о масштабном перераспределении капитала в пользу устойчивых инвестиций.

Потребители и иные заинтересованные стороны все чаще отдают предпочтение ESG-ориентированным компаниям. Согласно исследованиям, пятая часть жителей крупных городов России выбирает экологические товары при приемлемой цене, а около 30 % потребителей обращают внимание на экомаркировку. Инвесторы принимают во внимание ESG- факторы при формировании портфелей, рассматривая их как индикатор долгосрочной устойчивости и прибыльности компаний.

Внедрение ESG-повестки обеспечивает организациям ряд стратегических преимуществ, которые могут быть систематизированы по четырем основным направлениям. Первое направление – развитие человеческого капитала. Компании с выраженной ESG-стратегией

обладают более высокой привлекательностью на рынке труда. По данным Harvard Business Review, организации с развитыми программами устойчивого развития на 25 % чаще привлекают высококвалифицированных специалистов. Согласно исследованию Deloitte, 40 % представителей поколений миллениалов и зумеров предпочитают работодателей с сильными позициями в области устойчивого развития. Более 70 % соискателей учитывают стратегию компании в области устойчивого развития при принятии решения о трудоустройстве. McKinsey & Company установила, что компании с развитыми ESG-программами демонстрируют на 28 % более высокую лояльность сотрудников и на 50 % более высокую вовлеченность персонала. Сотрудники таких компаний ощущают большую причастность к миссии организации и с большей вероятностью остаются в ней на длительный срок, что снижает текучесть кадров и сокращает расходы на подбор персонала.

Второе направление – стимулирование инноваций и создание новых возможностей. ESG-принципы побуждают организации к модернизации бизнес-процессов, внедрению новых технологий и разработке устойчивых продуктов и моделей ведения бизнеса. Интеграция экологических и социальных критериев в операционную деятельность создает условия для формирования инновационных решений, обеспечивающих конкурентные преимущества на рынках, ориентированных на устойчивое развитие.

Третье направление связано с управлением рисками. ESG в данном случае выполняет функцию системы раннего предупреждения, позволяющей выявлять и оценивать риски до их фактической реализации. Компании, игнорирующие ESG-факторы, сталкиваются с повышенной вероятностью крупных штрафов за нарушение экологических норм, судебных исков со стороны местных сообществ, а также рисков утраты лицензий и приостановления деятельности. Организации, интегрировавшие принципы устойчивого развития в операционные процессы, как правило, демонстрируют более высокую адаптивность к изменениям регуляторной среды и рыночной конъюнктуры.

Четвёртое направление связано с повышением операционной эффективности и сокращением затрат. ESG-инициативы способны оказывать позитивное влияние на финансовые результаты за счёт повышения энергоэффективности, более рационального использования ресурсов и снижения регуляторных рисков. Модернизация цепочек поставок в сторону большей прозрачности и ответственности уменьшает уязвимость бизнеса к экономическим и геополитическим шокам. Повышение прозрачности бизнес-процессов укрепляет доверие со стороны ключевых стейкхолдеров и способствует улучшению конкурентных позиций компании на внутренних и внешних рынках.

7.4 Основные тренды в области ESG

Динамика ESG-повестки определяется несколькими устойчивыми тенденциями, охватывающими климатическую проблематику, институциональное развитие ESG-регулирующего, а также формирование новых рисков и возможностей.

Климатическая проблематика продолжает занимать центральное место в повестке устойчивого развития. Одной из наиболее выраженных тенденций является формирование «зеленых» цепочек поставок: компании распространяют требования по декарбонизации за пределы собственных операций, охватывая всю цепочку создания стоимости. Из 239 компаний, присоединившихся к Инициативе научно обоснованных целей (Science Based Targets Initiative) в 2020 году, 94 процента включили обязательства по сокращению выбросов категории Scope 3, генерируемых поставщиками и потребителями, хотя именно эти выбросы составляют до 80 % совокупного климатического воздействия многих компаний. Внимание к климатической ответственности распространяется не только на публичные, но и на частные компании, прежде входившие в «серую зону» нефинансовой отчетности. Тенденция к отказу от инвестиций в угольную отрасль приобретает системный характер: крупнейшие институциональные инвесторы рассматривают деинвестирование из угля как наиболее доступный путь к формированию портфеля с нулевыми нетто-выбросами.

Расширение рынка зеленых облигаций выступает одним из наиболее значимых финансовых трендов ESG-повестки. К концу третьего квартала 2025 года совокупный объем обращающихся зеленых облигаций впервые превысил три триллиона долларов США, продемонстрировав среднегодовой темп прироста около 30 % за предшествующие пять лет. Глобальный рынок зеленых облигаций оценивался в 345 миллиардов долларов в 2025 году, а к 2032 году, по прогнозам, достигнет 584 миллиардов долларов при среднегодовом темпе прироста 9,17 процента. Зеленые облигации эмитируются правительствами, муниципалитетами, агентствами и финансовыми институтами для финансирования проектов в области возобновляемой энергетики, энергоэффективности, устойчивого транспорта и адаптации к изменению климата. Европейский союз анонсировал программу зеленых облигаций NextGenerationEU стоимостью около 264 миллиардов долларов, запуск которой запланирован на 2026 год.

Второй блок тенденций связан с институционализацией ESG и развитием системы регулирования. Происходит постепенное сближение норм и стандартов отчетности: в период 2025–2030 годов ожидается конвергенция вокруг стандартов Совета по международным стандартам устойчивого развития (ISSB), которые становятся базой для обязательных требований в всё большем числе юрисдикций.

Одновременно усиливается борьба с гринвошингом, то есть необоснованными «зелёными» заявлениями компаний. Регуляторы требуют конкретных доказательств «углеродной нейтральности» и «нулевых выбросов» и запрещают размытые экологические формулировки без сертификации, особенно в ЕС. Процедуры заверения ESG-данных становятся более жёсткими и постепенно приближаются по уровню к аудиту финансовой отчётности, что повышает доверие к нефинансовой информации. ESG-рейтинги всё активнее используют инвесторы и банки для оценки компаний, хотя различия в методиках агентств продолжают вызывать дискуссии.

Третий блок тенденций охватывает возникающие риски и новые возможности. Необходимость трансформации пищевой и сельскохозяйственной промышленности для сохранения биоразнообразия становится все более очевидной: интенсивное сельское хозяйство является одним из основных факторов утраты биологического разнообразия и деградации экосистем. Серьезную потенциальную угрозу представляет проблема устойчивости к противомикробным препаратам (антибиотикорезистентность, AMR). По данным исследования Global Research on Antimicrobial Resistance, опубликованного в журнале The Lancet, бактериальная AMR была непосредственной причиной 1,14 миллиона смертей в 2021 году, а к 2050 году прогнозируется рост данного показателя до 1,91 миллиона ежегодных смертей, непосредственно обусловленных AMR. Если не будут приняты эффективные меры, AMR может стать причиной до 10 миллионов смертей ежегодно к 2050 году, а совокупные экономические потери, по оценкам Всемирного банка, составят до одного триллиона долларов дополнительных расходов на здравоохранение и от одного до 3,4 триллиона долларов потерь ВВП ежегодно к 2030 году.

Актуальной задачей остаётся поиск баланса между инвестициями в достижение углеродной нейтральности и поддержкой наиболее уязвимых групп населения и стран. Концепция справедливого перехода (just transition) предполагает, что климатическая политика должна сопровождаться мерами социальной защиты, поддержкой занятости и экономическим развитием в регионах и сообществах, наиболее затронутых энергетическим переходом.

Без учёта социального измерения усилия по декарбонизации могут оказаться недостаточно эффективными, поскольку рост социальной нестабильности способен подорвать общественную поддержку климатической повестки. Одновременно продолжается совершенствование практик учёта и отчётности: компании переходят от преимущественно добровольного, качественного раскрытия информации к более формализованной отчётности, основанной на измеримых показателях и процедурах внешней верификации. Это создаёт основу для повышения качества ESG-данных и их системной интеграции в процессы управленческого и инвестиционного анализа.

7.5 Форматы нефинансовой отчетности и международные стандарты раскрытия информации

Раскрытие информации о деятельности компании в области устойчивого развития осуществляется посредством различных форматов отчетности, каждый из которых отличается по степени охвата, целевой аудитории и глубине предоставляемых сведений. Выбор формата определяется стратегическими задачами организации, требованиями регуляторов и ожиданиями заинтересованных сторон.

Интегрированный отчет представляет собой единый документ, комплексно раскрывающий финансово-экономическую и производственную информацию по основным видам деятельности организации, а также сведения о ее деятельности в экологической, социальной и управленческой сферах. Концепция интегрированной отчетности была разработана Международным советом по интегрированной отчетности (IIRC), созданным в 2010 году под эгидой инициативы Принца Уэльского «Учет устойчивости» (Accounting for Sustainability, A4S) и Глобальной инициативы по отчетности (GRI). Международный стандарт интегрированной отчетности определяет принципы раскрытия информации о том, каким образом стратегия, корпоративное управление, результаты деятельности и перспективы организации в контексте ее внешней среды ведут к созданию, сохранению или утрате стоимости в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периоде. Стандарт предполагает учет шести видов капитала – финансового, производственного, интеллектуального, человеческого, социально-репутационного и природного – и анализ их взаимозависимости. Ряд стран ввел обязательные и рекомендательные требования к составлению интегрированных отчетов: в Дании крупнейшие компании обязаны публиковать интегрированные отчеты, заверенные аудиторами, а в Швеции аналогичные требования распространяются на компании с государственным участием.

Годовой отчет с разделом об устойчивом развитии предполагает раскрытие результатов деятельности компании в соответствующей области в виде отдельной главы или раздела в составе основного годового отчета. Данный формат позволяет сочетать финансовую информацию с нефинансовыми показателями без подготовки самостоятельного документа, что может быть целесообразно для организаций, находящихся на начальных этапах формирования системы нефинансовой отчетности.

Отчет об устойчивом развитии – самостоятельный документ, в котором компания раскрывает информацию о деятельности в экономической, экологической и социальной областях, создании долгосрочной ценности для заинтересованных сторон. Подготовка подобных отчетов, как правило, осуществляется на основе признанных международных стандартов и рекомендаций, обеспечивающих

структурированность, сопоставимость и достоверность раскрываемой информации.

Также есть понятие ESG Databook, что представляет собой сборник основных количественных нефинансовых показателей, публикуемый в табличном формате на корпоративном сайте компании и обновляемый на регулярной основе. Данный формат обеспечивает доступность структурированных данных для аналитиков и инвесторов, позволяя оперативно отслеживать динамику ESG-показателей без необходимости анализа объемных текстовых документов.

Системообразующую роль в обеспечении качества и сопоставимости нефинансовой отчетности играют международные стандарты и рекомендации. Глобальная инициатива по отчетности (Global Reporting Initiative, GRI), основанная в 1997 году, является наиболее широко используемым стандартом нефинансовой отчетности в мире: более 10 000 организаций из свыше 100 стран применяют стандарты GRI при подготовке отчетов об устойчивом развитии. Стандарты GRI обеспечивают комплексный подход к отчетности, охватывающий экономические, экологические и социальные аспекты деятельности организации, и построены на принципах существенности, вовлечения заинтересованных сторон, контекста устойчивого развития и полноты раскрытия. Структура стандартов GRI включает три модуля: универсальные стандарты (Universal Standards), содержащие общие требования к отчетности; секторальные стандарты (Sector Standards), учитывающие специфику отдельных отраслей; тематические стандарты (Topic Standards), посвященные конкретным аспектам экономического, экологического и социального воздействия.

Наряду с GRI, в международной практике применяется ряд иных стандартов и рекомендаций, имеющих различную направленность и целевую аудиторию (Таблица 7.1). Стандарты Совета по стандартам учета устойчивого развития (SASB), разработанные в 2011 году, ориентированы на раскрытие финансово существенных ESG-факторов и предусматривают отраслевую специализацию по 77 отраслям экономики. Рекомендации Рабочей группы по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом (TCFD), сосредоточены на раскрытии климатических рисков и возможностей и структурированы по четырем направлениям: управление, стратегия, управление рисками, показатели и целевые значения. Стандарты Совета по международным стандартам устойчивого развития (ISSB) – IFRS S1 и IFRS S2, принятые в 2023 году, – интегрируют подходы SASB и TCFD и направлены на формирование единой глобальной основы для раскрытия информации, связанной с устойчивым развитием, с ориентацией на потребности инвесторов.

Таблица 7.1 – Стандарты отчетности компаний по устойчивому развитию

Стандарт	Направленность	Целевая аудитория	Подход
GRI	Комплексное ESG-воздействие	Широкий круг заинтересованных сторон	Принципы существенности воздействия
SASB	Отраслевые финансово существенные ESG-факторы	Инвесторы	Стандарты с отраслевыми метриками
TCFD	Климатические финансовые риски	Инвесторы, кредиторы, страховщики	Рекомендации на основе сценарного анализа
ISSB (IFRS S1, S2)	Климат и устойчивое развитие	Инвесторы	Глобальные стандарты финансовой существенности

Ведущие компании все чаще применяют комбинированный подход к отчетности, используя GRI для подготовки комплексных отчетов об устойчивом развитии, SASB для раскрытия отраслевых финансово существенных показателей и TCFD для климатической отчетности. Тенденция к конвергенции стандартов, проявляющаяся в интеграции подходов SASB и TCFD в стандарты ISSB, свидетельствует о движении мирового сообщества к формированию единой архитектуры нефинансовой отчетности, обеспечивающей сопоставимость данных и снижение регуляторной нагрузки на организации.

7.6 Этапы внедрения практик устойчивого развития и подход к интеграции ESG в корпоративную стратегию

Внедрение практик устойчивого развития в деятельность организации представляет собой непрерывный итерационный процесс, предполагающий последовательное повышение уровня зрелости компании в области ESG. Для обеспечения системности и результативности данного процесса целесообразно выстраивать подход к интеграции принципов устойчивого развития в корпоративную стратегию по аналогии с циклом Деминга – управленческой моделью непрерывного совершенствования «Планируй – Делай – Проверь – Действуй» (Plan – Do – Check – Act, PDCA), первоначально разработанной Уолтером Шухартом и впоследствии усовершенствованной Уильямом Эдвардом Демингом. Применение данной модели обеспечивает структурированный подход к планированию, реализации, контролю и корректировке ESG-инициатив, формируя замкнутый цикл постоянного улучшения.

Практическая реализация данного подхода предполагает шесть последовательных этапов, каждый из которых содержательно соотносится с фазами цикла PDCA.

Первый этап – оценка текущего состояния – соответствует подготовительной фазе планирования. На данном этапе осуществляется комплексная диагностика действующих практик устойчивого развития компании, включая анализ текущих показателей по экологическому, социальному и управленческому направлениям. Проводится оценка лучших практик компаний отрасли методом сравнительного анализа (бенчмаркинга), что позволяет определить позицию организации относительно отраслевых лидеров и выявить наиболее приоритетные направления развития. На данном этапе целесообразно провести оценку существенности (materiality assessment) – систематический анализ ESG-факторов по степени их значимости для заинтересованных сторон и потенциального влияния на деятельность организации.

Второй этап – формирование основных положений – представляет собой завершающую стадию фазы планирования. Его содержание составляют создание и обновление корпоративной документации: разработка и утверждение ESG-политик (экологической политики, политики в области охраны труда и промышленной безопасности, политики в области прав человека, антикоррупционной политики и др.), а также интеграция ЦУР в стратегию компании. На данном этапе осуществляется выбор ЦУР ООН, наиболее релевантных для деятельности организации, определяются конкретные целевые показатели и сроки их достижения.

Третий этап – внедрение положений – соответствует фазе «Делай» (Do) цикла PDCA. Разработанные политики и стратегические решения транслируются в операционную деятельность организации: обновляются типовые контракты и договоры с учетом ESG-требований к поставщикам и подрядчикам, совершенствуются инструменты взаимодействия с сотрудниками и бизнес-партнерами, реализуется коммуникационная стратегия. Ключевое значение на данном этапе имеет вовлечение персонала на всех уровнях организации: сотрудники должны не только знать о принятых ESG-обязательствах, но и понимать свою роль в их реализации. Для обеспечения системности внедрения могут проводиться обучающие программы и тренинги для персонала.

Четвертый этап – мониторинг – открывает фазу «Проверь» (Check). На данном этапе разрабатываются и внедряются инструменты мониторинга, позволяющие отслеживать ход реализации ESG-инициатив, собирать данные о достижении целевых показателей и оценивать успешность процедур внедрения корпоративной документации. Эффективный мониторинг предполагает формирование системы сбора и анализа количественных и качественных ESG-данных на регулярной основе.

Пятый этап – контроль – представляет собой содержательное углубление фазы проверки. Разрабатываются ключевые показатели эффективности (КПЭ) для руководителей высшего звена по выявленным приоритетным направлениям развития и соблюдению корпоративной документации. Привязка вознаграждения руководства к достижению ESG-целей формирует систему стимулов, обеспечивающих подотчетность менеджмента за результаты в области устойчивого развития. Каждый КПЭ должен быть конкретным, измеримым и привязанным к наиболее существенным ESG-вопросам, выявленным на этапе оценки.

Шестой, заключительный этап – оценка эффективности и отчетность – соответствует фазе «Действуй» (Act). На данном этапе проводится комплексная оценка результативности внедренных практик, выявляются «слабые звенья» и разрабатываются корректирующие мероприятия. Формируется отчет о достигнутых результатах, который может быть представлен в формате интегрированного отчета, отчета об устойчивом развитии или ESG Databook. Выявленные отклонения и области для совершенствования становятся исходной точкой для нового цикла планирования, обеспечивая непрерывность процесса улучшения.

Процесс разработки ESG-стратегии, являющийся основой описанного цикла, включает несколько ключевых аналитических процедур. На первом шаге проводится сравнительный анализ стратегий, целей и ключевых показателей эффективности в области устойчивого развития крупнейших компаний отрасли, что позволяет определить отраслевые стандарты и лучшие практики. На втором шаге подготавливается аналитический отчет, содержащий изложение приоритетных направлений ESG-стратегии организации, а также рекомендуемые цели и показатели эффективности. На третьем шаге осуществляется выбор ЦУР ООН для интеграции в корпоративную стратегию на основе оценки их значимости для бизнеса компании и масштаба ее потенциального вклада в их достижение. Результатом данного процесса становится дорожная карта устойчивого развития компании – структурированный план действий, определяющий конкретные мероприятия, ответственных исполнителей и сроки реализации. Дорожная карта дополняется пакетом корпоративных политик, инструментами интеграции ESG-требований в работу с поставщиками и системой отчетности, обеспечивающей прозрачность и подотчетность организации перед заинтересованными сторонами.

Практикум 7. Анализ ESG-рисков и возможностей компании

Цель занятия – изучение практических аспектов внедрения принципов устойчивого развития в управление компаниями посредством анализа климатических и ESG-рисков на примере нефтегазового сектора.

Формируемые компетенции:

- способность идентифицировать и классифицировать климатические и ESG-риски, релевантные для конкретной отрасли и региона деятельности;
- навыки анализа физических и переходных рисков в соответствии с рекомендациями Рабочей группы по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом (TCFD);
- умение разрабатывать мероприятия по управлению ESG-рисками;
- навыки командной аналитической работы и публичного представления результатов.

Теоретический блок.

Классификация климатических рисков, предложенная TCFD, включает две основные категории: физические риски и переходные (транзитные) риски. Физические риски связаны с непосредственным воздействием изменения климата на хозяйственную деятельность и подразделяются на острые (экстремальные погодные явления – штормы, наводнения, лесные пожары) и хронические (долгосрочные изменения климатических условий – повышение средних температур, таяние многолетней мерзлоты, изменение режима осадков). Переходные риски обусловлены процессом перехода к низкоуглеродной экономике и включают: регуляторные риски (введение углеродного ценообразования, ужесточение экологических норм, запрет или ограничение определенных видов деятельности); технологические риски (замещение ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии); рыночные риски (изменение структуры спроса, удешевление альтернативных технологий); репутационные риски (давление со стороны общественности, инвесторов и потребителей).

Нефтегазовый сектор относится к числу отраслей, наиболее подверженных как физическим, так и переходным климатическим рискам. Компании, осуществляющие деятельность в арктических регионах, испытывают повышенное воздействие физических рисков: температура в Арктической зоне с 1970-х годов увеличилась на 3,1 °С, что ведет к деградации многолетней мерзлоты, сокращению ледового покрова и росту числа опасных климатических явлений. Скорость потепления на территории России составляет в среднем 0,45 °С за десятилетие, а в отдельных районах Арктической зоны Российской Федерации достигает 0,8 °С. Таяние мерзлоты может приводить к разрушению транспортных путей, объектов добычи и трубопроводной инфраструктуры, а также к дезорганизации производственных процессов. Одновременно нефтегазовые компании с высокоуглеродными проектами, включая арктическое бурение, находятся в зоне повышенных переходных рисков, поскольку ряд крупнейших финансовых институтов ограничивает или прекращает финансирование проектов в Арктике.

Ход работы.

Работа выполняется в два последовательных задания.

Задание 1. Оценка климатических рисков и возможностей нефтегазовой компании.

Описание ситуации. Обучающемуся предлагается принять роль консультанта по устойчивому развитию в консалтинговой компании. Клиент — крупная нефтегазовая компания, обратившаяся с запросом на оценку рисков, связанных с изменением климата. Компания располагает следующими активами: две буровые платформы в Северном Ледовитом океане и один пункт добычи в Ямало-Ненецком автономном округе.

Этап 1. Анализ операционной деятельности. Обучающиеся проводят анализ схемы работы компании: идентифицируют основные операционные процессы (разведка, бурение, добыча, транспортировка, переработка, реализация), определяют ключевые элементы производственной инфраструктуры и логистических цепочек, учитывают специфику арктических условий деятельности.

Этап 2. Идентификация рисков и возможностей. На основании схемы, представленной на рисунке 7.1, обучающиеся определяют перечень переходных рисков (регуляторные, технологические, рыночные, репутационные) и физических рисков (острые и хронические), а также выявляют возможности, связанные с переходом к низкоуглеродной экономике (развитие технологий улавливания и хранения углерода, диверсификация в сторону возобновляемой энергетики, повышение энергоэффективности).

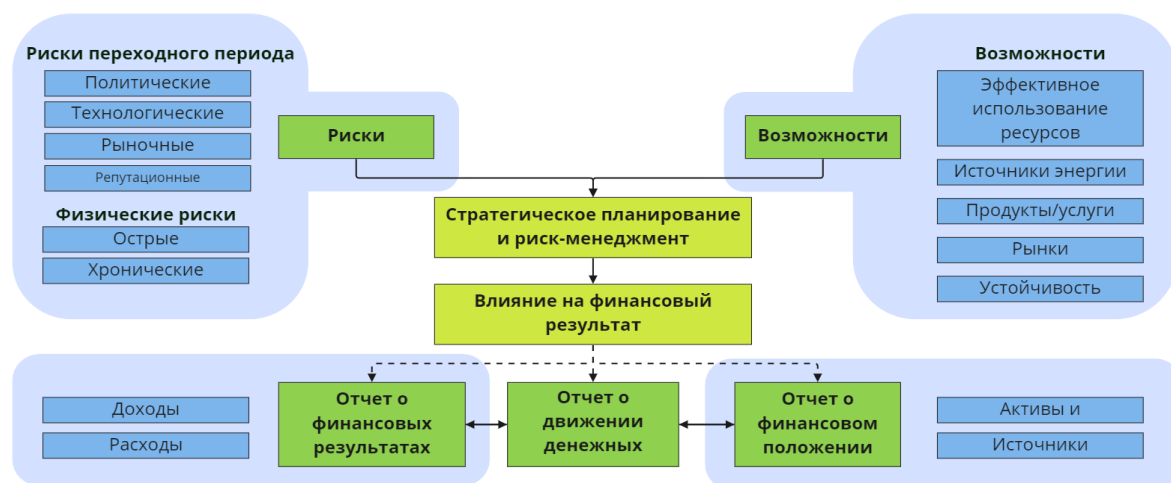


Рисунок 7.1 – Схема возможных рисков компании

Этап 3. Описание рисков и мер реагирования. Обучающиеся составляют полный перечень климатических рисков для компании нефтегазового сектора с арктическими активами, описывают механизмы их реализации и потенциальные финансовые последствия, а также

предлагают конкретные способы управления каждым идентифицированным риском.

Этап 4. Обсуждение результатов. Полученные результаты представляются аудитории и обсуждаются в групповом формате.

Задание 2. Комплексный анализ ESG-рисков.

Описание ситуации. Обучаемому предлагается принять роль сотрудника компании, которой поручено провести анализ ESG-рисков в связи с принятием решения о повышении ESG-ориентированности. В качестве основы для анализа предоставляется схема факторов, показанная на рисунке 7.2.



Рисунок 7.2 – Примеры факторов рисков

Этап 1. Идентификация рисков. Обучающиеся определяют перечень экологических (E), социальных (S) и управленческих (G) рисков, релевантных для деятельности компании, опираясь на представленную схему факторов.

Этап 2. Заполнение аналитической таблицы. Результаты анализа оформляются в виде таблицы 7.2, в которой для каждого идентифицированного риска указываются: компонент ESG (E, S или G), причины возникновения риска, описание риска и мероприятия по управлению им.

Таблица 7.2 – Анализ возможных ESG-рисков

Фактор (E, S, G)	Причины	Риск	Мероприятия по управлению риском

Этап 3. Обсуждение результатов. Полученные результаты представляются аудитории. В ходе обсуждения сопоставляются подходы различных групп обучающихся к идентификации и приоритизации ESG- рисков, анализируется полнота охвата факторов и обоснованность предложенных мероприятий по управлению рисками.

Вопросы для самопроверки

1. Как в главе определяется концепция ESG и чем она отличается от более узкого понимания «экологической ответственности» компаний?
2. Каковы основные направления и форматы консалтинга в области устойчивого развития, и какие задачи такие консультанты помогают решать бизнесу?
3. Какие компоненты включает структура ESG и какие типы показателей и практик относятся к каждому из этих блоков?
4. В чем состоят ключевые стратегические преимущества внедрения ESG-повестки для компании?
5. Сравните цели и особенности основных международных стандартов и рамок отчетности по устойчивому развитию и ESG. Для каких стейкхолдеров они предназначены и какие аспекты деятельности акцентируют?
6. Какие инструменты используются компаниями для оценки существенности ESG-факторов и вовлечения стейкхолдеров, и почему эта оценка важна для выбора приоритетов устойчивого развития?

8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИЗ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

8.1 Природа как источник технологических решений. НБИК- конвергенция

Живые организмы, прошедшие путь эволюционного развития протяженностью около 3,8 миллиарда лет, обладают инженерными решениями, оптимально адаптированными к условиям обитания в результате непрерывного естественного отбора. Принцип превосходства природных решений нашел теоретическое отражение в работах американского биолога и эколога Барри Коммонера, сформулировавшего в 1971 году в книге «Замыкающийся круг: природа, человек и технология» четыре закона экологии, ставших одними из наиболее цитируемых обобщений в экологической науке. *Первый закон* – «все связано со всем» – указывает на сложность и взаимосвязанность экосистем, в которых нарушение одного звена способно вызвать далеко идущие последствия. *Второй закон* – «все должно куда-то деваться» – воспроизводит фундаментальное положение термодинамики: в природе не существует конечных отходов, вещество и энергия сохраняются, а отходы одного процесса становятся ресурсом для другого. *Третий закон* – «природа знает

лучше» – утверждает, что любое крупное антропогенное изменение в природной системе с высокой вероятностью окажется для нее вредным, поскольку эволюционный процесс уже оптимизировал решения, выверенные на протяжении миллионов лет экспериментирования. *Четвертый закон* – «ничто не дается даром» – означает, что любое извлечение выгоды из природной среды сопровождается издержками, которые рано или поздно должны быть компенсированы.

Именно третий закон Коммонера – «природа знает лучше» – имеет непосредственное отношение к практике заимствования природных решений для создания технологий. Люди издавна обращались к природе как источнику инженерного вдохновения, однако в XXI веке данный подход приобрел систематический научный характер и трансформировался в самостоятельное направление – биомиметику, или биомимикрию, изучающую природные структуры и процессы с целью их технологического воспроизведения.

Технологической основой систематического освоения природных решений выступает НБИК-конвергенция (NBIC-конвергенция) – междисциплинарное явление, представляющее собой объединение и синергетическое усиление достижений четырех групп технологий: нанотехнологий (N), биотехнологий (B), информационных технологий (I) и когнитивных технологий (C). Данное понятие было введено в научный оборот в 2002 году в докладе «Конвергентные технологии для улучшения человеческих возможностей», подготовленном Михаилом Роко и Уильямом Бейнбриджем под эгидой Национального научного фонда США (NSF). Согласно данному докладу, нанотехнологии объединяют технические приемы работы на атомарном и молекулярном уровне, биотехнологии включают генную инженерию и методы управления биологическими системами, информационные технологии охватывают вычислительную технику, телекоммуникации, робототехнику и искусственный интеллект, а когнитивные технологии направлены на понимание функционирования человеческого мозга и воспроизведение когнитивных процессов.

НБИК-конвергенция рассматривается рядом исследователей как гипотетическое ядро формирующегося шестого технологического уклада. Принципиальное отличие нового технологического уклада состоит в том, что он предполагает получение оптимальных решений для развития цивилизации без увеличения антропогенной нагрузки на окружающую среду, используя положительные синергетические эффекты от слияния nano-, био-, информационных и когнитивных технологий. Конвергенция данных технологий позволяет наукоемким отраслям аккумулировать новые знания и создавать природоподобные технологии с беспрецедентной скоростью: на пересечении nano- и биотехнологий возникают биосовместимые наноматериалы, моделирующие, например, свойства паучьего шелка; на стыке информационных и когнитивных технологий

разрабатываются системы, воспроизводящие механизмы обработки информации нервной системой; интеграция всех четырех направлений обеспечивает создание сложных систем, имитирующих и превосходящих биологические прототипы. Таким образом, НБИК-конвергенция и биомиметика формируют технологическую парадигму, в которой природа выступает не только объектом охраны, но и неисчерпаемым источником инженерных решений для устойчивого развития.

8.2 История заимствований у природы: от шелка до бионического дизайна

На протяжении тысячелетий человек наблюдал за природой, стремясь воспроизвести ее изобретения – от полета птиц до прочности раковин, что нашло отражение, в частности, в инженерных гравюрах Леонардо да Винчи. Рассмотрение наиболее значимых исторических примеров заимствования у природы позволяет проследить эволюцию данного подхода от утилитарного использования биологических материалов к целенаправленному воспроизведению конструктивных принципов живых организмов.

Одним из древнейших примеров заимствования у природы является производство шелка. Шелководство зародилось в Китае в III–V тысячелетиях до нашей эры, и согласно преданию, искусство разведения тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) было открыто супругой легендарного Желтого императора Хуан-ди. На протяжении столетий Китай сохранял монополию на производство шелка, а за разглашение секрета его изготовления грозила смертная казнь. Шелковая нить представляет собой природный полимер, состоящий приблизительно на 75 % из структурного белка фиброина и на 25 % из связующего белка серицина с небольшой примесью восков, жиров и минеральных веществ. Технологический процесс получения шелка предполагает умерщвление куколок тутового шелкопряда до момента их превращения в бабочек, поскольку при выходе из кокона бабочка выделяет ферменты, разрушающие целостность шелковой нити. Данное обстоятельство стимулировало поиск альтернативных материалов: на смену натуральному шелку пришли синтетические ткани, в том числе производимые из нефтепродуктов, что, однако, порождает проблему загрязнения окружающей среды микропластиком. Одним из современных экологичных решений является производство целлюлозной нити из апельсиновой кожуры: перерабатываемые отходы цитрусовой промышленности преобразуются в мягкую, гладкую, блестящую ткань, по свойствам напоминающую вискозу.

Производство бумаги, традиционно связываемое с изобретением папируса в Древнем Египте, также имеет природный прототип. Бумажные осы рода *Polistes* на протяжении десятков миллионов лет соскребают с деревьев целлюлозные волокна, смешивают их со слюной и формируют

из полученной массы тонкие, прочные листы для строительства гнезд. Данный принцип – механическое измельчение растительных волокон и их связывание – фактически был воспроизведен в промышленном производстве бумаги.

Производство чернил из природных материалов также восходит к заимствованию у насекомых. Дубовые орехотворки (семейство *Cynipidae*) откладывают яйца в ткани листьев дуба, вызывая образование галлов – шарообразных наростов, содержащих высокую концентрацию танинов. При взаимодействии танинов с солями металлов, прежде всего железного купороса, образуются устойчивые красящие соединения. Железо-галловые чернила, производство которых освоили еще в Древнем Риме, отличались исключительной стойкостью: они не смывались водой и практически не выцветали, благодаря чему гравюры и рукописи эпохи Возрождения, включая работы Леонардо да Винчи, сохранились до наших дней. Параллельно в качестве красителя использовалась сепия, получаемая из чернильных мешков каракатиц. Красный краситель кармин добывали и продолжают добывать из мексиканской кошенили (*Dactylopius coccus*) – насекомых, паразитирующих на кактусах-опунциях. Кармин используется в пищевой промышленности под обозначением пищевого красителя и применяется для окрашивания напитков, кондитерских и мясных изделий. Шеллак – смолистое вещество, выделяемое лаковыми червецами (*Kerria lacca*), – применяется в лакокрасочной промышленности, а в пищевой отрасли известен как добавка E904, используемая для создания глянцевого глазури на кондитерских изделиях.

Переход от утилитарного использования биологических материалов к целенаправленному воспроизведению конструктивных принципов природы ознаменовался рядом открытий XX века. Классическим примером является изобретение застежки-липучки (Velcro). В 1941 году швейцарский инженер Жорж де Местраль, вернувшись с прогулки с собакой, обратил внимание на соплодия лопуха (репейника), прочно закрепившиеся на шерсти животного. Рассмотрев их под микроскопом, он обнаружил тысячи крошечных крючков, эффективно зацепляющихся за любые волокнистые поверхности. Де Местраль поставил задачу создать синтетический аналог данного механизма, однако процесс подбора материалов и конструкции потребовал более десяти лет экспериментов. В сотрудничестве с текстильным производителем из Лиона он изготовил крючки из нейлона, которые были достаточно гибкими для разъединения при приложении усилия, но достаточно прочными для надежного удержания. Название Velcro образовано от французских слов *velours* (бархат) и *crochet* (крючок). Первоначально технология нашла применение в аэрокосмической отрасли – для фиксации предметов в условиях невесомости и облегчения надевания скафандров, – а впоследствии

распространилась в повседневной жизни как элемент одежды, обуви и аксессуаров.

Изучение биомеханики черепа дятла позволило создать более эффективные системы поглощения ударных нагрузок. Установлено, что череп дятла состоит из нескольких слоёв с разной пористостью, которые хорошо гасят вибрации при ударах с частотой до 20 раз в секунду. Верхняя и нижняя части клюва имеют разную длину, что приводит к асимметричному распределению ударной нагрузки. Подъязычная кость, охватывающая черепную коробку, работает как дополнительный демпфер и помогает снижать воздействие на мозг. Эти анатомические особенности послужили основой для разработки ударопрочных корпусов бортовых самописцев и других устройств, которые нужно защищать от сильных механических воздействий.

В начале XXI века крупные промышленные корпорации начали создавать бионические лаборатории для систематического изучения природных решений и их внедрения в продукцию. Концептуальный автомобиль Mercedes-Benz Bionic, представленный в 2005 году на Инновационном симпозиуме DaimlerChrysler в Вашингтоне, является показателем такого подхода [44]. Его прототипом стал жёлтый пятнистый кузовок (*Ostracion cubicus*) – тропическая рыба, обитающая в коралловых рифах и обладающая, несмотря на внешнюю угловатость, высокими аэродинамическими свойствами. На точной модели тела кузовка инженеры в аэродинамической трубе зафиксировали коэффициент аэродинамического сопротивления всего 0,06, уступающий лишь идеальной капле воды с показателем 0,04. При переносе формы на полноразмерный автомобиль длиной 4,24 метра, вмещающий четырех пассажиров с багажом, был достигнут коэффициент аэродинамического сопротивления 0,19 – один из лучших показателей среди транспортных средств данного класса. Для сравнения, серийные автомобили Tesla Model S имеют коэффициент 0,21. Помимо аэродинамики, инженеры воспроизвели принцип экзоскелета кузовка: гексагональные костные пластины рыбы послужили прототипом для сотовой структуры кузовных панелей, обеспечивающей увеличение жесткости на 40 % при снижении массы на 30 %. Концептуальный автомобиль не был запущен в серийное производство и в настоящее время экспонируется в музее Mercedes-Benz, однако разработанные технологии могут быть использованы, в частности, при проектировании систем общественного транспорта для снижения расхода топлива и энергии.

Выдающимся примером биомиметики в транспортном машиностроении является история модернизации японского высокоскоростного поезда «Синкансэн» (Shinkansen) [45]. Инженер и орнитолог-любитель Эйдзи Накацу столкнулся с проблемой так называемого «туннельного удара»: при выходе поезда из тоннеля на высокой скорости возникала мощная ударная волна сжатого воздуха,

создававшая оглушительный звук, слышимый на расстоянии до полукилометра и превышавший допустимые нормы японского законодательства. Наблюдая за зимородком (*Alcedo atthis*), который при нырянии за рыбой погружается в воду практически без всплеска благодаря особой форме клюва, Накацу предложил спроектировать головной вагон по аналогии с профилем головы зимородка. Новая конструкция обеспечила плавный переход поезда между средами различной плотности, что позволило устранить «туннельный удар», снизить расход электроэнергии на 15 % и увеличить скорость на 10 %. Другие элементы конструкции были вдохновлены совами (бесшумный пантограф, имитирующий зазубрины на маховых перьях) и пингвинами Адели (обтекаемая форма токоприемника).

Компания Lexus также применила принципы биомиметики, разработав покрытие с эффектом структурной окраски, вдохновленное чешуйками крыльев бабочек рода *Morpho* [46]. Крылья данных бабочек обладают ярким синим цветом не благодаря пигментам, а вследствие наноструктуры чешуек, обеспечивающей интерференцию света. Воспроизведение этого принципа позволило создать покрытие, формирующее глубокий переливающийся цвет без использования химических красителей. Совокупность приведенных примеров свидетельствует о том, что биомиметика превратилась из отдельных случайных открытий в систематическую научно-инженерную дисциплину, обеспечивающую разработку экологически обоснованных технологических решений на основе миллиардов лет эволюционного опыта.

8.3 Биомиметические наноматериалы и природные прототипы

Биомиметический подход к разработке наноматериалов предполагает воспроизведение микро- и наноструктур живых организмов для создания материалов с принципиально новыми функциональными характеристиками. Природные прототипы, сформированные в ходе миллионов лет эволюции, демонстрируют решения, которые в ряде случаев превосходят инженерные аналоги, созданные при помощи традиционных подходов.

Одним из наиболее известных примеров биомиметических материалов является покрытие, воспроизводящее структуру кожи акулы. Кожа акул покрыта плакоидными чешуями – дентиновыми зубчиками, ориентированными в определенном направлении, которые формируют микрорельеф, снижающий гидродинамическое сопротивление за счет подавления турбулентных вихрей у поверхности тела. Компания Speedo использовала данный принцип при разработке линейки плавательных костюмов Fastskin [47]. На Олимпийских играх 2000 года в Сиднее пловцы в костюмах Fastskin завоевали 83 % от общего числа медалей по плаванию, а из 15 мировых рекордов, установленных на тех играх, 13 были достигнуты спортсменами в костюмах Speedo. Последующая версия костюма – LZR

Racer – оказалась настолько эффективной, что Международная федерация плавания (FINA) ввела запрет на полноразмерные гидрокостюмы, ограничив покрытие мужских соревновательных костюмов от пояса до колен. Область применения данной технологии расширяется за пределы спортивной индустрии: покрытия, имитирующие акульную кожу, рассматриваются для авиалайнеров и морских судов, поскольку снижение коэффициента гидро- и аэродинамического сопротивления позволяет существенно сократить расход топлива. По расчетам специалистов, применение подобных покрытий на всем мировом транспортном флоте способно обеспечить экономию до 4,5 миллиона тонн авиационного топлива и около 2000 тонн топлива ежегодно на морских перевозках. Помимо гидродинамических свойств, микроструктура акулей кожи обладает выраженным антибактериальным эффектом: рельеф зубчиков препятствует прикреплению и колонизации микроорганизмов, что открывает перспективы применения подобных покрытий в медицине – на имплантатах, хирургических инструментах и поверхностях медицинских учреждений.

Механизм адгезии лапок геккона представляет собой один из наиболее изученных природных наноразмерных феноменов. С появлением электронной микроскопии было установлено, что на каждом квадратном миллиметре подушечки лапки геккона расположено около 14 000 тонких кератиновых щетинок (сетул), каждая из которых разветвляется приблизительно на 400–1000 еще более тонких окончаний (*спатул*) диаметром около 200 нанометров, завершающихся расширенными площадками. Когда геккон прижимает лапку к поверхности, совокупная площадь контакта миллиардов спатул оказывается достаточной для возникновения межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса – слабых электростатических взаимодействий, обусловленных флуктуациями электронной плотности в атомах. Лист площадью 16 квадратных дюймов синтетического адгезива *Geckskin*, созданного по данному принципу, способен удерживать на вертикальной стеклянной стене статическую нагрузку до 300 килограммов. Технология нашла применение в программе Z-Man Агентства перспективных оборонных исследований США (DARPA) [48], направленной на создание средств для преодоления вертикальных препятствий в условиях городской среды: испытания продемонстрировали способность человека массой 99 килограммов с дополнительной нагрузкой 23 килограмма преодолевать стеклянные стены высотой 7,6 метра. В NASA разработаны «гекковые захваты» (*Gecko Grippers*), предназначенные для стыковки космических аппаратов и захвата орбитального мусора, поскольку силы Ван-дер-Ваальса сохраняют свою эффективность в условиях вакуума, экстремальных температур и радиации.

Показательным примером того, как природа опережает инженерную мысль, является история создания сверхчерного материала *Vantablack*.

Перед исследователями была поставлена задача разработать материал, максимально приближающийся к модели абсолютно черного тела, необходимый для оборонной промышленности, космических телескопов и калибровочных систем. В 2014 году компания Surrey NanoSystems представила Vantablack – покрытие из вертикально ориентированных углеродных нанотрубок, закрепленных на металлической подложке, способное поглощать 99,965 процента падающего света [49]. Спустя несколько лет эволюционные биологи из Гарвардского и Йельского университетов описали перьевые структуры нескольких видов райских птиц (*семейство Paradisaeidae*), которые демонстрируют структурное поглощение света до 99,95 процента при перпендикулярном падении. В отличие от упорядоченной архитектуры обычных перьев, бороздки сверхчерных перьев райских птиц образуют хаотичную систему с множественными полостями: свет, попадая в перо, многократно рассеивается внутри этих полостей, и при каждом рассеянии часть энергии поглощается. Данный природный механизм, выработанный половым отбором для усиления контраста ярких цветовых пятен оперения, оказался практически столь же эффективным, как и целенаправленная инженерная разработка с использованием нанотехнологий.

Паутина пауков привлекает внимание исследователей сочетанием уникальных механических свойств: шарнирности (способности выдерживать многократное скручивание без разрыва), высокой вязкости, прочности на разрыв, превышающей прочность стали при сопоставимом диаметре, и эластичности. На основе синтетических аналогов паутиного шелка созданы легкие бронежилеты, прошедшие испытания и продемонстрировавшие устойчивость к различным калибрам при сохранении воздухопроницаемости и комфорта для пользователя. Оптические свойства паутины также нашли практическое применение: насекомые не различают паутину в видимом спектре, тогда как птицы воспринимают ее свечение в ультрафиолетовом диапазоне и избегают столкновения с ней. На основе данного наблюдения разработаны оконные стекла с нанесенным ультрафиолетовым рисунком, имитирующим паутину: рисунок невидим для человеческого глаза, но хорошо различим для птиц. Стекла данного типа уже производятся и реализуются в Германии [50], и их установка позволяет снизить гибель птиц от столкновений со стеклянными фасадами зданий, в первую очередь небоскребов, приблизительно на 50 %.

Биссусные нити двустворчатых моллюсков (мидий) представляют интерес как прототип прочных и одновременно эластичных волокон. В природе мидии формируют биссусные нити для прикрепления к подводным субстратам: эти нити способны растягиваться в три раза относительно исходной длины, сохраняя при этом структурную целостность и жесткость. Полимеризация биссусных нитей в природе

инициируется ионами соленой воды, однако химикам удалось синтезировать аналогичные материалы, затвердевающие в атмосферном воздухе, что существенно расширяет возможности их промышленного применения.

Клюв тукана сочетает чрезвычайную прочность, достаточную для раскалывания твердых орехов, с минимальной массой. При длине, составляющей до трети длины тела птицы, клюв настолько легкий, что не нарушает равновесие. Исследователь из Калифорнийского университета в Сан-Диего Марк Мейерс установил [51], что данное сочетание свойств обусловлено внутренней архитектурой клюва: тонкий и прочный внешний кератиновый футляр заключает в себе костную пористую структуру с закрытыми ячейками, формирующую естественную систему поглощения ударных нагрузок. Принцип данного строения рассматривается для применения в конструкции бамперов и кузовных элементов транспортных средств, где сочетание низкой массы и высокой ударопрочности является критически важным для обеспечения безопасности.

8.4 Биомиметика в энергетике

Развитие возобновляемых источников энергии является одним из ключевых направлений в рамках ЦУР ООН. Биомиметические подходы вносят заметный вклад в повышение эффективности соответствующих энергетических технологий. В областях гелиоэнергетики, ветроэнергетики и светотехники уже реализован ряд решений, основанных на природных прототипах. Такие решения позволяют существенно повысить коэффициент полезного действия установок при одновременном снижении их массы и стоимости.

В области солнечной энергетики внимание исследователей привлекла способность бабочек-белянок (*Pieris rapae*) эффективно аккумулировать солнечное излучение. Исследователи из Эксетерского университета установили, что при V-образном расположении крыльев под углом около 17 градусов белянки увеличивают температуру тела на 7,3 °C по сравнению с горизонтальным положением за счет рефлексивного обогрева. Воспроизведение данного принципа позволило повысить выработку электроэнергии солнечными панелями почти на 50 %, а моделирование монослоя чешуйчатых клеток, обнаруженных на крыльях белянок, способно улучшить соотношение мощности к массе солнечных концентраторов до 17 раз. Параллельно ученые из Шанхайского университета Цзяо Тун под руководством Тунсяна Фаня изучили чешуйки крыльев тропических парусников – бабочек семейства *Papilionidae*, обладающих черной окраской крыльев и, следовательно, поглощающих максимальное количество солнечного излучения [52]. Наноструктура чешуек крыльев была использована в качестве шаблона для создания фотокатализаторов: с применением диоксида титана исследователи

изготовили структуры, удвоившие производство водорода из воды под действием солнечного света. Данные результаты имеют стратегическое значение для развития водородной энергетики как одного из направлений декарбонизации.

Значительный вклад биомиметика внесла в совершенствование светодиодных (LED) технологий. Коммерческий КПД светодиодных ламп долгое время составлял около 50 %, поскольку значительная часть генерируемого света отражалась обратно внутрь устройства и терялась. Для решения данной проблемы исследователи обратились к изучению фонариков светляков (семейство *Lampyridae*) – органов биолюминесценции, расположенных на брюшке насекомых. Международная группа исследователей из Бельгии, Франции и Канады под руководством Анник Бай из Намюрского университета обнаружила, что кутикула фонариков светлячков покрыта асимметричными заостренными чешуйками — микроструктурами с неравными наклонами сторон, которые минимизируют внутреннее отражение света и увеличивают его извлечение [53]. Воспроизведение данной структуры в виде накладного слоя на светодиодах позволило повысить эффективность извлечения света на 55 %. Исследователи из Университета штата Пенсильвания углубили данный подход: используя асимметричные пирамидальные микроструктуры, воспроизводящие архитектуру фонарика светляка, они достигли КПД извлечения света около 90 % [54]. Параллельно группа Ки- Хун Чона из Корейского института науки и технологий (KAIST) разработала органический светодиод (OLED), воспроизводящий трехслойную структуру фонарика светляка вида *Pyrocoelia rufa* – текстурированную кутикулу, светоизлучающий слой и отражающий слой, – который излучал на 60 % больше света по сравнению с традиционными конструкциями. Практическим результатом данных исследований является возможность сокращения числа осветительных приборов для освещения заданной площади, что существенно повышает энергоэффективность зданий.

В ветроэнергетике одним из наиболее известных примеров биомиметики является технология, основанная на строении грудных плавников горбатого кита (*Megaptera novaeangliae*). Эти киты, несмотря на крупные размеры (длина 12–16 м и масса до 36 т), обладают высокой маневренностью и способны выполнять резкие развороты, используя «Ключевая особенность их плавников – наличие туберкулов (бугорков) на передней кромке, которые, вопреки ожиданиям, не увеличивают, а снижают гидродинамическое сопротивление. Потоки воды между туберкулами образуют каналы ускоренного течения, благодаря чему плавник сохраняет подъёмную силу при существенно больших углах атаки. Испытания моделей с туберкулами в аэродинамической трубе показали рост подъёмной силы примерно на 8 %, снижение лобового сопротивления на 32 %

и увеличение критического угла атаки перед срывом потока примерно на 40 % по сравнению с гладким профилем.

Канадская компания WhalePower перенесла принцип туберкулов на лопасти ветрогенераторов и промышленных вентиляторов [55]: полевые испытания ветрогенератора мощностью 35 кВт с лопастями, оснащенными туберкулами, продемонстрировали увеличение выработки электроэнергии, особенно при умеренных скоростях ветра. По оценкам исследователей, применение туберкулов способно увеличить ежегодную выработку электроэнергии ветровых электростанций на 20 %, одновременно снижая уровень шума и повышая надежность работы турбин в условиях турбулентных и нестабильных воздушных потоков.

8.5 Биомиметика в робототехнике

Биомиметическая робототехника представляет собой направление инженерной науки, в котором конструктивные решения и алгоритмы управления роботами заимствуются из анатомии и поведенческих стратегий живых организмов. Природные прототипы позволяют создавать роботизированные системы, обладающие свойствами, труднодостижимыми средствами традиционной механики: мягкостью и безопасностью при контакте с человеком, адаптивностью захвата, способностью преодолевать препятствия в стесненных условиях.

Одним из наиболее известных разработчиков бионических роботов является немецкая компания Festo, в рамках корпоративной программы Bionic Learning Network систематически изучающая природные прототипы и переносящая их принципы на промышленные решения. Робот BionicSoftArm, представленный Festo [56], спроектирован по образцу хобота слона – мышечного гидростата, содержащего около 40 000 мышечных единиц, что обеспечивает слону способность как поднимать тяжелые бревна, так и захватывать мельчайшие предметы. Конструкция BionicSoftArm воспроизводит данный принцип при помощи пневматических сильфонных структур с воздушными камерами, не содержащих жесткого скелета. Сильфоны заключены в инновационную трехмерную трикотажную оболочку, изготовленную методом 3D-печати, которая допускает расширение структуры в заданном направлении движения и одновременно ограничивает деформацию в противоположных направлениях, формируя немеханический шарнир. В зависимости от задачи длина манипулятора может варьироваться путем добавления или удаления модульных пневматических секций, обеспечивая до семи степеней свободы. Обучение робота захвату предметов различной хрупкости и конфигурации осуществляется с применением технологии обучения с подкреплением (reinforcement learning), позволяющей системе самостоятельно вырабатывать оптимальные стратегии взаимодействия с объектами. Принципиальным преимуществом конструкции является безопасность: в случае столкновения пневматическая кинематика автоматически

ослабляет усилие, что позволяет использовать BionicSoftArm в коллаборативных рабочих пространствах без защитных ограждений.

Другой коммерческий робот Festo – OctopusGripper – воспроизводит механизм захвата щупальца осьминога [57]. Осьминог, не имеющий жесткого скелета и состоящий практически полностью из мягкой мускулатуры, способен захватывать предметы самой различной формы и размера. OctopusGripper представляет собой гибкую силиконовую структуру, оснащенную двумя рядами присосок – пассивных и активных (вакуумных), – которая при подаче сжатого воздуха изгибается внутрь и мягко обхватывает объект. Мягкий и деформируемый материал манипулятора исключает повреждение хрупких объектов и обеспечивает безопасность при случайном контакте с человеком, что соответствует строгим требованиям мягкой робототехники (soft robotics). Данное устройство, разработанное совместно со Школой машиностроения и автоматизации Пекинского университета авиации и аэронавтики (BUAA), находит применение в фармацевтическом производстве и других отраслях, требующих деликатного обращения с объектами.

Способности насекомых к выживанию в экстремальных условиях послужили прототипом для создания роботов-спасателей. Исследователи Калифорнийского университета в Беркли под руководством Каушика Джайарама и профессора Роберта Фулла изучили биомеханику американского таракана (*Periplaneta americana*) и обнаружили ряд выдающихся свойств. Тараканы способны сплющивать тело с нормальной высоты около 12 миллиметров до 2,5 миллиметра – одной десятой дюйма, что составляет высоту двух сложенных монет, – и при этом продолжать передвигаться на высокой скорости, разворачивая конечности в стороны и используя шипы на лапках. При сплющивании тараканы выдерживают нагрузку, превышающую их собственную массу в 900 раз, без каких-либо повреждений. На основе данных наблюдений был создан робот CRAM (Compressible Robot with Articulated Mechanisms) – миниатюрное устройство размером с ладонь, покрытое пластиковым щитком, имитирующим гладкие надкрылья таракана [58]. CRAM способен сжиматься до половины своей нормальной высоты и передвигаться через узкие щели, что делает его перспективным инструментом для поисково-спасательных операций в завалах после землетрясений, взрывов и техногенных аварий. Предполагается, что рои подобных роботов, оснащенных камерами, микрофонами и датчиками, смогут проникать в завалы, обнаруживать пострадавших и оценивать устойчивость разрушенных конструкций. Стоимость прототипа составила менее 140 долларов, а при серийном производстве, по оценке разработчиков, может быть снижена до 14 долларов за единицу.

8.6 Биомиметика в медицине

Проблема антибиотикорезистентности – приобретенной способности патогенных микроорганизмов противостоять действию антибактериальных препаратов – является одним из наиболее серьезных вызовов современному здравоохранению. Практически все антибиотики, используемые в клинической практике, были получены из группы бактерий-актиномицетов, выделенных из почвенных образцов в период «золотого века» открытия антибиотиков – между 1940 и 1980 годами, и ненадлежащее использование этих препаратов на протяжении последующих десятилетий привело к широкому распространению устойчивых штаммов. В данных условиях исследователи обращаются к природным моделям – организмам, выработавшим в ходе эволюции эффективные механизмы защиты от бактериальных инфекций.

Особый интерес представляют общественные насекомые, прежде всего муравьи, которые на протяжении миллионов лет сосуществуют с разнообразными микроорганизмами в условиях высокой плотности популяций. Исследователи из Университета Восточной Англии и Центра Джона Иннеса (Великобритания) выделили из бактерий, ассоциированных с африканскими муравьями-древоточцами вида *Tetraponera penzigi*, новый вид стрептомицетов – *Streptomyces formicae*, продуцирующий группу антибиотиков, названных формикамицинами (от латинского *formica* – муравей). Лабораторные испытания продемонстрировали, что формикамицины эффективны против метициллин-резистентного золотистого стафилококка (MRSA) и ванкомицин-резистентных энтерококков (VRE) – патогенов, устойчивых к большинству существующих антибиотиков и способных вызывать жизнеугрожающие инфекции. Помимо этого, насекомые вырабатывают собственные антимикробные пептиды (АМП), обладающие широким спектром активности и способные обходить механизмы резистентности, характерные для классических антибиотиков. АМП насекомых рассматриваются как перспективная альтернатива традиционным антибиотикам, в том числе для борьбы с бактериальными биопленками – одной из наиболее устойчивых к лечению форм инфекции.

Другим направлением биомиметики в медицине является разработка раневых покрытий на основе паутиного шелка. Паутина издавна применялась в народной медицине различных культур мира как кровоостанавливающее и антисептическое средство, прикладываемое непосредственно к ранам. Современная наука подтвердила обоснованность данной практики: паутиный шелк обладает сочетанием высокой прочности, эластичности, биосовместимости и биоразлагаемости, что делает его перспективным материалом для медицинских применений. Исследователи Университета ИТМО (Санкт-Петербург) создали гибридный материал на основе шелка паука вида *Linothele fallax* с покрытием

из магнитных наночастиц, предназначенный для целевой доставки лекарств и регенерации хрящевой и суставной ткани [59]. Кроме того, исследователи ИТМО разработали мультифункциональный шовный материал на основе каркаса из паутинового шелка с наполнителем из углеродных точек, позволяющий отслеживать распространение инфекции в режиме реального времени.

Параллельно китайские исследователи под руководством Бинбин Гао создали искусственный паутиновый шелк, производимый генетически модифицированными микроорганизмами (*Escherichia coli*), в белковую последовательность которого были добавлены дополнительные пептиды, препятствующие агрегации молекул и повышающие выход продукта. С помощью массива полых микроигл, закрепленных на сопле трехмерного принтера, исследователи вытягивали белковый раствор в тонкие нити и скручивали их в более толстые волокна, воспроизводя процесс прядения паутины пауком. Полученные волокна были сотканы в бинты, успешно прошедшие испытания на лабораторных мышах: повязки из искусственного паутинового шелка эффективно способствовали заживлению суставных травм и кожных повреждений. Ключевыми преимуществами подобных повязок являются воздухопроницаемость, антисептические свойства, высокая эластичность (что позволяет применять их на подвижных участках тела – запястьях, лодыжках, суставах) и способность не травмировать поврежденную кожу при замене. Биоразлагаемость материала устраняет проблему экологического загрязнения, характерную для синтетических перевязочных средств. Развитие данного направления имеет значительный потенциал для создания нового поколения перевязочных материалов, особенно востребованных при лечении ожогов и хронических ран.

8.7 Промышленный симбиоз: заимствование принципов взаимодействия из природы

Биомиметика не ограничивается воспроизведением структур, материалов и веществ живых организмов – в XXI веке объектом заимствования все чаще становятся принципы организации взаимоотношений между видами. Симбиоз – форма длительного сосуществования организмов разных видов, при которой оба партнера извлекают взаимную выгоду, – послужил концептуальной основой для развития нового направления в промышленной экологии, получившего название «промышленный симбиоз».

Концепция промышленного симбиоза восходит к идеям Роберта Фроша, теоретически обосновавшего в 1992 году понятие «промышленных экосистем» по аналогии с природными экосистемами: подобно тому, как в биосфере отходы одних организмов становятся ресурсами для других, промышленные предприятия должны минимизировать образование отходов, используя побочные продукты друг друга в качестве сырья

для новых производственных процессов. Ключевой принцип промышленного симбиоза состоит в том, что отходы или побочные продукты одного предприятия становятся ресурсами для другого, а оба партнера получают экономические и экологические выгоды от подобного обмена.

Классическим и наиболее изученным примером промышленного симбиоза является экопромышленный парк в городе Калуннборг (Дания) – первая в мире полномасштабная реализация данной концепции [60]. Калуннборгский симбиоз представляет собой партнерство, действующее с 1972 года и объединяющее в настоящее время 17 государственных и частных компаний, обменивающихся более чем 25 ресурсными потоками. В центре сети расположена угольная электростанция Аснэс мощностью 1500 МВт, располагавшая избыточными мощностями по выработке пара в рамках производства электроэнергии. Станция транспортирует пар по системе трубопроводов на нефтеперерабатывающий завод Equinor (ранее Statoil), где он используется для нагрева сырого масла, а также на предприятия фармацевтических компаний Novo Nordisk и Novozymes, использующих пар для очистки, стерилизации и дистилляции. Избыточное тепло электростанции обогревает 3500 жилых домов и расположенную поблизости рыбную ферму, ил которой реализуется в качестве удобрения. Побочный продукт сероочистки – гипс – поставляется производителю строительных панелей, покрывая практически всю его потребность и сокращая объемы открытой разработки месторождений. Со временем пар для участников симбиоза стал основным продуктом электростанции, а электричество – побочным. Совокупный экономический эффект составляет 25,5 миллиона долларов ежегодной экономии, а экологический результат выражается в сокращении выбросов углекислого газа на 635 000 тонн и экономии 3,6 миллиона кубических метров воды в год.

Другим показательным примером является центр промышленного симбиоза Сутенес (Sotenäs Symbiosentrum) на западном побережье Швеции [61]. Муниципалитет Сутенес с населением около 9000 жителей исторически являлся центром рыбной промышленности Швеции, однако к 2010-м годам расширение производства привело к конфликту с экологическими нормами: ужесточение требований к сбросу технологических вод в море и необходимость транспортировки свыше 15 000 тонн рыбных отходов и шлама на биогазовые установки в Норвегию и Данию создавали значительные выбросы углекислого газа и угрожали существованию местных предприятий. В 2015 году был создан Центр симбиоза, объединивший производителей морепродуктов (Leröy, Marenor, Orkla), предприятие по производству биогаза, завод по очистке технологических вод и ряд других участников. Рыбные отходы перерабатываются в биогаз, который в виде тепла и электроэнергии возвращается на предприятия; технологическая вода очищается и повторно

используется; остаточные продукты ферментации применяются в качестве органического удобрения. Результаты симбиотической сети оказались значительными: выбросы парниковых газов сократились на 60 000 тонн, а поступление 390 тонн фосфатов в водные объекты было предотвращено, что существенно снизило риск эвтрофикации прибрежных акваторий.

Приведенные примеры демонстрируют, что принцип симбиотических взаимоотношений, заимствованный из экологии, способен обеспечить формирование замкнутых производственных циклов, при которых минимизируются объемы отходов, снижается потребление первичных ресурсов и достигаются одновременно экономические и экологические выгоды. Промышленный симбиоз является одним из центральных элементов циркулярной экономики и подтверждает продуктивность биомиметического подхода, распространенного с уровня материалов и конструкций на уровень организации межфирменных взаимодействий.

Практикум 8. Энергетические расчеты автономной системы электроснабжения жилого дома на основе возобновляемых источников энергии

Цель работы – анализ возможности применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для обеспечения бытовых нужд автономного жилого дома в условиях Российской Федерации. Работа выполняется в контексте ЦУР ООН, в частности ЦУР 7 «Недорогая и чистая энергия», предусматривающей обеспечение всеобщего доступа к надежным, устойчивым и современным источникам энергии.

Задачи работы:

- Рассчитать совокупное потребление электрической и тепловой энергии жилого дома за период май–сентябрь на основании характеристик бытового электрооборудования и нормативных показателей водопотребления.
- Определить необходимую площадь солнечного коллектора для обеспечения горячего водоснабжения с учетом климатических параметров выбранной местности.
- Оценить производительность фотоэлектрических модулей с учетом температурной деградации коэффициента полезного действия.
- Рассчитать энергетический потенциал ветроэнергетической установки на основании ветровых характеристик региона и предела Бетца.
- Оценить долю энергии от ВИЭ в общем энергобалансе дома и предложить меры по повышению энергоэффективности.

Краткая теоретическая справка.

Энергопотребление жилого дома.

Энергопотребление дома отражает количество электрической и тепловой энергии, необходимой для обеспечения повседневных бытовых

нужд: освещения, работы бытовой техники, отопления, горячего водоснабжения и вентиляции. Для анализа энергобаланса выделяют группы потребителей (технологическое оборудование, кухонная техника, осветительные приборы и т.д.) и рассматривают их режимы работы в течение суток и года.

Электрическая энергия в расчетах обычно выражается в кВт·ч и определяется через мощность приборов и продолжительность их работы. Важным элементом является различие между постоянными потребителями (работают почти круглосуточно) и переменными (включаются эпизодически). Такое разделение позволяет оценить базовую нагрузку и пиковые значения, а также подобрать параметры автономной системы электроснабжения.

Солнечные коллекторы и тепловая энергия.

Солнечный коллектор относится к низкотемпературным солнечным тепловым установкам. Он поглощает солнечное излучение и передает его теплоносителю (обычно воде или водно-гликолевой смеси), который затем используется для горячего водоснабжения или поддержки системы отопления.

Солнечные коллекторы делятся на плоские и вакуумные трубчатые (рисунок 8.1). Преобразование солнечного излучения в тепловую энергию в обоих типах коллекторов идентично и происходит на абсорбере (поверхность, которая нагревается под действием солнечного излучения и передает теплоту теплоносителю). Различие наблюдается в базовой конструкции коллектора. В плоских коллекторах абсорбер закрыт стеклом, а сам корпус выполнен из алюминия. Такой тип корпуса обеспечивает простой монтаж коллектора и долгий срок службы. В вакуумных трубчатых коллекторах абсорбер располагается внутри вакуумной трубки, что обеспечивает меньшие потери при его работе в условиях, отличных от расчетного режима.



Рисунок 8.1 –Трубчатый (слева) и плоский (справа) солнечные коллекторы
Публикация Anlan [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://anlan.ru/articles/portativnyye-skladnye-solnechnye-batarei-effektivnyj-istochnik-energii-dlya-puteshestvij> (дата обращения 25.03.2026).

К основным характеристикам коллектора относятся оптический коэффициент полезного действия и коэффициенты тепловых потерь. Оптический КПД показывает какая часть солнечного излучения пройдет через защитное стекло коллектора и поглотится абсорбером. Коэффициенты тепловых потерь описывают ту часть энергии, которая будет отдана в окружающую среду в следствие нагрева коллектора. Оптические потери (отражение от защитного стекла, поглощение стеклом и отражение от поверхности абсорбера) постоянны и зависят только от конструкции коллектора. Поэтому оптический коэффициент полезного действия также постоянен и определяется только типом коллектора. Тепловые потери (тепловое излучение абсорбера, конвекция (движение воздуха) внутри коллектора и теплопроводность материала коллектора) напрямую зависят от разности температур между коллектором и окружающей средой. Если эта разность температур равна нулю, то коллектор имеет максимальный КПД. Так, например, при значении падающего солнечного излучения 1000 Вт/м^2 и оптическом коэффициенте полезного действия равном 0,8 максимальная мощность одного квадратного метра площади коллектора составляет 0,8 кВт. С увеличением разности температур уменьшается и КПД коллектора. Однако КПД вакуумных трубчатых коллекторов, ввиду особенности их конструкции, снижается намного медленнее, что является определяющим при их использовании в условиях замещения тепловой нагрузки на отопление.

Оценка возможной применимости солнечного коллектора осуществляется сопоставлением количества теплоты, преобразуемого солнечным коллектором в день с количеством теплоты, необходимым для горячего водоснабжения или поддержки системы отопления.

Фотоэлектрические модули и солнечная генерация.

Фотоэлектрические (фотовольтаические) модули используют явление возникновения электрического напряжения под действием солнечного света. Сам модуль состоит из совокупности ячеек, соединенных последовательно или параллельно. Модули, соединенные вместе и подключенные к сети электроснабжения, создают солнечную электростанцию.

Фотоэлектрические модули можно разделить на три основных типа (рисунок 8.2): монокристаллические, поликристаллические и аморфные. Монокристаллический кремний имеет лучшие характеристики, чем поликристаллический, но дороже его. Аморфный кремний обладает значительно худшими характеристиками и применяется в основном в небольших несиловых приборах (часы, калькуляторы).

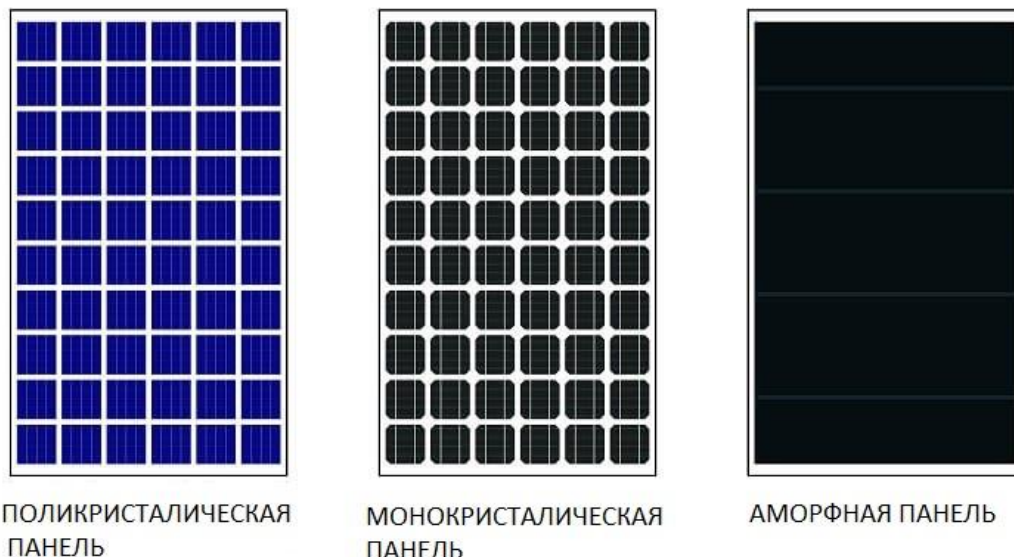


Рисунок 8.2. – Виды фотоэлектрически модулей

Публикация Anlan [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: <https://anlan.ru/articles/portativnye-skladnye-solnechnye-batarei-effektivnyj-istochnik-energii-dlya-puteshestvij> (дата обращения 25.03.2026).

Характеристики модуля делятся на механические (габариты, вес, класс защиты, материал рамы) и электрические (мощность модуля, КПД, ток и напряжение при работе под нагрузкой). КПД фотоэлектрического модуля обычно составляет не более 20 % и зависит от температуры окружающей среды, ориентации модуля и угла наклона к горизонту. В связи с этим к характеристикам модуля также будет относиться температурный коэффициент по мощности, показывающий на сколько процентов упадет мощность модуля при отклонении от стандартных условий эксплуатации. Стандартными условиями являются: падающее солнечное излучение 1000 Вт/м^2 ; температура элементов $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Падающее солнечное излучение будет зависеть от угла наклона панели. Обычно для летнего периода оптимальный угол наклона принимается равным широте местности минус 15 градусов. Суммарная выработка солнечной системы за период определяется комбинацией значений солнечного излучения, площади модулей, их эффективности и потерь в силовой части (инвертор, кабели, соединения).

Ветроэнергетические установки и использование энергии ветра.

Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) преобразует кинетическую энергию ветра в электрическую. Ветровой поток, проходя через площадь, очерчиваемую вращением лопастей (ометаемая площадь), приводит лопасти в движение, которое передается на ротор электрогенератора, вырабатывающего электрическую энергию.

По своему строению ВЭУ делятся на установки с горизонтальной и вертикальной осью вращения (рисунок 8.3). Наиболее часто в сетях электроснабжения встречаются установки с горизонтальной осью. Причиной этому послужили принципиальные недостатки вертикально-

осевых установок. При вертикальном расположении оси вращения наблюдаются сильные пульсации крутящего момента, а, следовательно, и вырабатываемой электрической энергии, а также значительные механические нагрузки на отдельные части конструкции, что приводит к недолговечности их срока службы.



Рисунок 8.3 – Ветроустановка с горизонтальной (слева) и вертикальной (справа) осью вращения

Сделано в Китае [Электронный ресурс]. – 2026. –URL: https://ru.made-in-china.com/co_esg100/product_ESG-Y-ksek-verimli-Yeni-Enerji-G-c-Konut-Dikey-Ekseni-1-kw-2-kw-3-w-5-kw-R-zgar-Jenerat-r-_ysguiisrgg.html (дата обращения 25.03.2026).

На выходную мощность ВЭУ влияют:

- скорость ветра – мощность ветрового потока растет пропорционально кубу скорости, поэтому даже небольшое изменение скорости сильно отражается на величине вырабатываемой электроэнергии;
- ометаемая площадь – чем больше диаметр ветроколеса, тем больше кинетической энергии передается на ротор электрогенератора;
- коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) – доля кинетической энергии потока, превращаемая в механическую работу ротора;
- потери в механической и электрической части – трение, преобразование в генераторе, передача по кабелям.

Теоретически, согласно пределу Бетца, в полезную работу может быть преобразовано не более 59,3 % кинетической энергии ветра (КИЭВ = 0,593). Реальные установки малой мощности имеют меньший КИЭВ, обычно порядка 0,35–0,45, что учитывается в расчетах. Для оценки месячной выработки энергии ветроустановкой используются усредненные значения скорости ветра и характеристики выбранного генератора.

Ход работы.

1 этап.

Обучающиеся делятся на группы по 3–4 человека. Перед группой ставится следующая задача – необходимо оценить энергопотребление дома, в котором группа должна, по условию задания, прожить в течение пяти месяцев (май-сентябрь). Место расположения и планировка дома

выбирается командой произвольно. Оптимальным месторасположением является пригород одного из городов на территории РФ. Дом рекомендуется выбрать с плоской крышей. Это позволит упростить дальнейшие расчеты. Проекты домов можно взять с сайта: <http://spb.ruplans.ru/proekti> (Приложение 1, рисунок П.1)

2 этап.

Сформировать перечень бытового и инженерного оборудования, необходимого для комфортного проживания группы, и определиться с режимом их работы (примерный перечень оборудования представлен в таблице 8.1). Зная паспортную электрическую мощность прибора и режим его работы можно рассчитать месячное энергопотребление каждого прибора:

$$E = P \cdot t, \quad (2)$$

где, E – электрическая энергия, потребляемая прибором, кВт·ч; P – номинальная электрическая мощность прибора, кВт; t – время работы прибора, ч.

Таблица 8.1 – Примерный перечень оборудования, необходимого в быту

Технологическое оборудование	Сплит-система (Кондиционер)
	Насосная станция
	Бак-водогрей
	Септик (система отвода нечистот)
	Вытяжка (ванна-туалет)
Осветительные приборы	Лампы накаливания
	Люминесцентные лампы
	Лампы светодиодные
Кухня	Холодильник
	Варочная поверхность
	Духовой шкаф
	Вытяжка
	Посудомоечная машина
	Кофемашина

	Печь микроволновая
	Электрический чайник
	Мультиварка
Прочее	Рабочее место (ПК+принтер+монитор)

Результаты расчетов свести в таблицу (пример результатов расчета представлен в таблице 8.2).

Таблица 8.2 – Пример расчета времени работы приборов по месяцам

				Месяцы				
				5	6	7	8	9
Оборудование		Мощность, Вт	Кол-во, шт	Время работы в месяц, ч.				
Технологическое оборудование	Сплит-система (Кондиционер)	800	4	0	30	31	31	0
	Насосная станция	700	1	6,2	6	6,2	6,2	6,2
	Бак-водогрей	1500	1	155	150	155	155	155
	Септик	60	1	744	720	744	744	744
	Вытяжка	800	4	31	30	31	31	31

Составить сводную таблицу энергопотребления по месяцам. Результаты оформляются в аналитической таблице. Пример записи продолжительности работы приборов и требуемой для этого электроэнергии в зависимости от их мощности представлен в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Пример расчета электроэнергии по месяцам

				Месяцы				
				5	6	7	8	9
Оборудование		Мощность, Вт	Кол-во, шт	Электроэнергия, кВт·ч				
Технологическое оборудование	Сплит-система (Кондиционер)	800	4	0	96	99,2	99,2	0
	Насосная станция	700	1	4,34	4,2	4,34	4,34	4,34

				Месяцы				
				5	6	7	8	9
Оборудование		Мощность, Вт	Кол-во, шт	Электроэнергия, кВт·ч				
	Бак-водогрей	1500	1	232,5	225	232,5	232,5	232,5
	Септик	60	1	44,64	43,2	44,64	44,64	44,64
	Вытяжка	800	4	0	96	99,2	99,2	0

Для удобства расчета можно использовать следующие нормативные показатели:

- В день человек использует около 140 литров воды, 60 из них – горячая (70 °С).
- Насосная станция мощностью в 800 Вт имеет производительность порядка 50 л/мин.
- Бойлер мощностью в 1,5 кВт нагревает 80 литров воды до температуры 70 градусов за 3,5 часа.
- Сплит-система работает на полную мощность лишь в первые моменты запуска. В среднем она потребляет лишь треть от заявленной мощности.
- В септике стоит небольшой насос на 60-80 Вт, но он работает круглые сутки.
- Осветительные приборы имеет смысл включать ближе к заходу солнца. Продолжительность солнечного дня можно посмотреть на сайте: <https://voshod-solnca.ru/cities> (Приложение 1, рисунок П.2).
- Мощность варочной поверхности (например 6 кВт) рассчитана на одновременное использование 4 конфорок. Соответственно 1 конфорка потребляет 1,5 кВт.
- Холодильник обычно имеет показатель энергопотребления «кВт·ч/год».

3 этап.

Необходимо оценить, какую часть потребляемой энергии можно получить из возобновляемых нетрадиционных источников энергии (солнце и ветер).

Известно, что энергию солнца можно использовать как для нагрева воды (солнечный коллектор), так и для получения электроэнергии (солнечная панель). Размещать панели предлагается исключительно

на крыше дома. Также для получения электрической энергии можно использовать энергию ветра. Разрешается установить возле дома только одну ветроэнергетическую установку.

Подбор солнечного коллектора

Подбор солнечного коллектора (СК) осуществляется сопоставлением количества теплоты, преобразуемого солнечным коллектором в день количеством теплоты, необходимым для покрытия нужд горячего водоснабжения. Для этого необходимо изначально определить КПД коллектора. После рассчитать, какое количество тепловой энергии преобразуется с одного квадратного метра СК, и, зная потребности в тепловой энергии, подобрать СК нужной площади по каталогу (таблица 8.5).

Исходными данными для подбора СК будут:

- объем потребляемой горячей воды в день (V) (из своих расчетов);
- температура горячей воды $t_{ГВ}^{\circ}$ (70°C);
- средняя температура наружного воздуха t_{OC}° (по таблице 5 СП 131.13330.2020 (Приложение 1, рисунок П.3)).
- Значение солнечной радиации (E_{sh}) (прямой и рассеянной) на горизонтальную поверхность
(<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> Climatology – Solar Irradiance for Equator Facing Tilted Surfaces (Set of Surfaces) (Приложение 1, рисунок П.4).
- Средняя интенсивность солнечной радиации E_g (800 Вт/м^2)

Последовательность расчета:

1. Определить среднюю температуру абсорбера, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{abc}^{\circ} = \frac{t_{OC}^{\circ} + t_{ГВ}^{\circ}}{2}, \quad (3)$$

2. Рассчитать КПД коллектора

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \frac{\Delta t^{\circ}}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta t^{\circ 2}}{E_g}, \quad (4)$$

$$\Delta t^{\circ} = t_{ГВ}^{\circ} - t_{abc}^{\circ}, \quad (5)$$

где η_0 – оптический КПД, k_1 и k_2 – коэффициенты тепловых потерь (определяются по таблице 8.4).

3. Определить количество теплоты, преобразуемое с 1 м^2 солнечного коллектора в день, $\text{кВт}\cdot\text{ч/м}^2$

$$E'_{СК} = E_{sh} \cdot \eta. \quad (6)$$

4. Определить количество энергии, необходимое для нагрева требуемого объема воды в день, $\text{кВт}\cdot\text{ч}$

$$E_w = C_w \cdot m \cdot (t_{\text{ГВ}}^{\circ} - t_{\text{ОС}}^{\circ}), \quad (7)$$

где, E_w – количество тепловой энергии, Дж; C_w – удельная теплоемкость воды, 4,2 кДж/(кг·°С) (1 Вт·ч = 3,6 кДж); m – масса воды, кг (рассчитать исходя из объема потребляемой горячей воды в день).

5. Рассчитать необходимую площадь солнечного коллектора, м²

$$S_{\text{СК}} = E_w \cdot E'_{\text{СК}}. \quad (8)$$

6. По рассчитанному значению площади подобрать подходящий СК (таблица 8.5). В случае необходимости можно использовать два коллектора.

Таблица 8.4 – Параметры эффективности солнечных коллекторов различных типов

Тип солнечного коллектора	Оптический коэффициент полезного действия η_0 , %	Коэффициент тепловых потерь k_1 , Вт/(м ² ·К)	Коэффициент тепловых потерь k_2 , Вт/(м ² ·К ²)
Плоский коллектор	80	4	0,1
Плоский коллектор со стеклом с антиотражающим покрытием	84	4	0,1
Вакуумированный трубчатый коллектор	80	1,5	0,005

Таблица 8.5 – Каталог солнечных коллекторов

Тип коллектора	Характеристика	Единицы измерения	Тип 1	Тип 2	
VITOSOL 100-F	Общая площадь	м ²	2,51	2,51	
	Площадь поглотителя	м ²	2,32	2,32	
	Площадь апертуры	м ²	2,33	2,33	
	Размеры	Ширина, мм		1056	2380
		Высота, мм		2380	1056
		Глубина, мм		90	90
	Масса	кг	43	43	
VITOSOL 200-T	Общая площадь	м ²	2,87	4,32	
	Площадь поглотителя	м ²	2,00	3,02	

Тип коллектора	Характеристика	Единицы измерения	Тип 1	Тип 2
	Площадь апертуры	м ²	2,15	3,23
	Размеры	Ширина, мм	1420	2129
		Высота, мм	2040	2040
		Глубина, мм	143	143
	Масса	кг	58	87
VITOSOL 300-T	Общая площадь	м ²	2,88	4,32
	Площадь поглотителя	м ²	2,00	3,02
	Площадь апертуры	м ²	2,15	3,23
	Размеры	Ширина, мм	1420	2129
		Высота, мм	2040	2040
		Глубина, мм	143	143
	Масса	кг	58	87

Подбор солнечных панелей

Для получения электроэнергии возможно использование солнечных панелей (фотоэлектрических модулей). Для этого из таблицы 8.6 требуется выбрать модуль и провести оценку его производительности.

Таблица 8.6 – Каталог солнечных модулей

Тип коллектора	Характеристика	Единицы измерения	Тип 1	Тип 2	Тип 3
NEOSUN NS Поликристаллический солнечный модуль	КПД	η	16,0 %	16,3 %	16,6 %
	Температура модуля при стандартных условиях работы T _{су} ,	°C	25		
	температурный коэффициент по мощности k _T ,	% на 1 °C	-0,40		
	Размеры, ширина	мм	1640		
	Размеры, высота	мм	992		
NEOSUN NS Монокристаллический солнечный модуль	КПД	η	16,9 %	17,5 %	17,8 %
	Температура модуля при стандартных условиях работы T _{су} ,	°C	25		
	Температурный коэффициент	% на 1 °C	-0,40		

Тип коллектора	Характеристика	Единицы измерения	Тип 1	Тип 2	Тип 3
	по мощности k_T ,				
	Размеры, ширина	мм	1640		
	Размеры, высота	мм	992		
NEOSUN NS Поликристаллический солнечный модуль	КПД	η	16,58%	16,84%	17,09%
	Температура модуля при стандартных условиях работы $T_{су}$,	$^{\circ}\text{C}$	25		
	Температурный коэффициент по мощности k_T ,	% на 1°C	-0,40		
	Размеры, ширина	мм	1950		
	Размеры, высота	мм	990		
NEOSUN NS Монокристаллический солнечный модуль	КПД	η	18,13%	18,39%	18,65%
	Температура модуля при стандартных условиях работы $T_{су}$,	$^{\circ}\text{C}$	25		
	Температурный коэффициент по мощности k_T ,	% на 1°C	-0,40		
	Размеры, ширина и высота	мм	1950, 990		

Исходные данные:

- Тип солнечного модуля (из каталога)
- габаритные размеры модуля, м
- КПД η , отн.ед.
- температура модуля при стандартных условиях работы $t^{\circ}_{су}$, $^{\circ}\text{C}$
- температурный коэффициент по мощности k_T , $1/^{\circ}\text{C}$
- Число модулей n (4 шт)
- Средняя температура наружного воздуха $t^{\circ}_{ос}$ (по таблице 5 СП 131.13330.2020 (Приложение 1, рисунок П.3)).
- Значение солнечной радиации (E_{sl}) на поверхность под углом «широта-15» ([https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/Climatology - Solar Irradiance for Equator Facing Tilted Surfaces \(Set of Surfaces\)](https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/Climatology-Solar-Irradiance-for-Equator-Facing-Tilted-Surfaces-Set-of-Surfaces)) (Приложение 1, рисунок П.4).

Последовательность расчета:

1. Рассчитать КПД модуля с учетом температуры эксплуатации (в отн.ед.)

$$\eta_m = \eta - k_T(t^{\circ}_{су} - t^{\circ}_{ос}). \quad (9)$$

2. Рассчитать энергию, вырабатываемую солнечными модулями в месяц

$$E_m = E_{sl} \cdot \eta_m \cdot A \cdot k_{зап} \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta \cdot d, \quad (10)$$

где E_m – энергия, вырабатываемая фотоэлектрической системой за месяц, кВт·ч; η_m – скорректированный КПД модуля с учетом рабочей температуры (в отн.ед.); A – площадь одного солнечного модуля, м²; $k_{зап}$ – коэффициент заполнения площади модуля солнечными элементами (обычно около 0,95); η_2 – коэффициент потерь энергии при последовательном соединении элементов (например, 0,97); η_3 – коэффициент потерь при передаче энергии до потребителя (например, 0,9); n – количество модулей в системе; d – количество дней в рассматриваемом месяце.

Подбор ветроустановки

По условиям разрешено установить только одну ветроэнергетическую установку. Тип ВЭУ выбирается самостоятельно по таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Примеры ветрогенераторов

Модель ветрогенератора	Диаметр лопасти/ветроколеса, м	Ометаемая площадь*, м ²
Fortis Passat	3,1	7,65
Fortis Montana	5	19,6
Fortis Alize	7	38,5
Flamingo Aero-3.1	3,1	7,5
Flamingo Aero-4.4	4,4	15,2
Flamingo Aero-6.7	6,7	35,2
ВЭС-20	12,5	122,7

*- Ометаемую площадь можно также вычислить как площадь круга

Исходные данные:

- Тип ветрогенератора (таблица 8.7)
- ометаемая площадь A , м²
- Средняя скорость ветра v (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> Climatology - Wind/Pressure - Wind Speed at 10 Meters) (Приложение 1, рисунок П.4).

Последовательность расчета:

1. Определить мощность, вырабатываемую ветроустановкой

$$P = \rho \cdot \frac{A}{2} \cdot v^3 \times \xi \times \eta, \quad (11)$$

где ρ – плотность воздуха (1,23 кг/м³); A - ометаемая площадь, м²; v – скорость ветра, м/с; ξ – коэффициент использования энергии ветра (0,42); η – потери на передачу электроэнергии (0,8).

2. Рассчитать электроэнергию, вырабатываемую ветрогенератором за непрерывный месяц работы, кВт·ч

$$E = P \cdot 24 \cdot d, \quad (12)$$

где d – количество дней в месяце.

4 этап.

На заключительном этапе необходимо оценить долю энергии из возобновляемых источников от общего потребления энергии. Для этого необходимо просуммировать по месяцам энергию из возобновляемых источников и оценить, какой % от потребностей она покрывает (таблица 8.8).
Таблица 8.8 – Пример таблицы для записи расчетов доли энергии от ВИЭ

Потребление энергии			Какой % требуемой энергии можно получить от ВИЭ
Необходимо энергии		Можно получить энергии от ВИЭ	
Май		Май	
Июнь		Июнь	
Июль		Июль	
Август		Август	
Сентябрь		Сентябрь	

После анализа полученных результатов предложить варианты по снижению потребления энергии.

Вопросы для обсуждения

1. Как раскрывается понятие биомиметики и в чем заключается принцип заимствования технологических решений у природы на различных уровнях?
2. Что такое НБИК-конвергенция и как обосновывается ее связь с формированием новых, более устойчивых технологических решений?
3. Приведите примеры исторических заимствований у природы. Какие свойства природных прототипов были воспроизведены в технологиях?
4. Что такое промышленный симбиоз и как этот подход, заимствованный из экологии, иллюстрирует принципы циркулярной экономики и устойчивого использования ресурсов?
5. Какие виды возобновляемых источников энергии существуют, и какие их преимущества и ограничения с точки зрения устойчивого развития?

ПРИЛОЖЕНИЕ



Рисунок П.1 – Каталог Проектов домов



Рисунок П.2 – Продолжительность солнечного дня



Рисунок П.3 – СП 131.13330.2020. Свод правил. Строительная климатология. СНиП 23-01-99



Рисунок П.4 – Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства

Список литературы

1. Карсон Р. Безмолвная весна / пер. с англ. — М.: Прогресс, 1965. — 216 с.
2. Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рэндерс Й., Беренс В. В. III. Пределы роста: доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества» / пер. с англ.; науч. ред. Д. Н. Кавтарадзе. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 205 с.
3. Медоуз Д., Медоуз Д., Рэндерс Й. Пределы роста. 30 лет спустя = Limits to Growth. The 30-Year Update. — М.: Академкнига, 2007. — 342 с.
4. Наше общее будущее: доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) / пер. с англ.; под ред. С. А. Евтеева, Р. А. Перелета. — М.: Прогресс, 1989.
5. Организация Объединенных Наций. Повестка дня на XXI век: принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 г. — Нью-Йорк: ООН, 1992. — Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml (дата обращения: 27.02.2026).
6. Организация Объединенных Наций. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development): резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/70/1 от 25.09.2015. — Нью-Йорк: ООН, 2015. — Режим доступа: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (дата обращения: 27.02.2026).
7. United Nations Treaty Collection: база договоров ООН [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://treaties.un.org/> (дата обращения: 27.02.2026).
8. Конвенция о биологическом разнообразии (Convention on Biological Diversity): принята в Рио-де-Жанейро 05.06.1992. — Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml (дата обращения: 27.02.2026).
9. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (United Nations Framework Convention on Climate Change): принята в Нью-Йорке 09.05.1992. — Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml (дата обращения: 27.02.2026).
10. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (Киото, 11.12.1997). — Режим доступа: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf> (дата обращения: 27.02.2026).
11. Парижское соглашение (Paris Agreement) к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (Париж,

- 12.12.2015). — Режим доступа: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/paris_agreement_russian_.pdf (дата обращения: 27.02.2026).
12. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). — Вашингтон, 03.03.1973.
 13. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция). — Рамсар, 02.02.1971.
 14. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution). — Женева, 13.11.1979.
 15. Венская конвенция об охране озонового слоя (Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer). — Вена, 22.03.1985.
 16. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer). — Монреаль, 16.09.1987.
 17. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal). — Базель, 22.03.1989.
 18. Международная конвенция о борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке (United Nations Convention to Combat Desertification). — Париж, 17.06.1994.
 19. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года: резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/70/1 от 25.09.2015 г. [Электронный ресурс]. — Нью-Йорк: ООН, 2015. — Режим доступа: рус. текст: https://www.unssc.org/sites/default/files/2030_agenda_for_sustainable_development_-_primer_russian.pdf (дата обращения: 27.02.2026).
 20. Доклад о целях в области устойчивого развития, 2023 год: специальный выпуск. На пути к выработке плана спасения людей и планеты = The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition [Электронный ресурс]. — Нью-Йорк: ООН, Департамент по экономическим и социальным вопросам, 2023. — Режим доступа: рус. версия PDF: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023-Russian.pdf> (дата обращения: 27.02.2026).
 21. Всемирная организация здравоохранения. Мировая статистика здравоохранения, 2023 г.: мониторинг показателей здоровья в отношении ЦУР, Целей в области устойчивого развития = World

- health statistics 2023: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals [Электронный ресурс]. — Женева: ВОЗ, 2023. — Режим доступа: <https://whodc.mednet.ru/ru/osnovnye-publikaczii/epidemiologiya-i-statistika/3871.html> (дата обращения: 27.02.2026).
22. Программа ООН по населенным пунктам (ООН-Хабитат). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities [Электронный ресурс]. — Найроби: UN-Habitat, 2022. — Режим доступа: рус. информация и материалы: <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities> (дата обращения: 27.02.2026).
23. UN Women; Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН. Progress on the Sustainable Development Goals: The Gender Snapshot 2023 [Электронный ресурс]. — Нью-Йорк: UN Women; UN DESA, 2023. — Режим доступа: рус. издание и краткий обзор: <https://digitallibrary.un.org/record/4037005> (дата обращения: 27.02.2026).
24. О Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года: распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/726639341> (дата обращения: 27.02.2026).
25. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России). Официальный сайт [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mnr.gov.ru/> (разделы «Деятельность», «Государственные доклады» и др.) (дата обращения: 27.02.2026).
26. Global Reporting Initiative (GRI). GRI Standards: the first global standards for sustainability reporting [Электронный ресурс]. — Amsterdam: GRI, 2016–2025. — Режим доступа: официальный сайт с актуальными стандартами и их переводами: <https://www.globalreporting.org/standards/download-the-standards/> (дата обращения: 27.02.2026).
27. Sustainability Accounting Standards Board (SASB). SASB Standards [Электронный ресурс]. — IFRS Foundation, 2022–2025. — Отраслевые стандарты раскрытия финансово существенных ESG-факторов для инвесторов (см. раздел SASB Standards на официальном сайте IFRS Foundation) (дата обращения: 27.02.2026).
28. The Global Risks Report 2025: 20th Edition [Электронный ресурс]. — Geneva: World Economic Forum, 2025. — Режим доступа: официальный сайт WEF: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/>; полная PDF-версия: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2025.pdf (дата обращения: 27.02.2026).

29. Доклад ООН: прогресс в сфере человеческого развития замедлился до минимума за 35 лет [Электронный ресурс] // Новости ООН: русская служба. — 8 мая 2025 г. — Режим доступа: <https://news.un.org/ru/story/2025/05/1463956> (дата обращения: 27.02.2026).
30. Руководство GRI по отчетности в области устойчивого развития = Sustainability Reporting Guidelines [Текст] / Global Reporting Initiative; пер. на рус. яз. — Официальный русскоязычный перевод GRI. — Режим доступа: PDF: http://www.era-rossii.ru/inside/social/recommendations/gri_rus.pdf (дата обращения: 27.02.2026).
31. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://base.garant.ru/402839344/> (дата обращения: 27.02.2026).
32. Концепция промышленного симбиоза: опыт применения в зарубежных странах и России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://economics.ihbt.ifmo.ru/file/article/21206.pdf> (дата обращения: 27.02.2026).
33. Моделирование ООН: методическое пособие по проведению ролевой игры / В. А. Астапенко, Н. Е. Бестолкова, Е. А. Достанко [и др.]; под общ. ред. В. В. Радивиновского, А. В. Селиванова. — Мн.: Асобны Дах, 2004. — 80 с. — ISBN 985-6697-84-0. — Режим доступа: ч. 1: http://evolutio.info/images/pdf/books_full/UN_modeling_book/part1.pdf; ч. 2: http://evolutio.info/images/pdf/books_full/UN_modeling_book/part2.pdf (дата обращения: 27.02.2026).
34. Abrams S. et al. The CRAAP Test // A Dam Good Argument. – 2022. — (Методика критической оценки источников для учебных и исследовательских работ.)
35. Энергетические решения на основе солнечных коллекторов и фотоэлектрических модулей: технический каталог [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rcvr.ru/media/files/prospekt-1326788511.pdf> (дата обращения: 27.02.2026).
36. Каталог оборудования для солнечных систем: ООО «Восход-Солнца». Каталог солнечных коллекторов и сопутствующего оборудования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://spb.solar-e.ru/catalog/> (дата обращения: 27.02.2026).

37. Garbage Clinical Insurance // AirAsia Foundation. — URL: <https://www.airasiafoundation.com/social-enterprise/garbage-clinical-insurance/> (дата обращения: 31.03.2026).
38. Green Indonesia Waste Education for Primary Schools in Indonesia // United Nations Sustainable Development Goals Partnerships Platform. — 2019. — URL: <https://sdgs.un.org/partnerships/green-indonesia-waste-education-primary-schools-indonesia> (дата обращения: 31.03.2026).
39. Проект «Чистые игры» — URL: <https://cleangames.org/about> (дата обращения: 31.03.2026).
40. Karoosta.ru : экологические компании, мероприятия и услуги на карте России [Электронный ресурс]. — URL: <https://karoosta.ru/objects/1240/> (дата обращения: 31.03.2026).
41. Food Not Bombs : официальный сайт движения [Электронный ресурс]. — URL: https://foodnotbombs.net/new_site/ (дата обращения: 31.03.2026).
42. Польза «грустных и одиноких» бананов научно подтверждена // Naked Science [Электронный ресурс]. — 2024. — URL: <https://naked-science.ru/article/psy/grustny-i-odinoki-banan> (дата обращения: 31.03.2026).
43. 99Recycle : бюро циклического дизайна [Электронный ресурс]. — URL: <https://99recycle.com/> (дата обращения: 31.03.2026).
44. Mercedes-Benz bionic car at the MoMA // Car Body Design [Электронный ресурс]. — 2008. — URL: <https://www.carbodydesign.com/archive/2008/03/01-mercedes-benz-bionic-car-at-the-moma/> (дата обращения: 31.03.2026).
45. Nakatsu E. The Shinkansen and the Kingfisher: A Tale of Biomimicry in High-Speed Rail Design // Biomimicry New Zealand [Электронный ресурс]. — 2024. — URL: <https://biomimicry.org.nz/the-shinkansen-and-the-kingfisher-a-tale-of-biomimicry-in-high-speed-rail-design/> (дата обращения: 31.03.2026).
46. Купе Lexus LC Structural Blue заимствовало краску у бабочек // Drive.ru [Электронный ресурс]. — 2017. — URL: <https://www.drive.ru/news/lexus/59dcaf2dec05c4877b000049.html> (дата обращения: 31.03.2026).
47. Speedo's Super-Fast, Shark-Skin-Inspired Fastskin Swimsuit Is Actually Nothing Like Shark Skin // Popular Science [Электронный ресурс]. — 2012. — URL: <https://www.popsci.com/technology/article/2012-07/speedos-super-fast-sharkskin-inspired-swimsuit-actually-nothing-sharks-skin/> (дата обращения: 31.03.2026).
48. Geckskin Applications: Spider-Man Soldiers to Home Decor // Prescouter [Электронный ресурс]. — 2016. — URL: <https://www.prescouter.com/2016/12/geckskin-applications/> (дата обращения: 31.03.2026).

49. What Is Vantablack? // Aydınlatma Portalı [Электронный ресурс]. — 2024. — URL: <https://aydinlatma.org/en/what-is-vantablack.html> (дата обращения: 31.03.2026).
50. Bird-Friendly Glass Inspired by Spider Webs // AskNature [Электронный ресурс]. — 2025. — URL: <https://asknature.org/innovation/bird-friendly-glass-inspired-by-spider-webs/> (дата обращения: 31.03.2026).
51. Engineers Discover Why Toucan Beaks Are Models of Lightweight Strength // Biology News Net [Электронный ресурс]. — 2005. — URL: http://www.biologynews.net/archives/2005/12/01/engineers_discover_why_toucan_beaks_are_models_of_lightweight_strength.html (дата обращения: 31.03.2026).
52. Liu X. et al. Bioinspired Au/TiO₂ photocatalyst derived from butterfly wing (*Papilio paris*) // Journal of Materials Chemistry. — 2012. — DOI: 10.1016/j.jmst.2012.01.001. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002197971101544> X (дата обращения: 31.03.2026).
53. Coating that mimics firefly scales makes LEDs more efficient // Laser Focus World [Электронный ресурс]. — 2013. — URL: <https://www.laserfocusworld.com/software-accessories/software/article/16560866/coating-that-mimics-firefly-scales-makes-leds-more-efficient> (дата обращения: 31.03.2026).
54. Fireflies Inspire More Efficient LEDs // Optics & Photonics News, Optica Publishing Group [Электронный ресурс]. — 2019. — URL: https://www.optica-opn.org/home/newsroom/2019/february/fireflies_inspire_more_efficient_leds/ (дата обращения: 31.03.2026).
55. Nature-Inspired Designs in Wind Energy: A Review // PMC, National Institutes of Health [Электронный ресурс]. — 2024. — URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10886931/> (дата обращения: 31.03.2026).
56. BionicSoftArm — Pneumatic lightweight robot with natural movement patterns // Festo [Электронный ресурс]. — URL: https://www.festo.com/PDF_Flip/corp/Festo_BionicSoftArm/en/4-5/ (дата обращения: 31.03.2026).
57. A Closer Look at Festo's OctopusGripper Object Grabber // New Atlas [Электронный ресурс]. — 2017. — URL: <https://newatlas.com/festo-octopusgripper-details/48721/> (дата обращения: 31.03.2026).
58. Cockroach-Inspired Robots Designed for Disaster Search and Rescue // CBC News [Электронный ресурс]. — 2016. — URL: <https://www.cbc.ca/news/science/robot-roach-1.3439138> (дата обращения: 31.03.2026).
59. ITMO Researchers Produce Magnetic Spider Silk-Based Structures for Implantology and Targeted Drug Delivery // ITMO University News

- [Электронный ресурс]. — 2023. — URL: <https://news.itmo.ru/en/news/13492/> (дата обращения: 31.03.2026).
60. Kalundborg Symbiosis: Six Decades of a Circular Approach to Production // European Circular Economy Stakeholder Platform [Электронный ресурс]. — 2018. — URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (дата обращения: 31.03.2026).
61. Symbiosis Development // Sotenäs Symbiosentrum [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.symbiosentrum.se/symbiosisdevelopment.4.63823e331859e02e4ce1b618.html> (дата обращения: 31.03.2026).

Тимофеева Ирина Валерьевна
Быковская Елена Александровна
Ермоченко Алена Игоревна
Асач Алексей Владимирович

Основы концепции устойчивого развития

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А