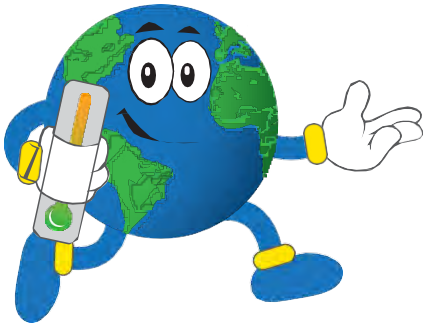
При финансовой поддержке
Российской Федерации



КЛИМАТИЧЕСКАЯ ШКАТУЛКА

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН

Комплект учебно-игровых
материалов для школьников
по теме «Изменение климата»

ПОСОБИЕ

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ШКАТУЛКА

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН

Комплект учебно-игровых материалов для школьников по теме «Изменение климата»

ПОСОБИЕ

Коллектив авторов
Владимир Бердин (ведущий автор, разделы 1.1.-1.4, 2.6, 2.8 и 3.5)
Екатерина Грачёва (разделы 3.1, 3.2 и 3.4)
Юлия Добролюбова (общая редакция, разделы 2.7, 2.9 и 2.10)
д.б.н. Дмитрий Замолодчиков (раздел 2.3)
к.г.н. Павел Константинов (разделы 1.1, 2.1, 2.4, 2.5, 2.9)
д.п.н., к.б.н. Наталья Рыжова (раздел 2.2)
к.т.н. Катя Семёнова (обновлённая версия 2024 года)
к.э.н. Елена Смирнова (общая редакция, разделы 3.2, 3.3, 3.4)
Владимир Кощеев (материалы по Таджикистану)

Менеджеры проекта
Наталья Олофинская
к.г.-м.н. Сергей Тамбиев
Антонина Хованская
Елена Суровикина
Петра Валастинова

Педагоги-рецензенты
Любовь Колотилина Елена Мальц
к.э.н. Елена Смирнова
д.б.н. Комилшо Исозода (материалы по Таджикистану)

Техническая редакция
Теренс Джон Каррингтон
Армине Погосян
Бхарати Садасивам (версия 2024 года)

Литературные редакторы русского текста
Анжела Гринфилд (версия 2024 года)
Елена Ермакова

Дизайн и вёрстка версии **2024** года
Натан Джулиано

Дизайн и верстка пособия для Республики Таджикистан
Хаётулло Муджебуллоев,
Улугбек Абдуллоев

Благодарности
Менеджеры проекта благодарят всех советников и научных консультантов, принимавших участие в подготовке комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка», в особенности:
Алексея Кокорина за ценные рекомендации при подготовке разделов «Проблема изменения климата» и «Как изменения климата влияют на арктические регионы»; Юлию Калиничеву за помощь в подготовке настенной карты и плаката «Изменение климата: советы о том, как сократить свой углеродный след»; Программу развития Организации Объединённых Наций (ПРООН) в Армении за подготовку плаката с рекомендациями по адаптации к изменению климата; Алексея Солдатова (ООО «БСХ Бытовая техника») и Ольгу Пегову за помощь в подготовке материалов по теме «Энергоэффективность и энергосбережение».

Пособие «Климатическая шкатулка» входит в комплект учебно-игровых материалов по теме «Изменение климата», адресованных учащимся 1–11 классов и учителям, преподающим предметы образовательной области «Естествознание» и «Окружающий мир». Комплект подготовлен Программой развития Организации Объединённых Наций (ПРООН) при финансовой поддержке, оказанной на разных этапах программы «Климатическая шкатулка» Глобальным экологическим фондом (ГЭФ), Правительством Российской Федерации и компанией «Кока-Кола». Он продолжает серию экологических пособий для школьников, в которую также входят «Шкатулка Чёрного моря» и «Байкальский сундучок».

Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан: Пособие для школьников по теме «Изменение климата» / В. Бердин, Е. Грачёва, Ю. Добролюбова, В. Кощеев и др. – Программа развития ООН, 2026.

УДК 373.3(5):551.583
ББК 74.26:26.237К 49
ISBN 978-5-9902971-2-8

© Программа развития ООН
Все права защищены. Данная публикация может быть копирована только для некоммерческих, образовательных целей без письменного согласия обладателя авторских прав при условии точного цитирования данного источника.

Используемые на картах обозначения и представление материала не подразумевают выражения со стороны Секретариата Организации Объединённых Наций или ПРООН какого-либо мнения относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, их властей или относительно делимитации их границ.



О проекте «Климатическая шкатулка»

Проблема изменения климата признана Организацией Объединённых Наций (ООН) одной из наиболее важных глобальных проблем. Проблема эта глобальная потому, что последствия изменения климата ощущаются во всех странах и регионах мира, при этом каждый человек в той или иной степени ответственен за происходящие на планете изменения. Мы являемся конечными потребителями товаров и услуг, для производства которых нужны ресурсы и энергия, а значит – углеводородное сырьё (нефть, уголь и природный газ). При добыче и использовании углеводородных источников энергии в атмосферу выбрасываются парниковые газы. По мере того, как увеличивается их содержание в атмосфере, усиливается парниковый эффект и растёт глобальная температура воздуха. Производство цемента и металлов, ведение сельского и лесного хозяйства и многие другие виды деятельности человека также способствуют увеличению выбросов парниковых газов в атмосферу. Это – наш углеродный след, который мы оставляем на Земле.

Чтобы сократить нагрузку на климат и снизить свой углеродный след, необходимо обладать соответствующими знаниями. Важно, чтобы эти знания и привычки воспитывались с малых лет, чтобы уже со школьной скамьи каждый человек понимал, как важно бережно относиться к природе и её ресурсам.

С этой целью Программа развития ООН (ПРООН) при поддержке Глобального экологического фонда (ГЭФ), Правительства Российской Федерации и компании «Кока-Кола» разработала комплект материалов для школьников по теме «Изменение климата» под названием «Климатическая шкатулка». «Климатическая шкатулка» продолжает серию экологических пособий для учащихся, которые были ранее выпущены ПРООН и её партнёрами: «Шкатулка Чёрного моря» и «Байкальский сундучок».

«Я хочу, чтобы все, кто трудится, выступает в защиту и предпринимает реальные действия в области сохранения климата, осознавали, что они стоят на правильной стороне истории и что я с ними».

Антониу Гутерриш
Генеральный секретарь Организации Объединённых Наций
(19 сентября 2023 г.)

«Климатическая шкатулка» содержит:

- иллюстрированное пособие для школьников с познавательными материалами и разнообразными вопросами и заданиями, рассчитанными на выполнение как индивидуально, так и в группах, вопросами по теме «Изменение климата», а также методическими рекомендациями для учителей по использованию комплекта материалов на уроках в разных классах (как в форме раздела в пособии, так и в виде отдельного приложения);
- набор игровых опросных карточек;
- настенную карту, иллюстрирующую возможные последствия изменения климата для природы и человека в различных регионах к концу XXI века;
- плакат с советами о том, как сократить свой углеродный след;
- плакат с рекомендациями, как противостоять и адаптироваться к неизбежным последствиям изменения климата;
- интернет сайт climate-box.com, включающий в себя в электронном виде все материалы комплекта.
- Основная задача «Климатической шкатулки» – представить школьникам в интересной, занимательно-игровой форме важную информацию по вопросам, связанным с глобальными изменениями климата, а учителям – дать рекомендации по использованию этой темы в рамках школьной программы.

Над созданием «Климатической шкатулки» трудилась большая команда авторов. Среди них эксперты из самых разных сфер: климатологи, географы, биологи, экономисты, а также профессиональные детские писатели. Большой вклад в проект внесли опытные педагоги, которые помогли разработать рекомендации для учителя по использованию комплекта на уроках в школе.

Важно, что «Климатическая шкатулка» создана специально для школьников. Это своего рода иллюстрированная энциклопедия про климат, где в занимательной форме описаны важные и подчас сложные вопросы. Читатели смогут узнать, как менялся климат Земли на протяжении истории и как проявляются современные изменения климата, как эти изменения влияют на природу и человека и можно ли адаптироваться к неизбежным последствиям, как можно предотвратить опасные последствия глобального потепления и что уже делается в разных регионах мира. Отдельный раздел пособия посвящен тому, что такое углеродный след и как можно его сократить.



«Климатическая шкатулка» впервые была опубликована в 2014 году и предназначалась специально для российских школ. Комплект материалов получил много положительных отзывов, в том числе от учителей и экспертов из других стран. Поэтому ПРООН приняла решение выпустить международную версию «Климатической шкатулки» на английском языке под названием «Climate Box» и запустить новый проект по адаптации комплекта для новых стран.

К 2019 году «Климатическая шкатулка» охватывала уже 9 стран региона Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, став по-настоящему международным образовательным проектом по изменению климата. Таджикистан стал одной из стран-участниц, где в 2018 году уже была выпущена первая адаптированная версия пособия на русском и таджикском языках. Количество стран-участниц проекта продолжает расти. Электронные версии материалов «Климатической шкатулки» доступны на основных языках ООН и языках стран-участниц проекта на сайте climate-box.com.

Кроме того, авторы обновили глобальную версию пособия, которая послужила основой для локализации и выпуска нового издания «Климатической шкатулки» для Таджикистана. Новую, адаптированную для Таджикистана версию комплекта 2025 года, вы сейчас держите в руках. Данная версия содержит самую свежую информацию об изменении климата, включая выводы из Шестого оценочного доклада (ОД6) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), и дополнена главами и примерами, отражающими национальный контекст, политики и инициативы Республики Таджикистан. Обновлённый комплект также учитывает общий опыт применения «Климатической шкатулки» и рекомендации, полученные от экспертов из стран-участниц программы.

Мы уверены, что «Климатическая шкатулка» будет по-прежнему интересным и полезным источником информации о проблеме изменения климата для школьников и поможет им научиться бережному отношению к природе!

Узнайте больше о проекте на сайте www.climate-box.com.



Приветственное слово



Саттор Саидов
Начальник Центра изучения изменения климата и озонового слоя Агентства по гидрометеорологии комитета по охране окружающей среды при правительстве Республики Таджикистан
Представитель МГЭИК в Республике Таджикистан

Уважаемые читатели!

Я обращаюсь к вам сегодня как руководитель центра, который ежедневно занимается изучением изменений климата нашей планеты и, что особенно важно, того, как эти изменения сказываются на Таджикистане — стране, зависящей от ледников и воды.

Республика Таджикистан, как горная страна, в значительной степени зависит от состояния своих ледников и снежного покрова. Они играют ключевую роль в формировании водных ресурсов и сезонного речного стока. Это повышает климатическую уязвимость страны, особенно в условиях ускоряющегося глобального потепления.

Учёные по всему миру подтверждают: климат меняется быстрее, чем когда-либо прежде. Средняя температура на планете уже повысилась более чем на 1,2 °C по сравнению с доиндустриальным уровнем. При этом в Центральной Азии потепление идёт ещё быстрее: за последние десятилетия средняя температура в регионе выросла на 1,5–2 °C, что значительно превышает глобальные темпы изменений.

Для нас это не просто абстрактные цифры. Это означает, что ледники, питающие крупнейшие реки Центральной Азии, интенсивно тают. Это влияет на объёмы речного стока, на развитие сельского хозяйства, на работу гидроэлектростанций и даже на частоту опасных природных явлений — таких как сели и засухи.

Будущее Таджикистана неразрывно связано с водой и климатом. Обеспечение страны водными, энергетическими и продовольственными ресурсами в условиях изменяющегося климата — одна из важнейших задач, стоящих перед нами и будущими поколениями.

Наша страна подходит к этим вызовам с полной ответственностью. Таджикистан реализует национальные стратегии по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий, активно участвует в глобальных климатических процессах в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Парижского соглашения.

Одновременно республика продолжает играть заметную роль на международной арене, продвигая инициативы, подчёркивающие неразрывную связь между климатом, водными ресурсами и устойчивым развитием. Особое внимание уделяется проблеме ускоренного таяния ледников. Ярким примером таких усилий служит инициированное Таджикистаном Международное десятилетие действий «Вода для устойчивого развития» (2018–2028), в рамках которого особый акцент делается на сохранение ледников и эффективное управление водными ресурсами — как краеугольного камня климатической устойчивости во всём регионе. Ещё одной важной международной инициативой Таджикистана стало провозглашение 2025 года Международным годом сохранения ледников, что позволило привлечь глобальное внимание к необходимости срочных действий по защите этих хрупких и стратегически важных водных ресурсов.

Однако усилий только государства и научного сообщества недостаточно. Чтобы эффективно адаптироваться к новым условиям и строить устойчивое будущее, необходимо участие каждого. А начинается это участие с осознанного понимания.

Именно для этого и была создана «Климатическая шкатулка». Это не просто учебное пособие для школьников — это надёжный помощник для всех, кто стремится разобраться в том, как устроен климат, почему он меняется, как это отражается на Таджикистане и какие шаги мы можем предпринять. Материалы подготовлены так, чтобы сделать сложную науку доступной и интересной широкой аудитории — школьникам, учителям, студентам, молодым специалистам и просто неравнодушным гражданам. Особое внимание уделено нашим реалиям — горам, ледникам и рекам, которые формируют климатическую и водную устойчивость нашей страны.

Знания, полученные из «Климатической шкатулки», помогут вам не только лучше понимать окружающий мир, но и принимать осознанные решения — как в профессии, так и в повседневной жизни. Сегодня климатическая грамотность становится необходимостью для каждого ответственного гражданина.

Изучая эти материалы, вы делаете важный шаг навстречу пониманию глобальных и региональных климатических задач, становитесь активным участником позитивных перемен и вносите вклад в сохранение уникальной природы Таджикистана и обеспечение его устойчивого развития на долгие годы вперёд.

Желаю вам успехов и новых открытий на этом пути!

Приветственное слово



Исозода Комилшо
Директор издательства «Маориф»,
доктор биологических наук, автор учебников
по природоведению и экологии для общеобразовательных школ
Республики Таджикистан.

Дорогие наши юные первооткрыватели!

Вы когда-нибудь задумывались, что будущее нашего прекрасного Таджикистана пишется прямо сейчас, и главный его автор — это вы? Каждая новая идея, каждый смелый вопрос, каждое открытие, которое вы делаете сегодня, — это строка в великой книге будущего нашей Родины.

Перед миром стоит большой вызов — изменение климата, и для нашего горного, богатого ледниками Таджикистана он звучит особенно остро. Но любой вызов — это прежде всего возможность для роста, для поиска новых путей и смелых решений. И главный инструмент, который у нас есть для этого, — образование.

Ваша роль в этом процессе, дорогие ребята, абсолютно уникальна. Современное климатическое образование — это не просто изучение фактов о тающих ледниках или повышении температуры. Это, в первую очередь, развитие умения видеть связи между природой и обществом, критически мыслить, работать в команде и, что самое важное, — быть не пассивным наблюдателем, а активным творцом перемен. Вы становитесь проводниками новых знаний. Делясь своими открытиями с родителями, с бабушками и дедушками, вы помогаете всему нашему обществу лучше понимать мир и заботиться о нём.

Именно как инструмент для такого живого и деятельного познания была создана «Климатическая шкатулка». Это ваш личный проводник в мир большой науки о климате. Она разработана не для заучивания, а для исследования. Через увлекательные тексты, яркие карты и интерактивные задания она поможет вам пробудить любопытство и понять, как устроена наша планета, почему климат меняется, и как эти глобальные изменения касаются каждого из нас здесь, в Таджикистане. Для вас наших уважаемых учителей «Климатическая шкатулка» станет надежным помощником в том, чтобы сделать уроки захватывающими, а сложные темы — понятными.

Этот образовательный комплект не только объясняет суть проблемы, но и помогает ответить на главный вопрос: какие практические шаги может сделать каждый для построения устойчивого и безопасного будущего? Изучив его, вы не просто узнаете много нового. Вы научитесь смотреть на привычные вещи по-новому: на воду, которую мы пьем, на энергию, которая освещает наши дома, на продукты, которые мы потребляем. Вы обретете ценные знания и практические навыки, которые помогут вам и вашим близким жить в большей гармонии с нашим миром. Именно из таких осознанных решений и ответственных действий складывается наш общий вклад в создание процветающего, «зелёного» и устойчивого Таджикистана.

В добрый путь, юные исследователи, к новым знаниям и великим свершениям!



Содержание



ЧАСТЬ 1

Проблема изменения климата

10

1.1 Климат и погода 14
1.2 Типы климатов и климатические пояса 17
1.3 Как и почему менялся климат в прошлом 31
1.3.1 Причины изменений климата: миллионы лет 33
1.3.2 Причины изменений климата: десятки и сотни тысяч лет 35
1.3.3 Причины изменений климата: столетия 38
1.4 Современные изменения климата 43



ЧАСТЬ 2

Как изменения климата влияют на природу и человека

Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?

59

2.1 Как изменения климата влияют на погоду 67
2.2 Как изменения климата влияют на растения и животных 87
2.3 Как изменения климата влияют на леса 113
2.4 Как изменения климата влияют на водные ресурсы 137
2.5 Как изменения климата влияют на сельское хозяйство 151
2.6 Как изменения климата влияют на прибрежные регионы 162
2.7 Как изменения климата влияют на горные регионы 173
2.8 Как изменения климата влияют на арктические регионы 196
2.9 Как изменения климата влияют на города 215
2.10 Как изменения климата влияют на социальные проблемы 231



ЧАСТЬ 3

Как предотвратить опасные изменения климата

247

3.1 «Зелёные» источники энергии — 251
- **3.1.1** Что такое энергия? — 251
- **3.1.2** Основные источники энергии — 252
- **3.1.3** Углеводородные источники энергии — 254
- **3.1.4** Атомная энергетика — 259
- **3.1.5** Возобновляемые источники энергии — 262
- **3.1.6** Преимущества и недостатки различных источников энергии — 280

3.2 Энергоэффективность и энергосбережение — 295
- **3.2.1** Экологичные виды транспорта — 300
- **3.2.2** Бытовая техника и электроприборы — 308
- **3.2.3** Зелёное строительство. Пассивные и активные дома — 311
- **3.2.4** Зелёные города — 317

3.3 Углеродный след и как я могу помочь планете, сократив свой углеродный след — 323
- **3.3.1** Углеродный след — 323
- **3.3.2** Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след — 325

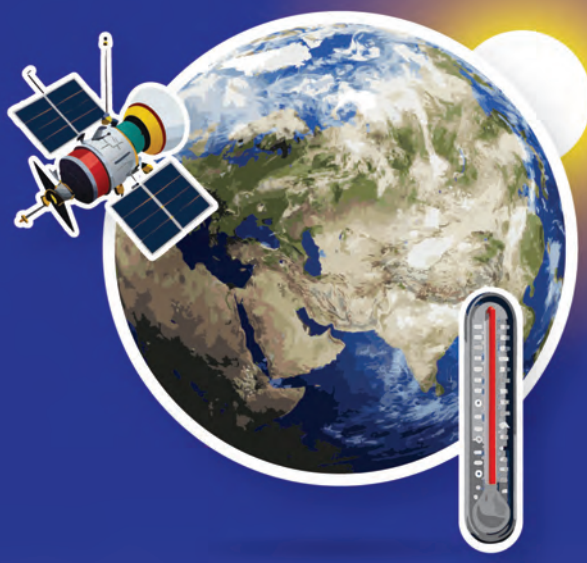
3.4 Глобальное сотрудничество в области изменения климата, устойчивого развития и подходы к решению проблемы изменения климата на общенациональном уровне — 348



ЧАСТЬ 4

Методические рекомендации для учителя

365



1

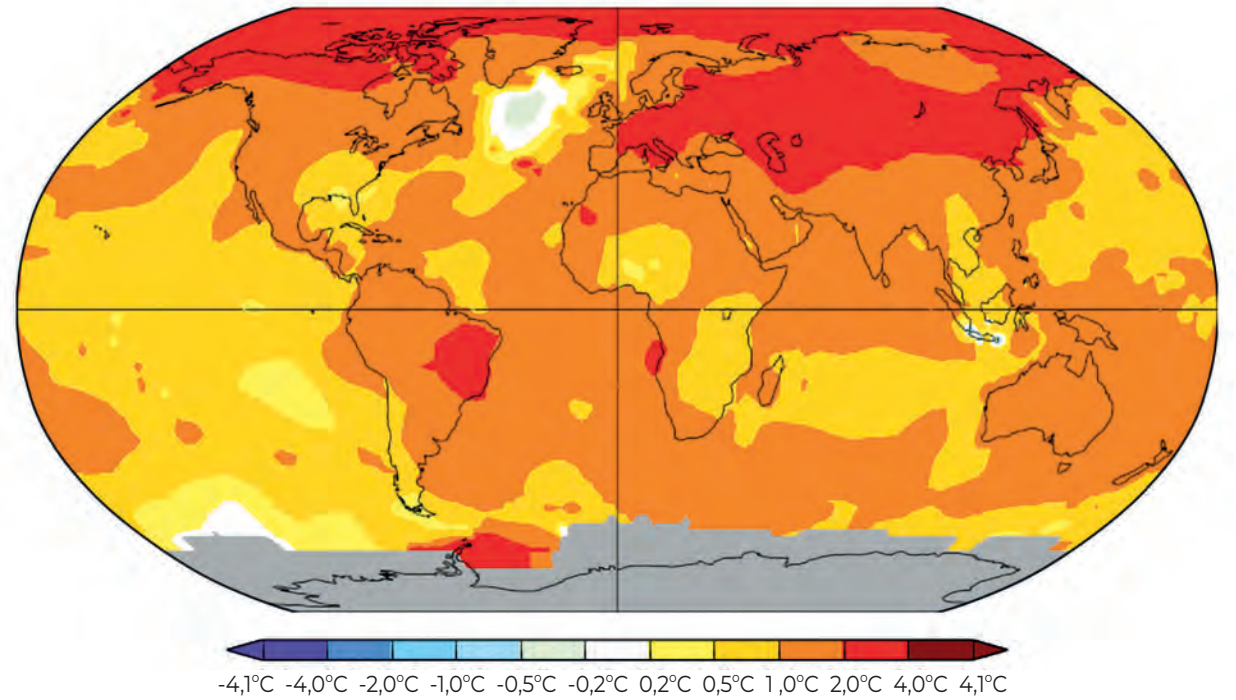
Проблема изменения климата

1. Проблема изменения климата

Изменение климата – одна из самых важных глобальных проблем современности. Если тридцать лет назад её обсуждали только в научных кругах, то сегодня она стала очевидной для большинства. Мы замечаем, что становится теплее, а погода в целом – всё более изменчивой. Мы также отмечаем увеличение частоты и силы экстремальных погодных явлений, таких как штормы, ураганы, сильные осадки и засухи.

То, что климат нашей планеты меняется и меняется стремительно, уже не вызывает сомнений. Смотрите сами: со второй половины XIX века средняя температура на Земле к нынешнему десятилетию выросла уже на 1,2 °C. Даже такое, казалось бы, небольшое повышение температуры в масштабе планеты опасно для её жителей: растений, животных и для нас с вами. Кроме того, 1,2 °C – это в среднем по миру. А ведь в некоторых регионах, особенно в Арктике, теплеет гораздо быстрее! Потепление в Северном полушарии происходит быстрее, чем в Южном, в силу большей площади поверхности суши, которая поглощает больше солнечной радиации, а также из-за особенностей циркуляции океана. Более того, темпы потепления существенно ускорились после 1970-х годов по сравнению с первой половиной XX века.

Рис. 1.1 **Карта наблюдаемых изменений приземной температуры воздуха с 1901 по 2022 годы.**



Серым цветом обозначены зоны, по которым нет достаточных данных

Планета нагревается!

По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), в 2024 году средняя температура на Земле выросла на 1,4 °С по сравнению со второй половиной XIX века. 2024 год стал самым тёплым за всю историю метеонаблюдений, начиная с 1850 года.

Центральной идеей греческого философа Гераклита является концепция изменения. Он выражает это в известной поговорке «panta rhey» или «всё течёт». Это относится и к климату, поскольку он постоянно менялся на протяжении миллионов лет. Еще 125 миллионов лет назад средние глобальные температуры были примерно на 1 °С выше, чем сегодня. Однако климат обычно не менялся так быстро и за такое короткое время, как мы наблюдаем в последние десятилетия. И именно поэтому мы говорим о глобальной проблеме изменения климата.

Правильнее говорить не «глобальное потепление», а «изменение климата», поскольку рост температуры, то есть потепление, – это только одна часть процессов изменения климата на Земле. Вместе с климатом вся природа выходит из равновесия: тают ледники и многолетняя мерзлота, повышается уровень Мирового океана, наводнения, засухи и ураганы стали случаться всё чаще, погода становится всё более переменчивой. Климатические изменения приводят к гибели многих животных и растений, не приспособленных к новым условиям, они наносят значительный экономический ущерб и угрожают здоровью и даже жизни людей.

Гипотез о причинах таких перемен много. Одни исследователи говорят о влиянии на нашу планету астрономических процессов (увеличивается активность Солнца, изменяется наклон земной оси), другие обращают внимание на то, что сам человек с его чрезмерным энергопотреблением стал причиной климатических бедствий. На некоторые процессы, происходящие на нашей планете, мы можем повлиять, на некоторые – нет. И если над солнечной активностью или изменением угла наклона земной оси мы не властны, то повлиять на объёмы выбросов парниковых газов человек может.

Нет ни одной страны, которая бы не испытывала на себе существенные последствия изменения климата. Выбросы парниковых газов в атмосферу сегодня более чем на 50 % выше, чем в 1990 году. Рост выбросов парниковых газов вызывает долгосрочные изменения в климатической системе, что грозит необратимыми последствиями, если мы ничего не будем предпринимать.



Цель действий по борьбе с изменением климата (Цель 13), одна из 17 целей устойчивого развития, принятых Организацией Объединённых Наций в 2015 году, направлена на усиление устойчивости к изменению климата, а также на снижение выбросов парниковых газов и низкоуглеродное развитие.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата и её Шестой оценочный доклад

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) была создана в 1988 году Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде для продвижения научных знаний и понимания проблемы изменения климата, её причин, последствий, а также способов борьбы с ней.

МГЭИК предоставляет правительствам самую свежую научную информацию об изменении климата. Она не проводит собственных исследований, но оценивает всю опубликованную на данный момент научную литературу. Сюда входят наблюдаемые изменения в климатической системе и их прогнозы; природные, экономические и социальные последствия и риски, возникающие в результате изменения климата, а также варианты и возможности смягчения последствий изменения климата и адаптации к его последствиям. Тысячи учёных и других экспертов добровольно анализируют огромные объёмы публикаций и отражают свои выводы в периодических оценочных докладах для политиков и общественности.

МГЭИК – наиболее авторитетный источник научной информации и оценок изменения климата, поскольку ведущие учёные-климатологи и правительства поддерживают её выводы. Отчёты МГЭИК играют ключевую роль в ежегодных межправительственных климатических конференциях участников Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). Каждый из шести оценочных докладов, на сегодняшний день опубликованных МГЭИК, привёл к значительному прогрессу в переговорах в рамках РКИК ООН. Первый оценочный доклад имел решающее значение для принятия РКИК ООН в 1992 году, Второй оценочный доклад – для принятия Киотского протокола в 1997 году, а Пятый оценочный доклад – для принятия эпохального Парижского соглашения в 2015 году.

Самый последний отчёт МГЭИК – это Шестой оценочный доклад (ОД6), опубликованный в 2021–2023 годах. Многие из его выводов представлены в настоящем издании «Климатической шкатулки» (Рис. 1.2).

Рис. 1.2 **Шестой оценочный доклад МГЭИК.**



«Не вызывает сомнений, что деятельность человека приводит к изменению климата, делая экстремальные климатические явления, такие как волны тепла, проливные дожди и засухи, более частыми и интенсивными».

«Доказательства очевидны: время действовать – сейчас».

Вы можете узнать больше на сайте:
https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/

Так что же происходит с погодой и климатом? Как менялся климат Земли раньше и как он меняется сейчас? Кто виноват в происходящих изменениях? Что такое парниковые газы и причём здесь мы с вами? Давайте попробуем во всём этом разобраться.

1.1 Климат и погода

Люди часто жалуются на погоду, а на климат – почти никогда. «Весь конец октября дули ураганные ветры и лили затяжные дожди. Потом пришёл ноябрь, студёный, с сильными утренними заморозками, с ледяным ветром, от которого болели щёки и кисти рук» (Дж. Роулинг «Гарри Поттер и Орден Феникса»). Видите: даже в литературных произведениях обычно говорится о погоде, а о климате – почти никогда. И это по-человечески понятно: чтобы узнать о погоде, достаточно просто выглянуть в окно. Мы сталкиваемся с погодой каждый день, а вот климат – это что-то другое и менее понятное. И тем не менее, о его изменении сейчас говорят почти все: и учёные, и политики, и бизнесмены. И часто они противоречат друг другу: одни говорят, что это хорошо, другие – что, наоборот, плохо, третьи утверждают, что ничего особенного с климатом не происходит.

Когда вы возвращаетесь домой из отпуска, проведённого с родителями где-то далеко от дома, первое, о чём вас обычно спрашивают по возвращении, повезло ли с погодой. А вот если вы сами рекомендуете друзьям отдохнуть в том месте, где вы уже побывали, то, наверное, скажете: «Там очень хороший климат». Чем же отличаются понятия «погода» и «климат»?

ПОГОДА
это состояние атмосферы в данной точке в данный момент или за ограниченный промежуток времени (например за сутки или за месяц).

То есть погода – это мгновенное состояние некоторых метеорологических элементов, хорошо известных нам из ежедневного прогноза погоды: температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, облачности и ряда других. Поэтому, когда внезапно летом целую неделю прохладно, идут такие проливные дожди, что даже высовывать нос на улицу нет никакого желания – то это плохая погода.

КЛИМАТ
это усреднённое значение погоды в данной точке за длительный промежуток времени (несколько десятилетий).

Например, климат Средиземноморья можно кратко описать так: лето обычно жаркое и сухое, а зима прохладная и дождливая, снег выпадает очень редко. Как верно сказано в поговорке: «Климат – это то, что мы ожидаем, погода – то, что мы получаем». Наблюдать за климатом, просто выглянув в окно, нельзя!

Основными характеристиками климата считают:

- температуру воздуха и её изменение в зависимости от сезона,
- количество и режим выпадения осадков в течение года,
- особенности перемещения воздушных масс,
- преобладающие ветра и другие.

Эти характеристики обычно показывают на климатических картах (Рис. 1.1.1).

Рис. 1.1.1 **Пример климатической карты мира.**



ВОЗДУШНАЯ МАССА

это большой по объёму участок атмосферы с примерно одинаковыми температурой воздуха, давлением и количеством водяных паров.

Наблюдение за погодой, её изучение и прогнозирование является предметом раздела наук об атмосфере, называемого **метеорологией**. Ещё одна отрасль наук об атмосфере, занимающаяся описанием климата, анализом причин климатических различий и изменений и их последствий, называется **климатологией**.



Как поговаривают в шутку жители Ирландии, «климат в Ирландии изумительный, но погода его портит». Ирландия – государство, расположенное на одноимённом острове в Западной Европе. Погода Ирландии отличается своей исключительной изменчивостью. Однако зима здесь очень мягкая, и трава остается зелёной круглый год. Из-за этого Ирландию часто называют «Изумрудным островом».

По каким метеорологическим элементам определяется погода?

Температура воздуха бывает положительной и отрицательной. Точкой раздела между положительными и отрицательными температурами воздуха является 0 °С, когда вода замерзает и превращается в лёд.

Влажность воздуха зависит от количества водяного пара в воздухе. Когда зимой влажность высокая, мы мёрзнем больше. А в жару при высокой влажности становится душно.

Облака – это скопление мельчайших капель или кристаллов льда в атмосфере.

Осадки – различают осадки, выпадающие из облаков (дождь, снег, ледяной дождь, снежная или ледяная крупа, град, снежные зерна) и выделяющиеся на поверхности земли и предметов (роса, иней, изморозь, гололёд).

Видимость – это предельное расстояние, дальше которого наблюдаемый объект сливается с фоном и становится невидимым.

Туманы – это скопление продуктов конденсации водяного пара в близких к поверхности земли слоях воздуха.

Атмосферное давление — давление, создаваемое весом воздуха на определённой высоте.

Ветер – это горизонтальное передвижение воздуха, которое вызывается разностью атмосферного давления.

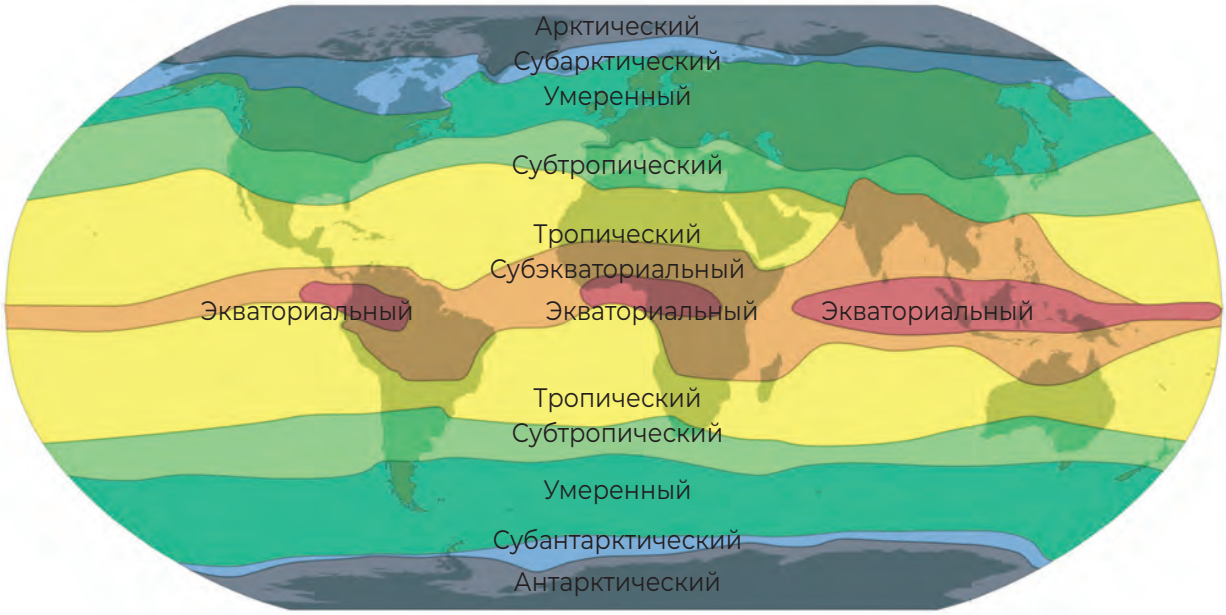
1.2 Типы климатов и климатические пояса

Климат в разных точках Земного шара отличается. Вспомните: когда за окном стоят зимние морозы, многие люди стремятся уехать в отпуск в жаркие страны, где в это время можно купаться в море и загорать.

С древних времен учёные делили Землю на климатические пояса в зависимости от высоты солнца над горизонтом и длины дня. Само слово «климат» в переводе с греческого языка означает наклон Солнца. Действительно, климатические различия на нашей планете связаны в первую очередь с тем, что тепло от Солнца распределяется по поверхности Земли неравномерно. Также большое влияние на особенности климата оказывает близость моря, циркуляция атмосферы, режим выпадения осадков и другие так называемые «климатообразующие факторы». Они, в свою очередь, сильно зависят от географических условий, прежде всего от географической широты, а также высоты над уровнем моря.

Территории с похожим климатом представляют собой широкие полосы – так называемые «климатические пояса», которые постепенно сменяют друг друга по мере продвижения от экватора к полюсам (Рис. 1.2.1).

Рис. 1.2.1 **Карта климатических поясов Земли по Б. П. Алисову.**



КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА

широтные полосы земной поверхности, имеющие относительно однородный климат.

Наиболее известная классификация климатов была введена немецко-российским климатологом Владимиром Кёппеном в 1884 г. Он разделил климат на пять основных типов: A – тропический, B – сухой, C – умеренный, D – континентальный, E – полярный и альпийский.

В России и странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии чаще всего используют классификацию климатов, созданную в 1950-е годы известным советским климатологом Б. П. Алисовым (Рис. 1.2.1). Согласно этой классификации выделяется по четыре основных климатических пояса на каждое полушарие Земли и три переходных.

Основные климатические пояса: **экваториальный, тропический, умеренный и полярный (в Северном полушарии – арктический, в Южном полушарии – антарктический).** Они считаются основными, так как круглый год здесь господствуют одни и те же воздушные массы, характерные для этих климатических поясов.

Между основными находятся переходные пояса: **субэкваториальный, субтропический и субполярный (в Северном полушарии – субарктический, а в Южном – субантарктический).** Все переходные климатические пояса имеют в своем названии приставку «суб» (на латинском языке это означает «под»).

В переходных климатических поясах воздушные массы меняются по сезонам. Они приходят сюда поочередно из соседних поясов. Например, в субтропическом климате лето жаркое, как в тропиках, а зима прохладная, поскольку на смену тропической приходит умеренная воздушная масса.

Внутри некоторых климатических поясов встречаются особые климатические области **с континентальным, морским, муссонным климатами или климатом западных побережий** (См. таблицу 1.2.1).

Сезоны в Южном и Северном полушариях прямо противоположны: с декабря по февраль, когда в Северном полушарии самое холодное время года, в Южном полушарии в самом разгаре лето, и наоборот.

Таблица 1.2.1 **Климаты Земли (по Б.П. Алисову).**

Климатический пояс	Тип климата	Средняя температура		Режим и количество атмосферных осадков	Циркуляция атмосферы и преобладающие ветра	Территория
		Зимой	Летом			
Экваториальный	Экваториальный	+26 °С	+26 °С	В течение года, 2000 мм	В области пониженного атмосферного давления формируются тёплые и влажные экваториальные воздушные массы	Экваториальные области Африки, Южной Америки и Океании
Субэкваториальный	Тропический муссонный	+20 °С	+30 °С	В основном во время муссона, 2000 мм	Муссоны	Южная и Юго-Восточная Азия, Западная и Центральная Африка, Северная Австралия
Тропический	Тропический сухой	+12 °С	+35 °С	В течение года, 200 мм	Пассаты	Северная Африка, Центральная Австралия
Субтропический	Средиземноморский	+7 °С	+22 °С	Преимущественно в холодное время года, 500 мм	Летом – антициклоны при высоком атмосферном давлении; зимой – циклоны	Средиземноморье, Южная Африка, Юго-Западная Австралия, Западная Калифорния
	Субтропический сухой	0 °С	+40 °С	В течение года, 120 мм	Сухие континентальные воздушные массы	Внутренние части материков между 30 и 45° в обоих полушариях
Умеренный	Умеренный морской	+2 °С	+17 °С	В течение года, 1000 мм	Западные ветры	Западные части Евразии и Северной Америки
	Умеренный континентальный	-15 °С	+20 °С	В течение года, 400 мм	Западные ветры	Внутренние части материков от 40–45° до полярных кругов
	Умеренный муссонный	-20 °С	+20 °С	В основном во время летнего муссона, 560 мм	Муссоны	Восточная окраина Евразии
Субполярный	Субарктический	-25 °С	+8 °С	В течение года, 200 мм	Преобладают циклоны	Северные окраины Евразии и Северной
	Субантарктический	-20 °С и ниже	Около 0 °С	В течение года, до 500 мм	Преобладают циклоны	Акватория Южного полушария от 60° ю.ш.
Полярный (арктический или антарктический)	Полярный (арктический или антарктический)	-40 °С	0 °С	В течение года, 100 мм	Преобладают антициклоны	Акватория Северного Ледовитого океана и материк Антарктида

Краткое описание климатов



Экваториальный климат

Для этого типа климата характерно господство жарких и влажных экваториальных воздушных масс. Температура воздуха здесь постоянна (+24–28 °С), в течение года здесь выпадает очень много осадков (от 1500 до 5000 мм). Из-за того, что количество осадков превышает испарение, почвы в экваториальном климате заболочены, на них растут густые и высокие влажные леса. Экваториальный тип климата формируется над северными районами Южной Америки, на побережье Гвинейского залива, над бассейном реки Конго и верховьев Нила в Африке, над большей частью Индонезийского архипелага и прилегающей к нему части Индийского и Тихого океанов в Азии.



Субэкваториальный климат

При этом типе климата ежегодно бывают дождливые сезоны – летом здесь жарко и часто выпадают обильные осадки. С приходом зимы наступает более прохладный и сухой сезон. Осадки в субэкваториальном климате распределяются очень неравномерно в течение года. Например, в столице Гвинеи г. Конакри в декабре-марте выпадает 15 мм осадков, а июне-сентябре – 3920 мм. Этот тип климата распространён в некоторых частях Индийского океана, на западе Тихого океана, а также над Южной Азией и в тропиках Африки и Южной Америки.



Тропический климат

В зоне тропического климатического пояса господствуют антициклоны с высоким давлением, и стоит ясная погода почти весь год. Для этого климатического пояса характерны два сезона: тёплый и холодный. Температуры могут колебаться от +20 °С на побережье до +50 °С в глубине материка. Суточное колебание температуры тоже очень значительное: в летнее время днём воздух накаляется до +40–45 °С, ночью же остывает до +10–15 °С. В тропиках часто встречаются пустыни, наиболее крупная из которых — Сахара в Африке. В более увлажнённых районах распространены саванны и листопадные леса. Тропический климат характерен для Мексики, Северной и Южной Африки, Центральной Австралии, Аравийского полуострова.



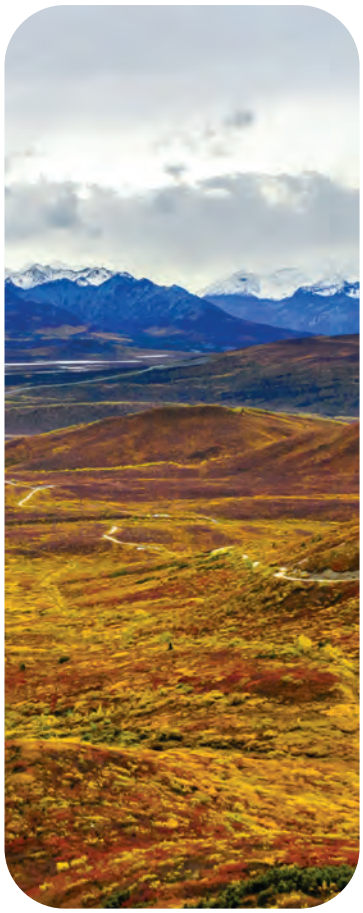
Субтропический климат

Субтропический климат преобладает в регионах, расположенных между тропическими и умеренными широтами, примерно между 30° и 45° северной и южной широты. Здесь обычно жаркое тропическое лето и достаточно прохладная зима. Средняя месячная температура летом выше +22 °C, зимой выше -3 °C, но из-за вторжений полярного воздуха возможны заморозки до -10 ... -15 °C, а изредка и сильные (до -25 °C) морозы. Этот тип климата характерен для Средиземноморья, Южной Африки, Юго-Западной Австралии, Северо-Западной Калифорнии.



Умеренный климат

Этот тип климата формируется над умеренными широтами (от 40–45° севернее и южнее от экватора до полярных кругов). В Северном полушарии более половины поверхности умеренного пояса занимает суша, в Южном 98 % – это океаны. Умеренному климату присущи частые и сильные изменения погоды из-за циклонов. Главная особенность умеренного климата – четыре сезона: два основных – холодный (зима) и тёплый (лето), и два промежуточных – весна и осень. Средняя температура самого холодного месяца, как правило, ниже 0 °C, самого тёплого – выше +15 °C. В умеренном климате зимой на поверхности земли лежит снег. Преобладающие западные ветра приносят осадки в течение всего года, за год выпадает от 1000 мм в прибрежных районах до 100 мм в глубине материка.



Субполярный (субарктический/субантарктический) климат

Субарктический климатический пояс расположен между арктическим и умеренным климатическими поясами Северного полушария Земли. Летом здесь господствует умеренная воздушная масса, зимой – арктическая. Лето короткое и холодное – в июле температура воздуха днём редко поднимается выше +15 °С, ночью падает до 0...+3 °С. В течение всего лета не исключены ночные заморозки. Зимой температура воздуха днём и ночью составляет -35–45 °С. Территория, на которой господствует субарктический климат, занята тундрой и лесотундрой, почвы представляют собой многолетнюю мерзлоту, растения и животные встречаются редко. Субарктический климат распространён на севере России и Канады, на Аляске (США), в Южной Гренландии и на крайнем севере Европы.

Субантарктический климатический пояс расположен в Южном полушарии между умеренным и антарктическим поясами. Подавляющая часть субантарктической климатической зоны занята поверхностью океана. Количество осадков достигает 500 мм в год.



Полярный (арктический/антарктический) климат

Выше 70° северной и 65° южной широты господствует полярный климат, образующий два пояса: арктический и антарктический. Весь год здесь преобладают полярные воздушные массы. Солнце несколько месяцев не появляется вовсе (это время называется «полярная ночь») и несколько месяцев не уходит за горизонт («полярный день»). Снег и лёд отдают больше тепла, чем его получают, поэтому воздух сильно охлаждён, снег не тает весь год. В течение всего года здесь высокое атмосферное давление (антициклон), поэтому ветры слабые, облаков почти нет. Осадков выпадает очень мало, воздух насыщен мелкими ледяными иглами, а летом типична продолжительная морось. Средняя температура лета не превышает 0 °С, а зимы – -20–40 °С.

Где на планете холоднее и жарче всего?

Самое холодное место на Земле – Восточная равнина Антарктиды. В августе 2010 года с американского спутника NASA Aqua там был зафиксирован новый рекорд самой низкой температуры – -93,2 °C (Рис. 1.2.2 и 1.2.3). Более недавний анализ учёных показывает, что температура в том же месте упала ниже, до -98 °C. Между тем этот рекорд вряд ли будет признан официально. Согласно действующим научным стандартам, чтобы измерения температуры воздуха были максимально точными, они должны проводиться на поверхности планеты, а не из космоса. Поэтому признанным международным сообществом рекордом самой низкой температуры воздуха пока остаётся температура -89,2 °C, зафиксированная на территории советской (а ныне российской) научной станции «Восток» в Антарктиде 21 июля 1983 года (Рис. 1.2.4). Посёлок Оймякон в Восточной Сибири — самое холодное постоянно населённое место на Земле: средняя зимняя температура составляет -50 °C. Самый холодный день в истории посёлка был в 1924 году, когда температура упала до -71,2 °C.

Самое жаркое место на планете – Долина Смерти в США. 13 июля 1913 года там был установлен абсолютный рекорд температуры воздуха в тени – +56,7 °C (Рис. 1.2.5). В настоящее время ВМО проверяет два измерения температуры с показаниями +54,4 °C, зафиксированные в том же месте 16 августа 2020 года и снова 9 июля 2021 года. В случае подтверждения это будет самая высокая температура на Земле с 1913 года.

Рис. 1.2.2

Американский спутник NASA Aqua был запущен в 2002 году для изучения физических процессов на Земле.



Рис. 1.2.3

Данные о температуре воздуха у поверхности Антарктиды, полученные с американских спутников NASA Aqua в 2003–2013 годах и Landsat 8 в 2013 году.

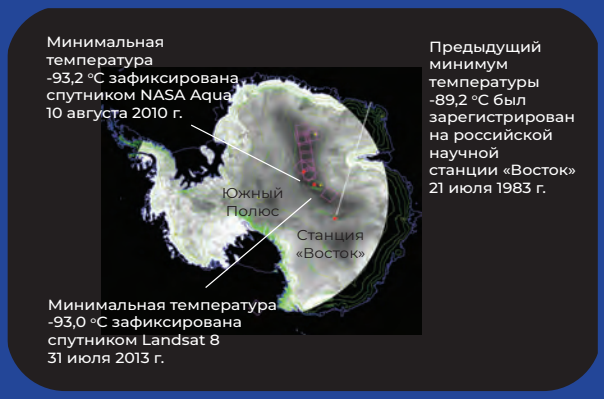


Рис. 1.2.4

Российская научная станция «Восток» в Антарктиде.



Рис. 1.2.5

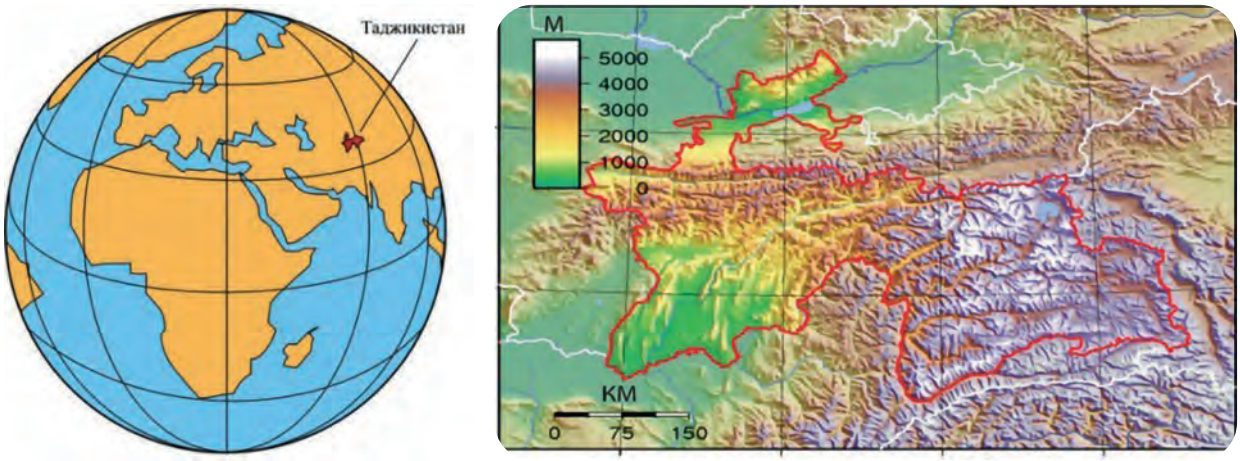
Долина Смерти, США.



Климат Таджикистана

Республика Таджикистан (Таджикистан) расположена в южной части Содружества Независимых Государств (СНГ), в пределах Центральной Азии, в центре континента Евразия, между 36° 40' и 41° 05' с.ш. и 67° 31' и 75° 14' в.д. (Рис. 1.2.6). Площадь республики составляет около 141,4 тыс. км^2. Территория республики, протянувшаяся на 700 км с запада на восток и на 350 км с севера на юг, граничит на севере и западе с Узбекистаном (1332 км), на севере – с Кыргызстаном (987,5 км), на юге – с Афганистаном (1374,2 км) и на востоке – с Китаем (494,4 км), при общей протяжённости государственных границ около 4188 км, и административно включает в себя Горно-Бадахшанскую Автономную Область, Хатлонскую и Согдийскую области, районы республиканского подчинения и город Душанбе.

Рис. 1.2.6 **Местоположение Республики Таджикистан на карте мира (слева) и карта рельефа Таджикистана с указанием средних высот над уровнем моря (снизу).**

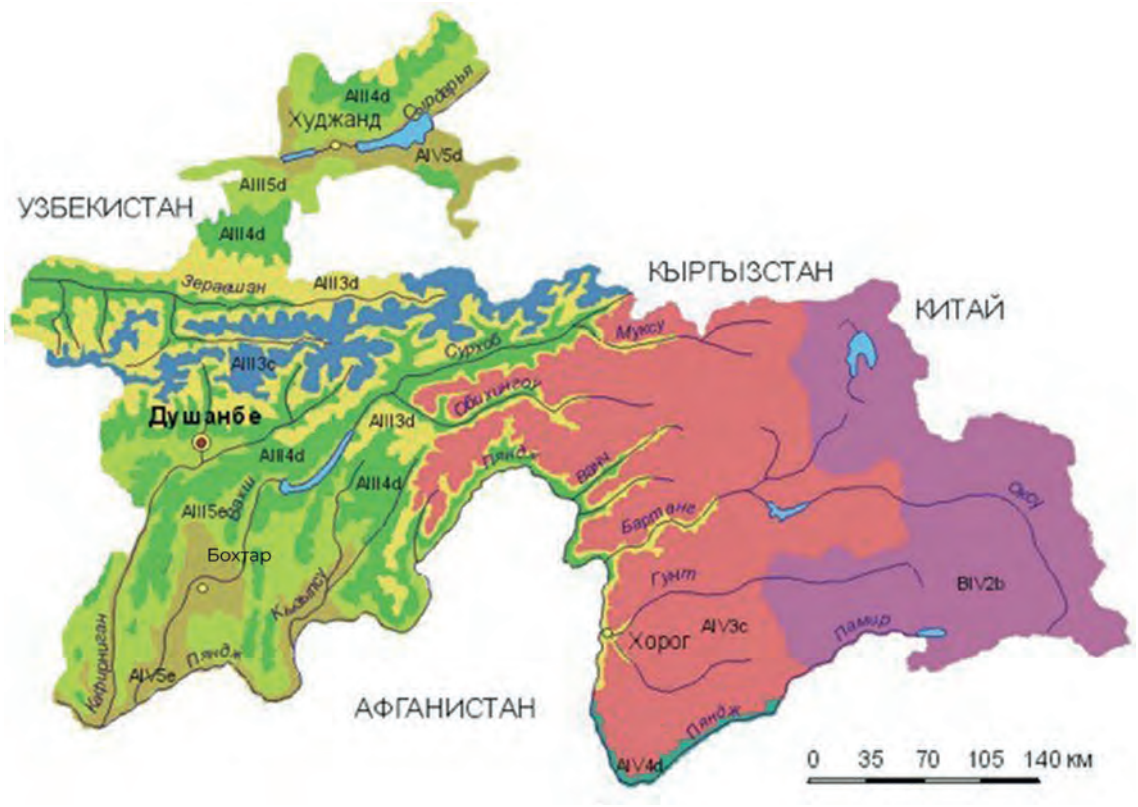


Как мы узнали из предыдущего раздела, классификация климатов Б.П. Алисова делит мир на широтные пояса. Согласно этой системе, территория Таджикистана находится на границе субтропического и умеренного поясов.

Однако определяющей чертой нашего климата является его резкая континентальность и огромные контрасты, вызванные сложным горным рельефом. Из-за этого внутри страны формируются совершенно разные климатические зоны: от жарких субтропических долин до суровых высокогорных районов.

Рассмотрим это удивительное разнообразие на конкретных примерах.

Рис. 1.2.7 **Климатическая карта Таджикистана.**



Климатическая область
A. Переднеазиатская, максимум осадков в холодный период
B. Центральноазиатская, максимум осадков в тёплый период

Характер увлажнения и отношение комплексной испаряемости к осадкам
III. Недостаточно влажный (1.00 – 3.00)
IV. Сухой (более 3.00)

Лето	**Зима**
2. Холодное	b. Суровая малоснежная
3. Умеренно-тёплое	c. Умеренно-суровая снежная
4. Тёплое	d. Умеренно-мягкая
5. Очень тёплое	e. Мягкая

Температура: от жары до мороза!

Годовой контраст: Средняя температура за весь год сильно отличается в разных местах: на юге она может быть +17 °C и выше, а на Памире – -6 °C и ниже.

Сезонные рекорды: Самый жаркий месяц – июль, самый холодный – январь. Климат Восточного Памира особенно суровый: зимой температура может упасть до -63 °C (такой мороз был в кишлаке Булункуль!). А на юге страны летом бывает очень жарко – до +47 °C (зафиксировано в Айвадже).

Чтобы лучше понять это разнообразие, посмотрим на районы с похожим климатом, выделенные по высоте:

1. Низкогорно-долинные районы (до 1000 м):

- Это основные районы земледелия: юго-запад, Гиссарская, Вахшская, Нижне-Кафирниганская, Кулябская и Ферганская долины.
- Летом жарко (средняя июля +28...+30 °C, максимум до +47 °C).
- Зима мягкая (средняя января 0...+2,5 °C, на севере в Худжанде чуть ниже нуля).

2. Горные районы (1000–2500 м):

- Сюда относятся, например, Зеравшанская долина и горы Центрального Таджикистана.
- Лето теплее (средняя июля +18...+25 °C), зима прохладнее (средняя января -1...-7 °C). Иногда случаются сильные морозы до -34 °C (как в Сангворском районе).

3. Высокогорные районы (выше 2500 м):

- Это Центральный и Восточный Памир, а также высокие горные хребты.
- Климат здесь **суровый**. Зима долгая и холодная (средняя января -14...-26 °C, рекорд в Булункуле - 63 °C).
- Лето короткое и прохладное. Средняя температура июля не выше +15 °C (как в селе Ирхт). Даже самая высокая температура летом здесь сильно различается: у ледника Федченко может быть всего +20 °C, а в том же селе Ирхт – до +34 °C!

Атмосферные осадки: Где сухо, а где влажно?

Количество дождей и снега (осадков) тоже сильно зависит от рельефа местности – это называется **орографическими особенностями.**

Зона сухого климата: В долинах Юго-Западного и Северного Таджикистана, в предгорьях Туркестанского хребта и на Восточном Памире осадков выпадает мало – всего 50-300 мм в год.

Зона недостаточного увлажнения: На большей части остальной территории выпадает до 900 мм осадков в год.

Зона влажного климата: Но есть и исключения! Южные склоны Гиссарского хребта, на которые дуют влажные западные и юго-западные ветры (их называют наветренными склонами), получают больше всего осадков. В таких местах, как Сиома и Харамкуль, выпадает более 1500 мм в год! (Если посмотреть таблицу 1.2.2, то видно, какая огромная разница: в Мургабе (Памир) – всего 75 мм, а в Харамкуле (Гиссарский хребет) – 1521 мм! В Душанбе, для сравнения, – 640 мм).

Таблица 1.2.2 **Среднее годовое количество осадков в населённых пунктах Таджикистана**

Среднее годовое количество осадков в Таджикистане (мм)							
Населённый пункт	Мургаб	Хорог	Дехавз	Калайхумб	Душанбе	Тавильдара	Харамкуль
Высота над уровнем моря (м)	3576	2075	2564	1279	803	1616	2800
Количество осадков (мм)	75	281	315	502	640	922	1521

ВОПРОСЫ

1. Если в Северном полушарии зима, то какое время года в Южном полушарии?

2. Что такое ветер? Какие ветра вы знаете? Чем они различаются? В каких климатах такие типы ветров господствуют и почему?

3. В каком климатическом поясе вы живёте? Расскажите о преобладающей в вашем климатическом поясе погоде в разные времена года.

4. В каких климатических поясах самые трудные условия жизни для растений и животных?

5. Где холоднее – на Северном полюсе или на Южном?

6. Почему количество осадков так сильно различается в разных регионах Таджикистана?



ЗАДАНИЯ



1

Игра
Материалы: карточки с характеристиками отдельных элементов различных типов климата: экваториальный, тропический, умеренный, полярный.

В упражнении может участвовать от 12 до 24 человек. Каждый участник получает одну карточку с определённой характеристикой климата.

Необходимо, общаясь с друзьями, найти все характеристики климата и собраться группой. Далее каждая команда показывает с помощью пантомимики, какой у неё тип климата.

2

Известный американский писатель Марк Твен как-то пошутил: «Если вам не нравится погода в Новой Англии, подождите несколько минут».

Над какими особенностями климата и погоды Новой Англии пошутил писатель?

Найдите регион Новая Англия на карте США. К какому климатическому поясу этот регион относится?

3

Что такое благоприятные и неблагоприятные климатические условия?

Разделитесь на группы и выберите один из типов климата. Подготовьте сценки-шутки в защиту типа климата, который вам достался.

4

Игра
Цель: почувствовать себя в экваториальном климате и ощутить ежедневный тропический дождь.

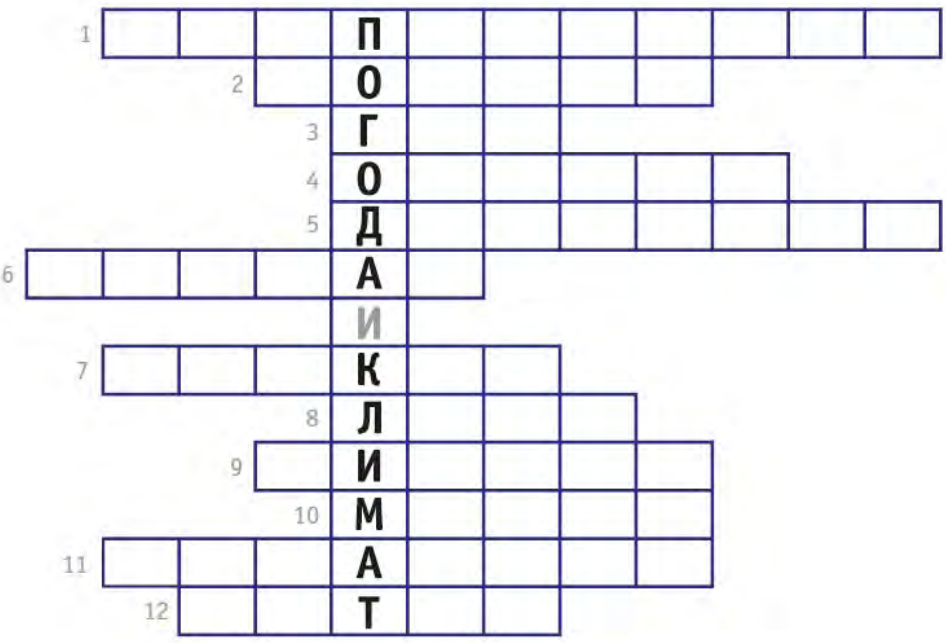
Ход игры. Участники встают в круг. В центр круга встаёт ведущий, который показывает всем движения. Выполняя движения, ведущий медленно кружится вокруг своей оси. Новое движение начинается только после последовательного включения в его выполнение всех участников по кругу. Движение каждый участник меняет на следующее только тогда, когда ведущий оказывается напротив него. Остальные участники продолжают выполнять предыдущее движение.

5

Последовательность движений. Ведущий и первый участник (потом по очереди второй, третий и другие) соединяют свои ладоши и начинают ими потихоньку делать круговые движения. Затем выполняются пальцами щелчки, потом начинают хлопать в ладоши, потом по бедрам и потом топать ногами. Когда последовательность заканчивается, все движения выполняются в обратной последовательности. Этим участники имитируют звуки ливня от начала до завершения.

Кроссворд

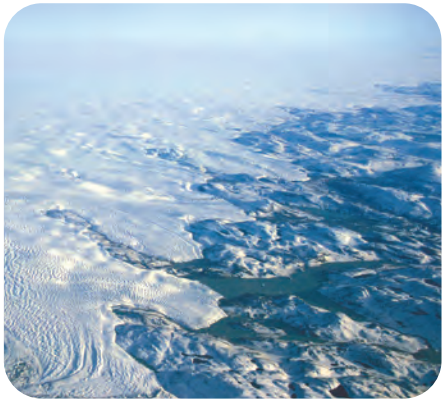
1. Один из основных показателей погоды.
2. Состояние атмосферы в данное время в данном месте.
3. Сезоны сменяют друг друга за один ...
4. Один из основных показателей погоды.
5. Один из основных показателей погоды.
6. Многолетний режим погоды, характерный для данной местности.
7. Русский поэт первой половины XIX века, очень любивший осень.
8. Самое любимое школьниками время года.
9. От неё климат зависит в первую очередь.
10. Главный герой детских зимних праздников, дед, прихода которого все очень ждут.
11. Известный итальянский композитор, автор сборника произведений
12. «Времена года».
13. Горизонтальное передвижение воздуха, которое вызывается разностью атмосферного давления.



1.3 Как и почему менялся климат в прошлом

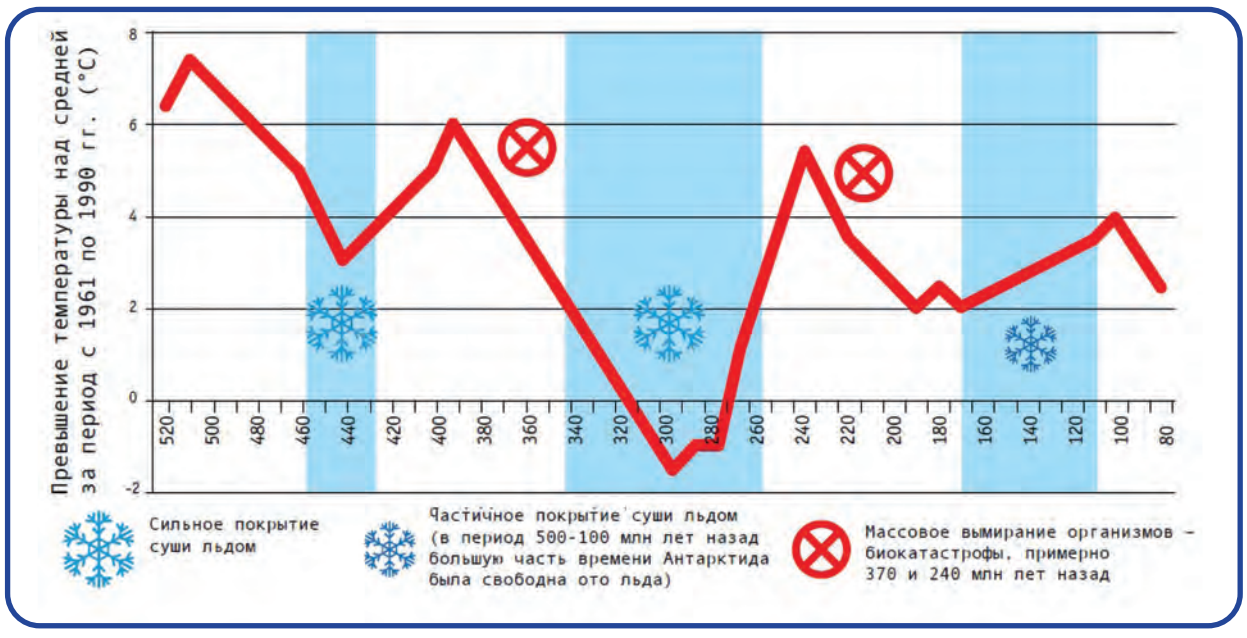
О том, что климат на Земле менялся всегда, догадаться несложно. Конечно, герои мультфильмов и компьютерных игр про динозавров и ледниковый период выдуманы, но сами динозавры существовали, об этом свидетельствуют оставшиеся после них многочисленные кости и яйца. Когда жили динозавры, было гораздо теплее, чем сейчас. Были и ледниковые периоды, когда было намного холоднее, а ледник доходил до Москвы, Берлина и Чикаго, причём его толщина была больше многоэтажного дома!





На протяжении сотен миллионов лет истории Земли температура менялась очень сильно – примерно на 10 °C (Рис. 1.3.1). Это очень много! Если бы сейчас было на 10 °C теплее, то в Северной Европе климат был бы совсем иным, а средняя годовая температура в Стокгольме – как на средиземноморском побережье, например в Барселоне или Марселе. Казалось бы, что в этом плохого? Но ведь тогда в Южной Европе было бы жарко как в Дубае. Зимой ещё неплохо, но летом слишком жарко! А на Аравийском полуострове стало бы просто невозможно жить.

Рис. 1.3.1 **Данные о температуре на Земле за последние 500 млн лет.**



Откуда учёные знают про климат прошлого?

Температуру учёные рассчитали, анализируя геологические породы, отложения на дне озёр, морей и океанов. Лёд оставляет следы на скалах, в отложениях со дна древних морей можно обнаружить остатки растений прошлых лет, которым для жизни требовалась определённая температура.

Для последнего миллиона лет у учёных есть гораздо более совершенный источник получения данных – льды Антарктиды. Лёд содержит пузырьки воздуха, которые могут рассказать о газовом составе атмосферы и о температуре на Земле в прошлом (Рис. 1.3.2). Самый длинный ряд данных – примерно за 800 тыс. лет – получен на российской станции «Восток».

Очень наглядный источник информации о климатических изменениях последних столетий – годовые кольца деревьев. В тёплые годы кольца шире, а в холодные уже. Также о климате прошлого можно узнать по раковинам морских и пресноводных моллюсков.

Наука, которая занимается изучением климата прошлого, называется **палео-климатология.**

Рис. 1.3.2 **Учёные достают столбик антарктического льда, по которому они смогут определить температуру воздуха и содержание углекислого газа в атмосфере Земли за сотни тысяч лет.**







1.3.1 Причины изменений климата: миллионы лет

Пытаясь ответить на вопрос о причинах сильных изменений климата за последние полмиллиарда лет, учёные рассмотрели всевозможные геологические, астрономические, биологические, геомагнитные и космические факторы. Изучили даже слухи о пришельцах с других планет: а вдруг они использовали какое-нибудь климатическое оружие. Но никаких следов внешнего вмешательства не нашлось... Зато выяснилось, что температура на планете последние сотни миллионов лет определялась расположением на Земном шаре материков!

Движение континентов

Земная кора – лишь тонкий верхний слой нашей планеты (Рис. 1.3.3). Под ней начинается мантия – основная часть планеты, которая с некоторой глубины представляет собой очень горячую и вязкую жидкость. По ней «плавают» твёрдые литосферные плиты. Они могут раскалываться, разъезжаться или сходиться, только очень медленно – обычно на несколько сантиметров в год, но за миллионы лет получится немало! Это явление называют дрейфом континентов. Древний материк Пангея медленно разделялся на части – континенты, они разъезжались и сталкивались (Рис. 1.3.4). Действительно, если посмотреть на западную сторону Африки и восточную сторону Южной Америки, то видно, что они были частью одной расколовшейся плиты.

Если материки находятся близко к экватору, то на них не накапливается лёд, а если они близко к полюсам, то на них образуются ледники, что мы сейчас видим в Антарктиде и в Гренландии. Белая поверхность льда и снега отражает солнечное излучение обратно в космос, она остаётся холодной, а тёмная поверхность земли или воды её почти полностью поглощает и нагревается.

Рис. 1.3.3

Внутреннее строение Земли.



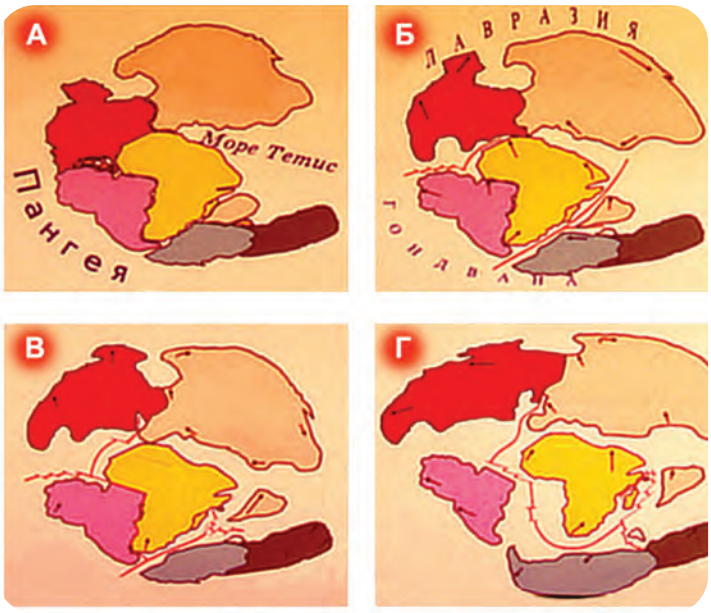


Рис. 1.3.4

Дрейф континентов за последние 500 млн лет.

А – образование Пангеи;
Б – разделение Пангеи, образование Лавразии и Гондваны;
В – раскол Гондваны, образование Индостана, Австралии и Антарктиды;
Г – образование Южной Америки, начало раскола Лавразии.

Когда это явление происходит на огромной площади, то оно становится главным фактором влияния на климат всей планеты! В последние полмиллиарда лет основную часть времени континенты были покрыты льдом меньше, чем сейчас, и было теплее.

Белая поверхность льда и снега отражает солнечное излучение обратно в космос, поэтому она остается холодной, а тёмная поверхность земли или воды почти полностью поглощает излучение и нагревается.

Если климат сильно менялся, особенно в сторону похолодания, наступали биокатастрофы, когда за десяток миллионов лет погибали многие живые организмы и оставались только самые приспособленные к новым условиям.

В о время одного из таких похолоданий примерно 60 млн лет назад вымерли последние динозавры. Это был постепенный процесс, вероятно, длившийся более тысячи лет. Точная причина гибели динозавров неизвестна, а может их было несколько, а не одна.

Почему вымерли динозавры?



Примерно 60 млн лет назад вымерли последние динозавры. Почему это произошло, учёные до сих пор не могут точно сказать.

Одна из теорий – динозавры не выдержали конкуренции с более «совершенными» живыми организмами. Например, с млекопитающими, которые были размером с белку, но ночью, когда было холодно и динозавры не могли двигаться, они съедали их яйца или наносили им смертельные раны.

Другая теория – на Землю в районе нынешнего Карибского моря упал огромный метеорит, падение привело к попаданию в атмосферу гигантского количества пыли, которая на какой-то период заслонила нашу планету от Солнца. Стало холоднее, птицы, млекопитающие и многие другие организмы к этому приспособились, а динозавры не выдержали.

Ещё одна версия. Известно, что для некоторых рептилий (крокодилов, черепах) температура почвы определяет, самцы или самки вылупятся из кладки яиц, зарытой в прибрежный песок. Биологи предполагают, что такая зависимость могла повлиять и на кладки динозавров, которые по сути такие же пресмыкающиеся, только очень большие. И если температура такова, что на свет появляются одни самки (или самцы), то воспроизводство одного или нескольких видов прекращается. И это безо всяких катастроф, пожаров, извержений или падения гигантских метеоритов!

Смена ровного и влажного климата на такой, при котором есть сезонные изменения, даже небольшие, создаёт условия, когда короткие периоды холодных ночей не могут дать достаточно тепла для выживания огромных тел тогдашних рептилий. Если такие времена длятся достаточно долго, многие животные ослабевают и в конце концов погибают .

Однако самое главное климатическое событие произошло 50 млн лет назад. Континенты удалялись от полюсов. Снега и льда было очень мало, и температура росла: она была примерно на 12 °С выше, чем сейчас. Но «вдруг» Индия, которая до этого была отдельной небольшой литосферной плитой, врезалась в Евразию. Образовались горы Гималаи, и началось такое движение литосферных плит, что Антарктида заняла место на Южном полюсе и покрылась слоем белого льда (30–40 млн лет назад). Температура на планете резко стала падать, так как белая ледяная Антарктида стала отражать солнечное излучение обратно в космос!

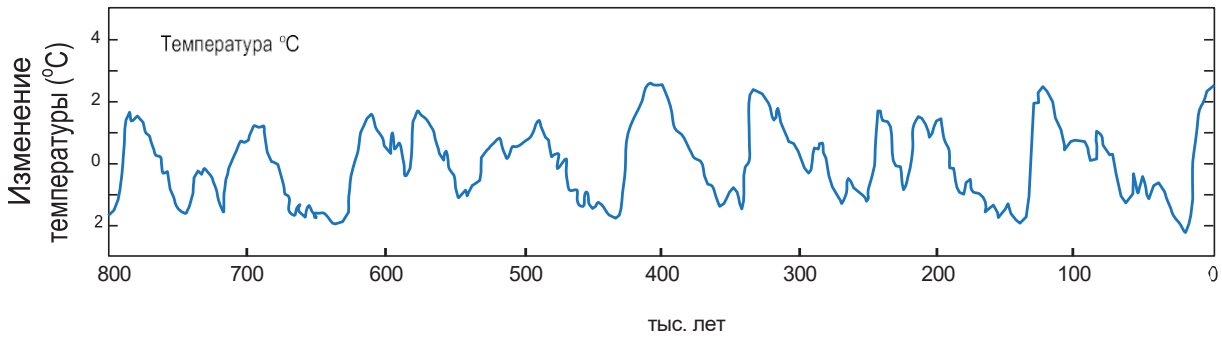
Примерно 10 млн лет назад на своё нынешнее место на планете встала Гренландия и покрылась слоем белого льда, что ещё понизило температуру, и она приблизилась к современным значениям.

100 млн лет назад на Земле было гораздо теплее, чем сейчас. 30–40 млн лет назад покрылась льдом Антарктида, а 10 млн лет назад – Гренландия, в результате чего температура опустилась до современного уровня.

1.3.2 | Причины изменений климата: десятки и сотни тысяч лет

Мы знаем, что в течение каждого миллиона лет температура на Земле менялась. Выяснилась интереснейшая вещь: примерно каждые 100 тыс. лет мы видим относительно короткий период тепла, а всё остальное время гораздо холоднее – это ледниковые периоды. Сейчас мы живём в тёплый период.

Рис. 1.3.5 **Изменение температуры на Земле за последние 800 тыс. лет относительно среднего показателя.**

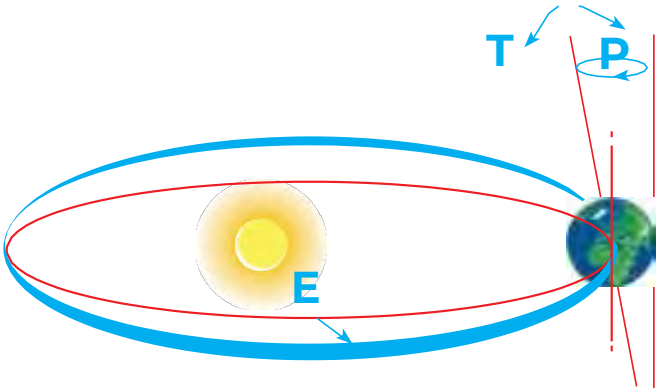


Почему так происходит? Учёные предполагают, что причины возникновения ледниковых периодов и периодов последующего потепления – астрономические (Рис. 1.3.6).

Каждые 41 тыс. лет меняется наклон земной оси в пределах между 22° и 24,5° (сейчас он составляет 23,5°). Это значит, что в полярных районах то длиннее, то короче полярная ночь. На общее количество тепла, поступающего к Земле от Солнца, это, конечно, не влияет, но суровость и продолжительность зимы от этого зависит.

Рис. 1.3.6 **Изменения орбиты и вращения Земли вокруг своей оси, которые определяют наступление ледниковых периодов.**

Т — изменения наклона оси Земли;
Е — изменения орбиты Земли (отклонения орбиты от круга);
Р — изменение направления оси вращения Земли.



Ось Земли делает круговые движения с периодичностью 19–23 тыс. лет. Вспомните: когда вы запускаете юлу (волчок), то сначала его верхушка смотрит строго вверх, потом она начинает описывать круги, а потом волчок останавливается и падает. Земля похожа на волчок. Конечно, об остановке вращения в ближайшие миллионы лет не может быть и речи, но некое замедления вращения уже произошло, и ось земли не строго смотрит на одно и то же место на звёздном небосклоне. Как и наклон оси, её вращение на приход тепла от Солнца не влияет, но влияет на суровость и продолжительность холодного периода года в полярных широтах.

Орбита вращения Земли вокруг Солнца изменяется с периодами примерно в 400 тыс. и 100 тыс. лет. Когда орбита Земли близка к круговой, сезонные изменения потока тепла от Солнца меньше, чем когда орбита Земли – эллипс.

Когда зимы в полярных районах становятся длиннее и суровее, снег не успевает летом растаять, он накапливается, образуются ледники. Эти белые ледники, в отличие от тёмной поверхности земли или воды, отражают почти всё солнечное излучение. Становится ещё холоднее, и ледники растут: движутся от полюсов в умеренные широты. Наступает ледниковый период (Рис. 1.3.7).

Проходят десятки тысяч лет, и создаются условия для более коротких и тёплых зим в умеренных и высоких широтах. Ледник начинает отступать, и всё возвращается на своё место. Так было 13 тыс. лет назад, когда закончился последний ледниковый период.

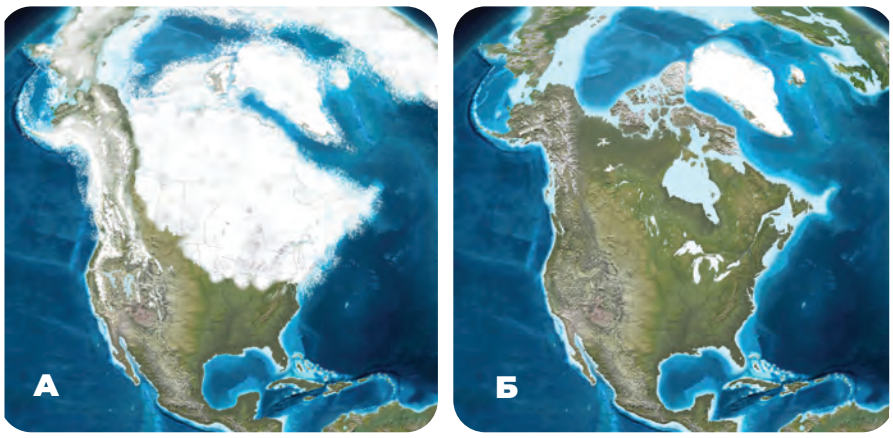


Рис. 1.3.7

Северная Америка а) во время ледниковой эпохи 125 тыс. лет назад и б) в наше время.

Примерно 5–7 тыс. лет назад климат был несколько более тёплым и влажным, чем сейчас. Такие условия были благоприятны для древнего человека и развития цивилизации, но думать, что такое же потепление на пару градусов будет благом и для современной цивилизации, не стоит! Теперь у человека иные требования и условия жизни, нам уже мало того, что хватает травы для домашних животных, а в лесах много дичи.

Вместе с наступлением ледниковых периодов менялся и уровень Мирового океана. В холодные периоды уровень океана был на 50–100 м ниже – именно тогда древние люди перешли из Евразии в Америку, вероятно, в основном по суше, а частично – по узкому проливу, покрытому льдом. В тёплые периоды последних сотен тысяч лет уровень океана был как сейчас или выше на 5–10 м.

Через несколько десятков тысяч лет на Земле начнётся следующий ледниковый период. Учёные не могут сказать, когда точно – через 15, 20 или 30 тыс. лет, столь сложны сочетания периодов изменения орбиты и вращения Земли.

Очевидны две вещи. Первая: это будет. Вероятно, наши далёкие потомки сумеют хорошо приспособиться, ведь в средних и тропических широтах будет не намного холоднее, чем сейчас. Вторая: ледниковый период придёт нескоро и не в виде резкого похолодания за год или за сто лет, движение ледника займёт сотни и тысячи лет. На климат последнего тысячелетия и последующих столетий «ледниковая перспектива» влияния не оказывает.

Климатическая история Земли за последний миллион лет – это начало или окончание ледниковых периодов. Примерно каждые 100 тыс. лет становится тепло. Этот период длится 20–40 тыс. лет, потом снова приходит похолодание. Новый ледниковый период неизбежен, но до него ещё от 15 до 30 тыс. лет. На современные изменения климата, которые происходят сейчас и будут происходить в следующих столетиях, «ледниковая перспектива» влияния не оказывает.

1.3.3 | Причины изменений климата: столетия

За последнюю тысячу лет в разных частях планеты было то теплее, то холоднее. В течение нескольких десятилетий перепад температуры воздуха достигал 3-4 °С, что было очень заметно. Конечно, термометров тысячу лет назад не было, температуру люди измеряют только последние 300 лет, но остались записи об урожайных (тёплых) и неурожайных (холодных) периодах. О температуре учёные могут судить по отложениям на дне водоёмов и по другим признакам. Очень наглядный источник информации – годовые кольца прироста деревьев.

Учёные объясняют периодические колебания температуры в течение некоторых десятилетий изменениями солнечной активности, извержениями вулканов и процессами в океанах.

Колебания солнечной активности

Интенсивность солнечного излучения периодически меняется и имеет 11-летние циклы. Но наблюдения, начатые ещё в XVII веке, также показывают 40–45-, 60–70-, 100-и 200-летнюю изменчивость активности Солнца.

Обычно солнечное излучение меняется незначительно, но когда друг друга сменяют сразу несколько периодов с низкой солнечной активностью, на Земле становится существенно холоднее. Например, с 1640 по 1715 годы был так называемый малый ледниковый период.

Как раз в это время русский царь Пётр I был в Нидерландах и удивлялся, что зимой по замёрзшим каналам все передвигаются на коньках. Потом похолодание закончилось, и пользоваться коньками стали реже (Рис. 1.3.8).



Рис. 1.3.8

Ромейн де Хоге. Жители Нидерландов катаются на коньках по замёрзшему каналу. Гравюры из серии «Модные персонажи». Нидерланды, 1682–1702 годы.

Извержения вулканов

Что в природе вызывает восхищение своей мощью и избытком энергии? Вулканы. Как вы думаете, вулканы нагревают или охлаждают атмосферу Земли? На первый взгляд нагревают, горячая лава и раскалённые газы действительно повышают температуру воздуха, но только рядом с вулканом. Наибольшее влияние на климат оказывает вулканический пепел. Если при извержении он поднимается в стратосферу на высоту 10–15 км, то остаётся там надолго и затеняет Землю от Солнца, на всей планете становится холоднее.



Любое мощное вулканическое извержение, при котором столб пепла достигает стратосферы, вызывает через год локальное похолодание. Например, после наполеоновских войн люди в Европе недоумевали, почему несколько лет подряд так холодно. Оказалось, что причина в извержении вулкана Тамбора на территории нынешней Индонезии (Рис. 1.3.9). Так было и в 1983 году после извержения вулкана Эль-Чичон в Мексике, и в 1992 году после извержения вулкана Пинатубо на Филиппинах.

Однако через 2–3 года пепел оседает вниз, и действие вулканов на климат Земли прекращается до следующего извержения с забросом пепла в стратосферу.

Такие извержения редкость, гораздо чаще случаются извержения, которые не влияют на климат Земли. Например, извержение вулкана с труднопроизносимым названием Эйяфьядлайёкюдль в 2010 году в Исландии. Тогда пепла было очень много, но лишь в нижних слоях атмосферы: из-за него по всей Европе не могли летать самолеты. Тогда пепел быстро осел, не распространившись по всему Земному шару.



Рис. 1.3.9

Вулкан Тамбора на о. Сумбава в Индонезии. В результате катастрофического извержения 1815 года верхняя часть вулкана обрушилась, и образовалась воронка диаметром 6 км и глубиной 1 км.

Океанические течения

Удалось доказать, что тысячу лет назад, когда норвежские викинги открыли Гренландию, там был тёплый период. Поэтому викинги даже назвали её «зелёной землей». Конечно, Гренландия тогда не была полностью зелёной, ледник, как и сейчас, покрывал почти весь остров, но на южном крае, свободном ото льда, было относительно тепло. Причина такого климата на острове была в колебаниях океанических течений: они текут то сильнее, то слабее, становятся то чуть теплее, то холоднее. Этого оказывается достаточно, чтобы в разных частях планеты были более тёплые и более холодные периоды.



Климат на Земле в прошлом неоднократно менялся. Однако никогда ещё средняя температура планеты не изменялась с такой невероятной быстротой, как сейчас: почти на 1,2°С со второй половины XIX века. Такая беспрецедентная скорость нехарактерна для естественных процессов. «Быстрые» для планеты из менения происходили за срок никак неменее сотен и тысяч лет, что для человеческой жизни очень медленно! Но и катастрофы с «обрушением» климата за год-два– лишь сюжет для кинофильмов, далёкий от реальности и прогнозов.

ВОПРОСЫ

1. Что было главным фактором изменений климата в масштабе миллиардов лет?
2. Скамейка какого цвета нагреется на солнце быстрее: белая или зелёная? Почему? Как этим примером можно проиллюстрировать процессы, происходящие на нашей планете?
3. Какое важное событие в движении литосферных плит произошло 50 млн лет назад? Как оно повлияло на современный облик планеты?
4. При помощи чего удалось узнать, какими были температура и химический состав атмосферы в течение последних 800 тыс. лет?
5. Почему наступают ледниковые периоды?
6. Когда закончился последний ледниковый период? Будет ли следующий? Может ли он внезапно наступить в следующем году?
7. Как древние люди попали из Евразии в Америку? Лодок у них не было, ширина Берингова пролива сейчас 86 км, другого берега не видно.
8. Вулканы нагревают или охлаждают атмосферу Земли?





ЗАДАНИЯ

1

Наложите на физическую карту мира полупрозрачную бумагу, обведите контуры Африки и Южной Америки и вырежьте.
Совместите вырезанные континенты.

Похоже ли, что они были единой частью суши? Как она называется? Что с ней стало? Как это повлияло на климат Земли? Почему?

2

Эксперимент
Материалы: два небольших листочка бумаги – белый и чёрный, два кусочка пластилина длиной 4 см и толщиной 0,5 см.

Ход эксперимента. Склейте листочки бумаги – левая половина белая, правая чёрная. Прикрепите кусочки пластилина перпендикулярно листу с его тыльной стороны, один кусочек на белую часть, другой – на чёрную. Поставьте лист на ребро, удерживая его руками, и держите рядом с лампой (лучше мощной). Лампа сбоку будет освещать лист.

Какой кусочек пластилина при нагреве листа лампой упал первым? Почему? Приведите пример аналогичного процесса, происходящего на Земле.

3

Вы уже знаете, что во времена динозавров на Земле было теплее, чем сейчас. Чтобы на Земле стало тепло, как при динозаврах, Антарктида должна «уйти» настолько далеко от Южного полюса, чтобы там растаял весь лёд.

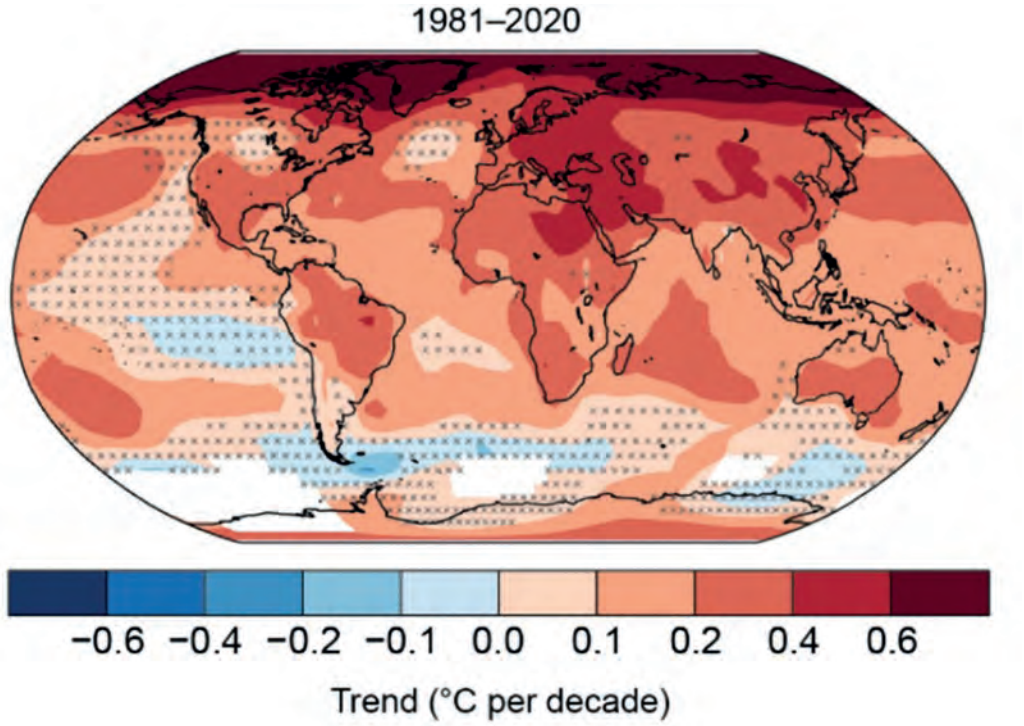
Возьмите физическую карту мира и, учитывая её масштаб, посчитайте, на какое расстояние в километрах должна переместиться Антарктида, чтобы её центр оказался не на Южном полюсе, а на 40° южной широты.

Предположим, что Антарктида движется на 2 см в год. Рассчитайте, через сколько лет наступит настолько сильное потепление, вызванное только движением Антарктиды, чтобы на Земле смогли жить динозавры.

1.4 Современные изменения климата

В течение последнего столетия температура странным образом начала расти, что невозможно объяснить исключительно естественными причинами. Со второй половины XIX века на планете стало почти на 1,2 °C теплее! Согласно последнему оценочному докладу МГЭИК, за последние 50 лет глобальная температура росла беспрецедентно быстрыми темпами, превышая значения, зафиксированные по крайней мере за последние 2000 лет. Глобальная приземная температура воздуха не достигала таких высоких значений за последние 125 000 лет. Наблюдаемое и прогнозируемое потепление более выражено над сушей, чем над океанами, и сильнее всего в Арктике.

Рис. 1.4.1 **Карта показывает, на сколько градусов изменилась температура воздуха разных регионах Земли в 1981-2020 годах по сравнению со средним значением за период с 1850 по 1900 годы.**



Тенденции отклонения температуры воздуха
(°C за десятилетие)

Учёные объясняют современное потепление на планете усилением парникового эффекта.

Парниковый эффект

Парниковым эффектом называют процесс, при котором газы, пыль, водяной пар, содержащиеся в атмосфере, поглощают земное тепло и мешают отражению его от поверхности Земли. Когда 200 лет назад учёные описали этот эффект, они обратили внимание на сходство земной атмосферы с парником для выращивания овощей. Поэтому газы, поглощающие тепловое излучение Земли, назвали парниковыми. Парниковые газы, содержащиеся в атмосфере: углекислый газ, метан (для удобства они обозначаются химическими формулами CO_2 и CH_4) и некоторые другие, а также водяной пар. Они задерживают инфракрасное излучение, которое исходит от поверхности Земли. В результате нижние слои атмосферы прогреваются. Без парникового эффекта средняя температура воздуха у поверхности Земли была бы не +14 °С, как сейчас, а лишь –19 °С. Тепло Земли уходило бы космос и атмосферу не прогревало. Само существование жизни на планете тогда было бы под вопросом.

Рис. 1.4.2 **Энергетический баланс Земли и парниковый эффект.**



Учёные давно предсказали, что добывая и сжигая уголь, нефть и газ, человек будет выбрасывать в атмосферу большое количество CO_2 и CH_4, усиливая парниковый эффект. В середине XX века предсказание получило подтверждение – концентрация этих газов по всему миру стала быстро увеличиваться (Рис. 1.4.3).

Рис. 1.4.3 **Содержание углекислого газа в атмосфере за последние 400 тыс. лет.**



Парниковые газы – основная причина современных изменений климата. В результате хозяйственной деятельности человека, в первую очередь сжигания ископаемого топлива, развития автотранспорта и вырубки лесов, концентрация в атмосфере таких парниковых газов, как углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и закись азота (N_2O), достигла рекордно высоких значений, каких не было на Земле по крайней мере за последние 800 тыс. лет! Природное содержание углекислого газа в атмосфере менялось на протяжении истории между 180 и 300 частями CO_2 на миллион других частиц. Анализ последних результатов наблюдений ВМО показывает, что глобальные концентрации CO_2, CH_4 и N_2O достигли новых максимумов в 2022 году: CO_2 — 418 частей на миллион (увеличение на 150 % с начала промышленной революции), CH_4 — 1923 частей на миллиард (увеличение на 264 %) и N_2O - 336 частей на миллиард (увеличение на 124 %). Предположение о том, что хозяйственная деятельность человека приводит к усилению парникового эффекта, впервые сделал шведский учёный С. Аррениус ещё в 1896 году.

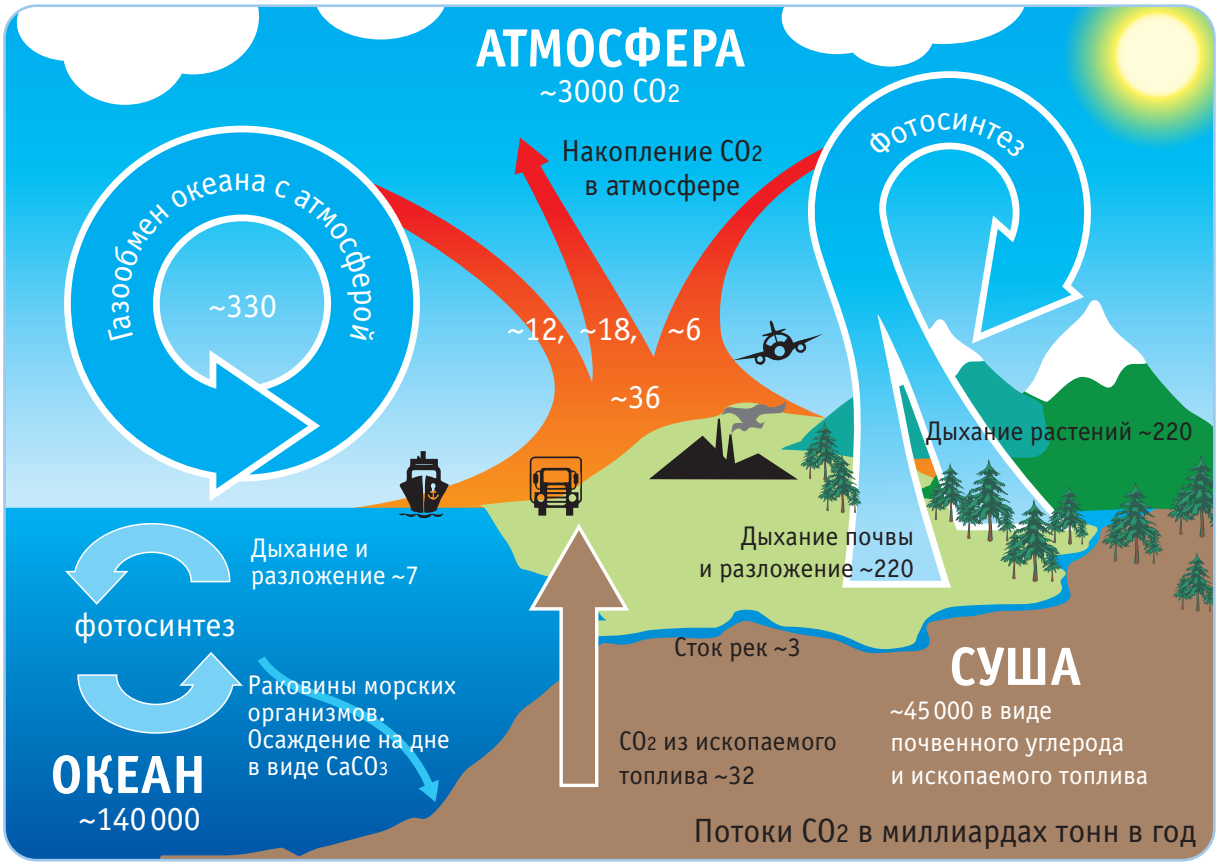
Вызван ли рост концентрации CO_2 только деятельностью человека или это естественный процесс?

Природные процессы, такие как дыхание живых организмов, разложение, обмен океан-атмосфера, вулканическая активность и лесные пожары, выделяют в атмосферу CO_2, играющий ключевую роль в углеродном цикле Земли (Рис. 1.4.4). Однако с помощью изотопного анализа было показано, что всё же основная причина роста содержания CO_2 в атмосфере – деятельность человека. Дело в том, что молекулы углекислого газа, образующегося при сжигании угля, нефти и природного газа, отличаются от молекул углекислого газа, который выделяется в результате природных процессов.

ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ

Атомы одного и того же вещества могут содержать разное количество определённых частиц – нейтронов. По их количеству можно определить, откуда в атмосфере взялся углекислый газ – от дыхания живых организмов или от сжигания угля, нефти и природного газа.

Рис. 1.4.4 **Круговорот CO_2 в природе.**



Океан, леса и почвы планеты пытаются «помочь» человеку и поглощают из атмосферы половину «нашего» CO_2, но другая половина накапливается в атмосфере (Рис. 1.4.4) и усиливает парниковый эффект. В итоге прогревается атмосфера (Рис. 1.4.5), а затем и океан (Рис. 1.4.6). Увеличение средней глобальной температуры в период с 1850 по 2024 год (Рис. 1.4.5) иллюстрирует вывод ВМО, основанный на данных различных метеорологических центров, о том, что последние десять лет с 2015 по 2024 годы были самыми тёплыми за всю историю метеонаблюдений. Аналогичная тенденция наблюдается и в океанах. Заметим, что человек ещё и вырубил большое количество лесов планеты, и теперь их способность поглощать CO_2 из атмосферы меньше, чем в прошлом.

Рис. 1.4.5 **Рост средней температуры воздуха на Земле с 1850 по 2024 годы по данным различных метеорологических центров.**

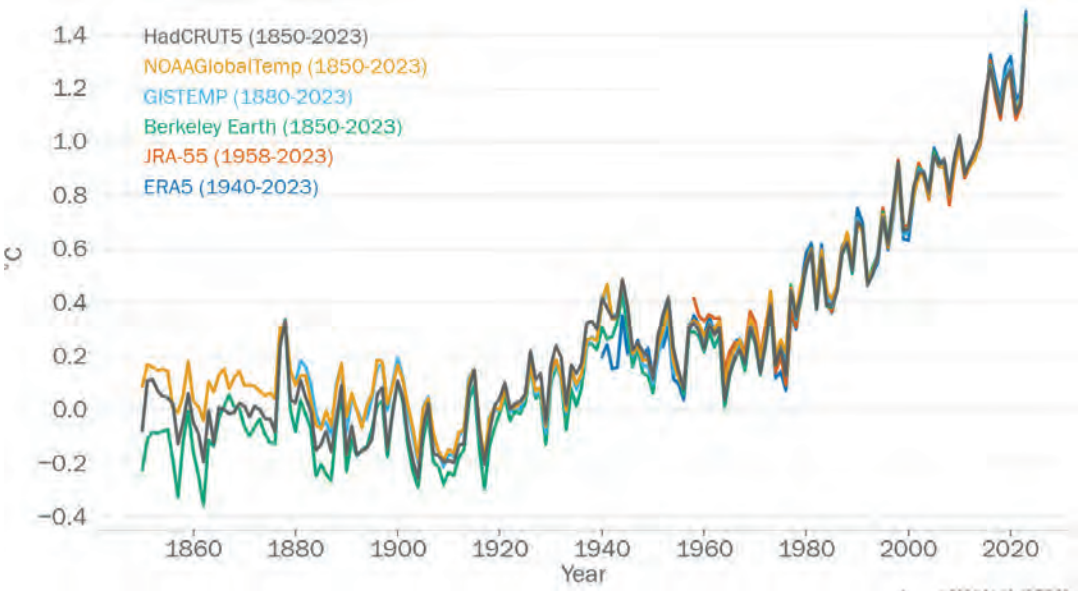
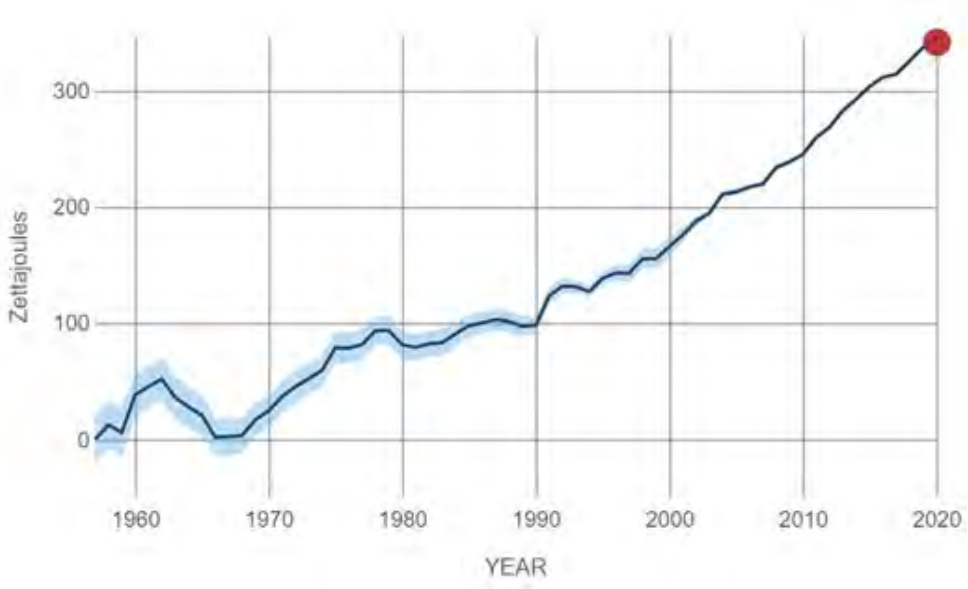


Рис. 1.4.6 **Увеличение содержания тепла в океане в период с 1955 по 2020 год.**



Теплосодержание океана — это общее количество тепла, поглощаемого и хранимого океаном.

Именно **океан** играет главную роль в формировании климата Земли. В нём сосредоточено более 90 % энергии климатической системы планеты. Если бы росла только температура атмосферы, но не океана, то бить тревогу было бы рано. Это бы означало, что главное звено климатической системы изменениями не затронуто. Увы, температура океана растёт из года в год! Поэтому климатологи считают, что холодные зимы или даже похолодание воздуха на всей планете не могут означать прекращения глобального потепления. Ведь из года в год увеличивается количество тепла в климатической системе Земли в целом, главным образом, в океане (Рис. 1.4.6).

Аэрозоли являются еще одним фактором, оказывающим значительное влияние на наш климат. Аэрозоли — это мелкие частицы, которые бывают разных форм. Они могут быть естественными, как например: дым лесных пожаров, вулканические газы или солёные морские брызги. Человеческая деятельность также может привести к образованию аэрозолей, таких как мелкодисперсная пыль и сажа.

Рис. 1.4.7 **Аэрозоли — это мелкие частицы в воздухе. Причинами их выделения могут быть как природные явления, так и деятельность человека.**



Влияние аэрозолей на климат неоднозначно. В целом, светлые частицы в атмосфере отражают падающий солнечный свет и вызывают охлаждение. Аэрозоли светлого цвета образуются из сернистого газа, выделяемого в результате извержения вулканов, который соединяется с водой в атмосфере, образуя крошечные частицы, которые могут окружать Земной шар и оставаться в воздухе в течение нескольких лет. При сжигании ископаемого топлива выделяются частицы сульфата и диоксид серы (CO_2), которые, подобно вулканическим аэрозолям, могут отражать солнечный свет и охлаждать атмосферу. Частицы тёмного цвета поглощают солнечный свет и делают атмосферу теплее. Примером частиц тёмного цвета является сажа, которая состоит из частиц углерода, образующегося при сжигании ископаемого топлива, древесины или других растительных веществ.

Поскольку разные типы частиц оказывают разное воздействие на климат, аэрозоли являются «горячей» темой в исследованиях климата.

В соответствии с отчётом МГЭИК ОД6 за 2021 год без аэрозольного загрязнения на Земле было бы примерно на 0,4 °C теплее. Это в сравнении с потеплением, вызванным выбросами парниковых газов, которые оцениваются примерно в 1,5 °C. Таким образом, человечество одновременно нагревает и охлаждает планету, но влияние его действий на глобальное потепление (за счет усиления парникового эффекта) примерно в три раза превышает охлаждающий эффект аэрозолей, которые во многом возникают в результате деятельности человека. Поэтому есть все основания говорить об «изменении климата», вызванном действиями человека.

Известный климатолог М.И. Будыко ещё в 1970-е годы довольно точно рассчитал рост температуры и предсказал, что примерно с 2000 года у человечества начнутся проблемы – новые и «странные» изменения климата. Так и случилось.

С того времени, как человек начал жечь уголь, температура воздуха у поверхности Земли выросла на 1,2 °С, причём за последние 50 лет рост составил 0,85 °С (Рис. 1.4.5). На первый взгляд кажется, что в этом нет ничего страшного: ведь это средняя температура по всему Земному шару и по всем сезонам! На деле мы видим, что где-то рост сильнее. Ученые обнаружили, что полюса Земли нагреваются быстрее, чем планета в среднем, — явление, известное как **полярное усиление**. Это явление уже наблюдается в Арктике, которая за последние четыре десятилетия нагревалась почти в четыре раза быстрее, чем планета в среднем. Недавние исследования показывают, что Антарктида нагревается в два раза быстрее, чем в среднем вся Земля.

При этом в некоторых частях Северной Европы, Северной Америки и Азии зимой потепления нет, а есть похолодание. Если же взять отдельные недели и месяцы, мы видим скачки: то 2–3 недели на 10 °С теплее, а потом на 9 °С холоднее, чем средняя для второй половины XX века температура для данного времени года в этой местности. Получается в среднем потепление на 1–2 °С. Но дело не в нём, а в резких перепадах погоды, в штормовых ветрах, ливневых осадках или сильнейших снегопадах!

Было ли такое в прошлом? Конечно, да. А.С. Пушкин, известный русский поэт и писатель, в своём произведении «Евгений Онегин» (издано в 1833 году) писал:

«Снег выпал только в январе
На третье в ночь. Проснувшись рано,
В окно увидела Татьяна,
Поутру побелевший двор...»

Даты у Пушкина – по старому стилю, то есть 3 января – это нынешнее 20 декабря, но всё равно, снег поздний для среднеевропейской части России, где первый снег обычно выпадает в октябре.

Значит и в XIX веке были и тёплые дни зимой, и холод летом, сильнейшие шторма и наводнения, мощные снегопады и длительные засухи, даже «ледяной дождь», когда всё покрывается толстой коркой льда.



Рис. 1.4.8

«Татьяна на кровати. Зима». Иллюстрация Д. Белюкина к «Евгению Онегину» (Россия, 1999).

Главное в том, что теперь эти опасные явления происходят чаще, а будут происходить ещё чаще! При этом и сильные морозы тоже будут, хотя со временем, они, вероятно, станут случаться реже. Конечно, и положительные эффекты будут, но негативных пока мы видим больше.

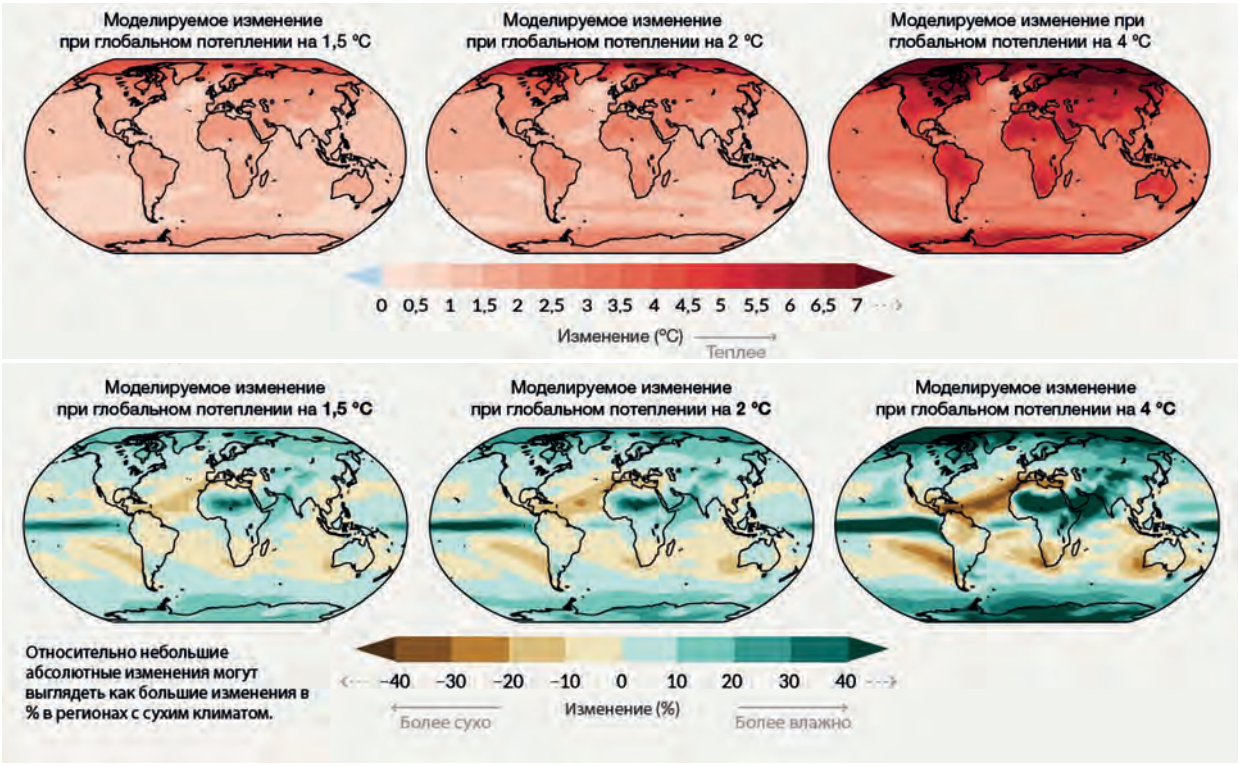
Сейчас с помощью компьютерных моделей, которые учитывают все эффекты – и естественные, и вызванные человеком – климатологи не только объяснили происходящее, но и дали прогноз на весь XXI век. В зависимости от выбросов парниковых газов температура в этом столетии может вырасти очень сильно. При благоприятном сценарии изменения могут быть невелики и сравнимы с изменениями начала XX века (1,5-2 °C). Зато при самом неблагоприятном температура на планете может вырасти на 5 °C. Ожидается, что Северная Европа будет нагреваться быстрее. Кроме того, за последние 50 лет Арктика теплела в два раза быстрее, по сравнению с глобальным темпом потепления, и ожидается, что приземное потепление в Арктике будет по-прежнему более выраженным, чем среднее глобальное потепление в XXI веке! Это отразится на количестве осадков, на уровне океана, и частоте возникновения опасных погодных явлений. Как видим, климат конца XXI века сильно зависит от деятельности человека.

Конечно, влияние Солнца, вулканов, океанических течений и других природных процессов тоже очень значительно. Однако вызванные ими изменения климата краткосрочны, в рамках большого промежутка времени их роль невелика.

Учёные подчеркивают, что с каждой долей градуса глобального потепления изменения в средней региональной температуре, осадках и влажности почвы становятся всё значительнее. Учёные использовали базу данных с сотнями сценариев, чтобы оценить, как глобальный рост температуры может повлиять на такие показатели климата, как глобальная температура, осадки и влажность почвы. Благодаря усовершенствованию глобальных моделей они смогли получить более точные региональные оценки.

Результаты моделирования изменений среднегодовых температур и изменений среднегодовых осадков при повышении средней глобальной температуры на 1,5, 2 и 4 °C показаны на Рис. 1.4.9. Эти результаты показывают, что при увеличении температуры на разных уровнях суша нагревается сильнее, чем океаны, а Арктика и Антарктида нагреваются сильнее, чем тропики. Также прогнозируется, что количество осадков увеличится в высоких широтах, экваториальной части Тихого океана и некоторых регионах с муссонным климатом, но сократится в некоторых субтропических и тропических регионах. По прогнозам, многие изменения в климатической системе станут более масштабными в прямой зависимости от усиления темпов роста глобальной температуры воздуха, включая окисление океана, таяние ледников в Арктике и Антарктике и повышение уровня моря.

Рис. 1.4.9 **Моделируемые изменения среднегодовой температуры воздуха (вверху, °C) и годовых осадков (внизу, %) по сравнению с 1850-1900 годами при повышении средней глобальной температуры на 1,5, 2 и 4 °C.**



Поэтому большинство учёных сходится во мнении, что, вероятнее всего, человек сыграл основную роль в изменении климата, которое происходит на Земле в последние 70 лет (с середины XX века) и будет происходить в ближайшее столетие. Выводы учёных дают нам чёткий сигнал о необходимости срочно сократить выбросы парниковых газов в текущем десятилетии, чтобы сохранить хорошие шансы удержать повышение температуры значительно ниже 2 °C и 1,5 °C в течение XXI века.

Главное влияние человека на климатическую систему – выбросы парниковых газов при сжигании угля, природного газа и нефтепродуктов. Чем меньше потребление этого топлива электростанциями, транспортном, промышленностью, в быту, тем меньше влияние человека на климат. Но энергетикой дело не ограничивается. Человек влияет на климат, вырубая леса – «мешая» им поглощать CO_2 из атмосферы, допуская большие утечки метана из трубопроводов, применяя в промышленности новые сильнодействующие синтетические парниковые газы. Поэтому решение проблемы климата столь сложно, ведь для этого надо переделать всю мировую экономику и общество в целом, сделать её «зелёной» – дружественной человеку и климату.

Наблюдаемые изменения климата в Республике Таджикистан

Глобальные изменения климата, конечно, затрагивают и Центральную Азию, и наш родной Таджикистан. Мы живём в стране с удивительно разнообразным климатом – от жарких долин до ледников – и поэтому особенно чувствительны (уязвимы) к этим процессам.

Давайте посмотрим, что уже происходит у нас. Наблюдения, которые велись с 1940 по 2020 годы, показывают устойчивый рост температуры. В среднем, каждые 10 лет становилось теплее на 0,1–0,2 °C. Причём этот рост заметен везде, но по-разному: в долинах он был одним, в городах вроде Дангары и Душанбе – другим (возможно, более быстрым), а в Худжанде – немного медленнее (вероятно, из-за влияния орошения и «Таджикского моря»). Даже высоко в горах (на высотах 1000-2500 м) потеплело на 0,3–0,5 °C за десятилетие, а выше 2500 м – на 0,2–0,4 °C. (Рис. 1.4.10). Также становится больше дней с температурой выше +40°C.

Рис. 1.4.10 **Изменение средней годовой максимальной температуры воздуха за 1940–2020 годы в Таджикистане.**

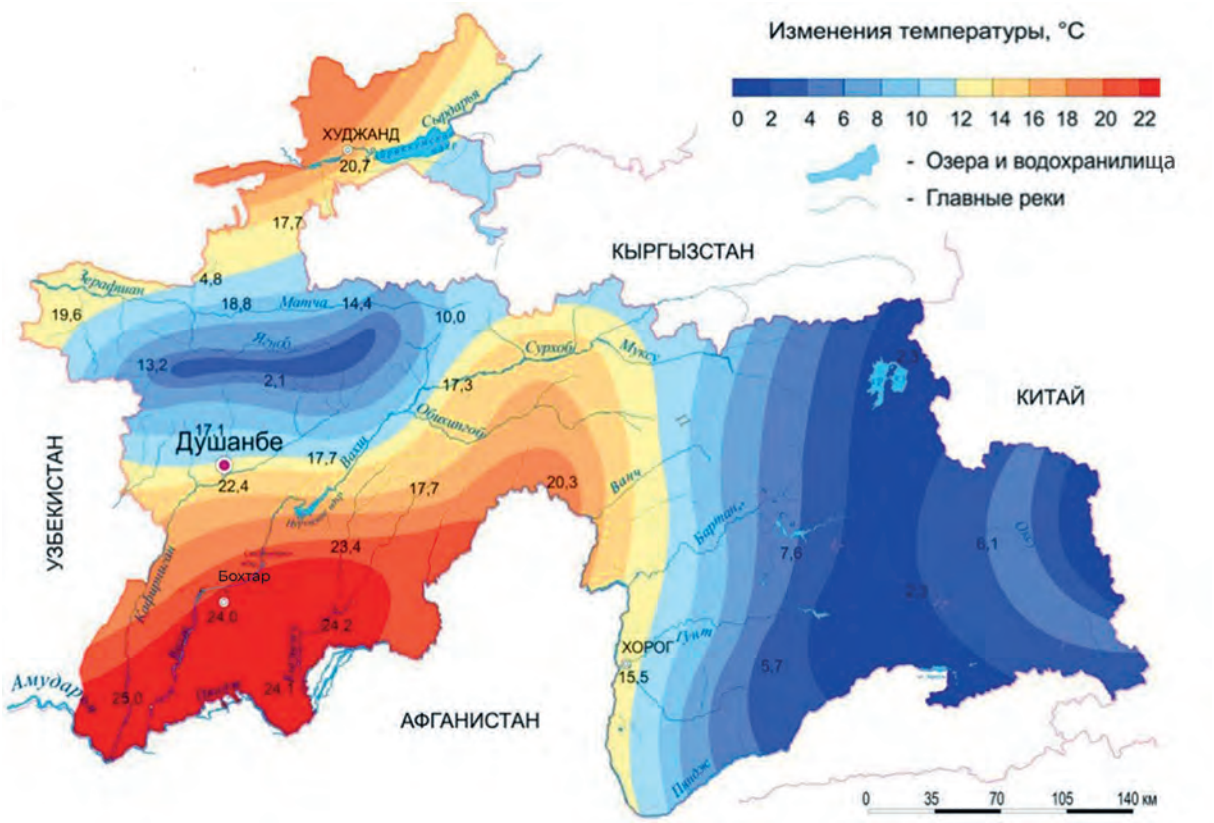
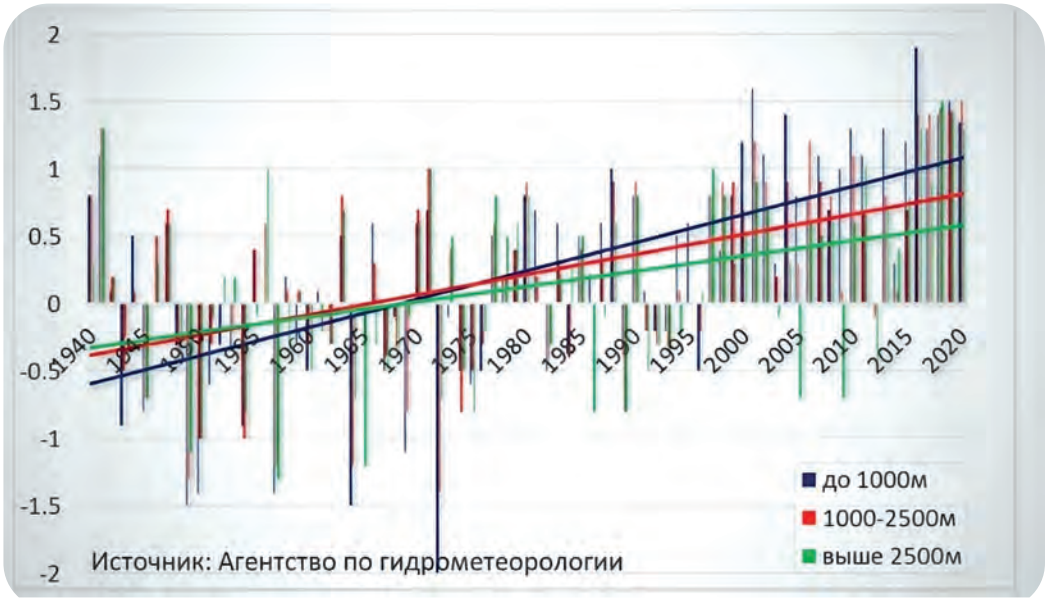


Рис. 1.4.11 **Динамика изменения среднегодовой температуры воздуха от нормы**



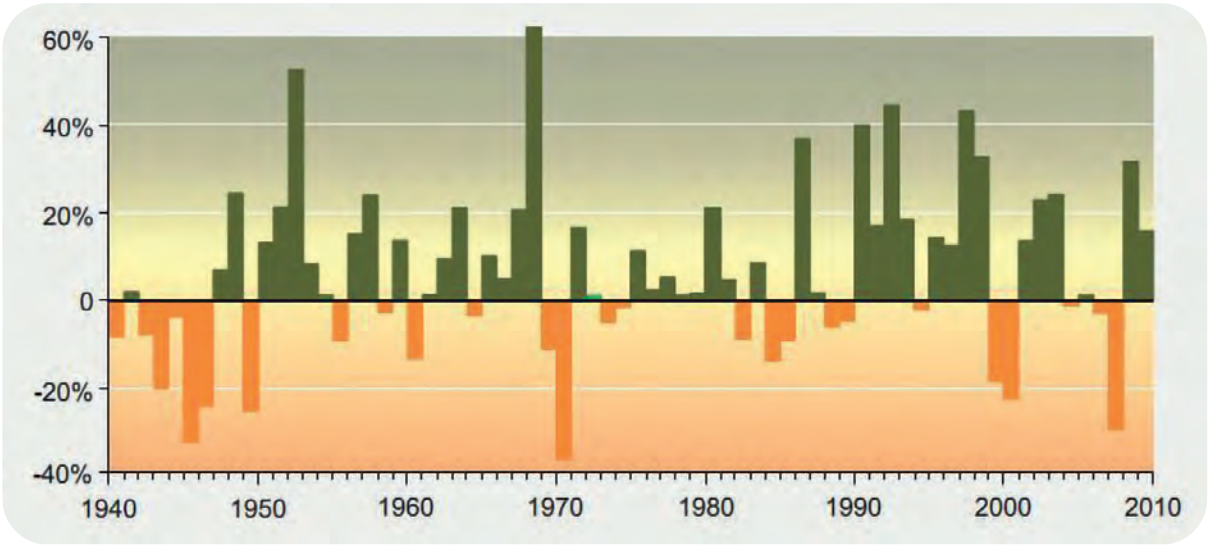
Но изменение климата – это не просто градусы на термометре. Погода становится более непредсказуемой, её как будто «качает» из стороны в сторону. Мы помним и аномальную жару лета 2013 года (до +47 °С в долинах, до +44 °С в горах!), когда в Дарвазе и Исанбае были побиты месячные рекорды! А зима 2017 года, наоборот, запомнилась сильными холодами. Такие экстремальные явления – тоже часть изменений, и для Таджикистана они могут быть особенно ощутимы.

Рис. 1.4.12

Изменение температуры воздуха в Таджикистане по высотным зонам в 1940–2010 годы по сравнению со средним значением за период 1961–1990 годы.



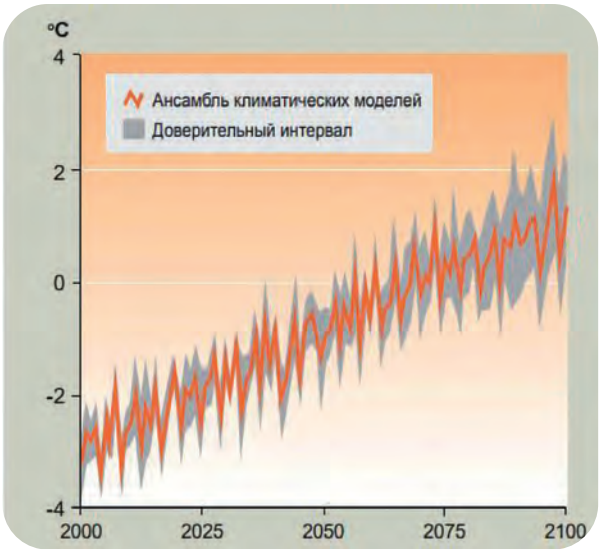
Рис. 1.4.12.1 **Изменение осадков в Таджикистане в 1940–2010 годы по сравнению со средним значением за период 1961–1990 годы.**

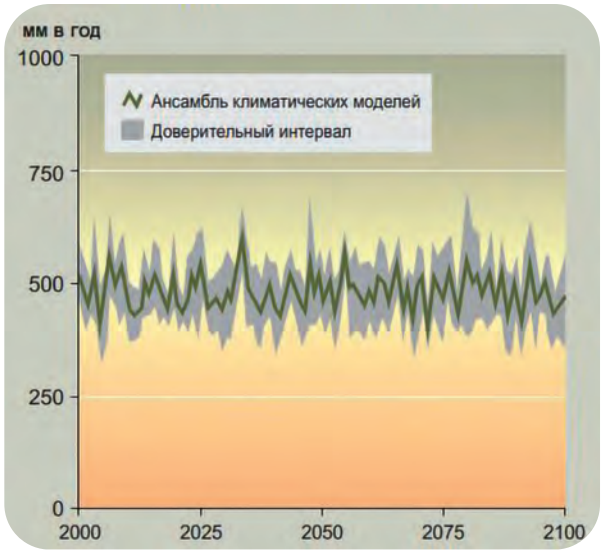


С осадками (дождями и снегом) тоже не всё просто. В прошлом, за долгий период наблюдений (1940-2012 гг.), общее их количество по стране немного выросло (на 5–10%). Но из-за нашего сложного горного рельефа картина изменений очень «пёстрая». Самым сухим десятилетием было 1940-1950 годы, потом засушливые и влажные периоды чередовались. Возможно, осадков стало больше из-за увеличения их интенсивности – то есть дожди стали реже, но сильнее. В 2000-2010 годы осадков часто было больше нормы, что делало реки полноводнее (Рис. 1.4.12.1).

Общие тенденции по осадкам за самые последние годы всё ещё требуют изучения. Такая сложность в определении четких тенденций сама по себе может быть одним из проявлений изменения климата. Глобальное изменение климата приводит к тому, что погода становится более «рваной» и экстремальной: вместо равномерных сезонных дождей могут приходить редкие, но очень мощные ливни, которые затем сменяются долгими засушливыми периодами.

Рис. 1.4.12.2 **Сценарии изменения средней годовой температуры (слева) и выпадения осадков (справа) в горно-ледниковой зоне Памиро-Алая в XXI веке.**





Сценарии изменения климата в Таджикистане в XXI веке

Учёные, при помощи компьютерного моделирования, рассмотрели различные сценарии изменения осадков и температуры в Таджикистане. Модели не показывают существенного изменения осадков по бассейнам р. Вахш и Пяндж, но прогнозируют увеличение колебаний периодов с высокими и низкими осадками и изменения в составе осадков – в будущем количество дождя увеличится, а снега уменьшится. Интенсивные осадки повторяемостью 1 раз в 50 лет увеличатся в ряде районов Таджикистана, особенно на Памире. В географическом плане годовое количество осадков, вероятно, уменьшится в южном Таджикистане и на сопредельных территориях, в т.ч. в Афганистане, но увеличится в горных регионах.

Количество осадков летом и зимой на территории Таджикистана, вероятно, увеличится, в то время как осадки весной и осенью могут сократиться.



Рост температуры будет наблюдаться во всех районах страны. Зимние и летние температуры в горах Памира и Гиндукуша, вероятно, будут увеличиваться большими темпами, чем в долинах и пустынных равнинных районах. К концу XXI века потепление может оказаться особо значительным, превышая 5°С, в южных районах страны, горах центрального Таджикистана и Западного Памира. Максимальная суточная температура и волны тепла (продолжительные периоды с высокой среднесуточной температурой воздуха) будут постепенно увеличиваться, особенно в низинных районах южного Таджикистана. Риск засухи будет увеличиваться из-за увеличения суммарного испарения и более раннего снеготаяния. Так, в густонаселенной Ферганской долине прогнозируется увеличение осадков на 10 мм в год, тогда как увеличение испаряемости – на 70 мм

к середине XXI века. Под влиянием потепления климата темпы потери ледников в Таджикистане в XXI веке составят в среднем 2 км^3 в год.

Повышение температуры воздуха и волн тепла приведет к снижению комфортности проживания и жизнедеятельности как людей, так и природных систем в Таджикистане. Недобор зимних осадков в виде снега, в том числе в горной ледниковой зоне, может изменить режим питания рек, что в совокупности с дефицитом весенних осадков негативно отразится на водной, энергетической и продовольственной безопасности.



ВОПРОСЫ

1. Был ли парниковый эффект в прошлом? Почему?

2. Почему в последние 100 лет температура странным образом увеличилась?

3. Вызван ли рост концентрации CO_2 в атмосфере естественными причинами или деятельностью человека? Как это удалось доказать?

4. Почему можно сказать, что человек и нагревает, и охлаждает планету? Какой эффект сильнее?

5. На сколько градусов увеличилась температура воздуха со второй половины XIX века? Где увеличение больше: в мире в целом или в северных странах Европы?

6. Как изменилась средняя температура воздуха в Таджикистане за последнее десятилетие?



ЗАДАНИЯ



Найдите спил толстого бревна с плоским торцом или большой пень.

Рассмотрите годовые кольца прироста древесины –
есть как тонкие, так и более широкие.

Самые старые годовые кольца находятся в серединке спила, а самые молодые – у края.

Посчитайте, сколько за последние 20 лет было тёплых лет (широкие кольца) и холодных лет (более узкие кольца).





2

Как изменения климата влияют на природу и человека

Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?

2 Как изменения климата влияют на природу и человека

Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?

В природе всё взаимосвязано. Даже небольшое изменение одного компонента приводит к изменениям многих других. Вот почему по мере роста температуры на планете мы можем наблюдать и другие, связанные с этим, изменения. Повышается уровень Мирового океана, тают ледники и многолетняя мерзлота, растёт год от года число и мощность экстремальных погодных явлений, таких как волны жары, ураганы, ливни, наводнения, засухи. Появляются новые опасные инфекционные заболевания и новые вредители там, где их никогда раньше не было. Эти и другие последствия изменения климата опасны для растений и животных, которые не способны быстро адаптироваться к столь резким переменам. Они также приносят огромный экономический ущерб, угрожают здоровью и даже жизни людей.



Недавние выводы МГЭИК – самой авторитетной в мире группы учёных-климатологов и специалистов в сфере социологии и политологии – показывают, что продолжающееся изменение климата может привести к ещё более опасным последствиям для людей и для природы в будущем. Учёные пришли к выводу, что с увеличением температуры планеты на каждую десятую часть градуса, изменения усиливаются, а риски возрастают (Рис. 2.1). Именно поэтому генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш назвал Шестой оценочный доклад (ОД6) МГЭИК «сигналом тревоги для человечества». Но с другой стороны, сдерживание роста глобальной температуры на каждую десятую часть градуса может иметь решающее значение для ограничения масштабов будущего ущерба.

Увеличение рисков, связанных с повышением температуры, показано на Рис. 2.2, из которого видно, что даже ограничение повышения глобальной температуры до 1,5 °C не является безопасным для всех. Например, при таком уровне потепления, 950 миллионов человек в засушливых районах всего мира столкнутся с дефицитом воды, тепловым стрессом и опустыниванием, в то время как доля населения мира, подверженного наводнениям, возрастёт на 24 %.

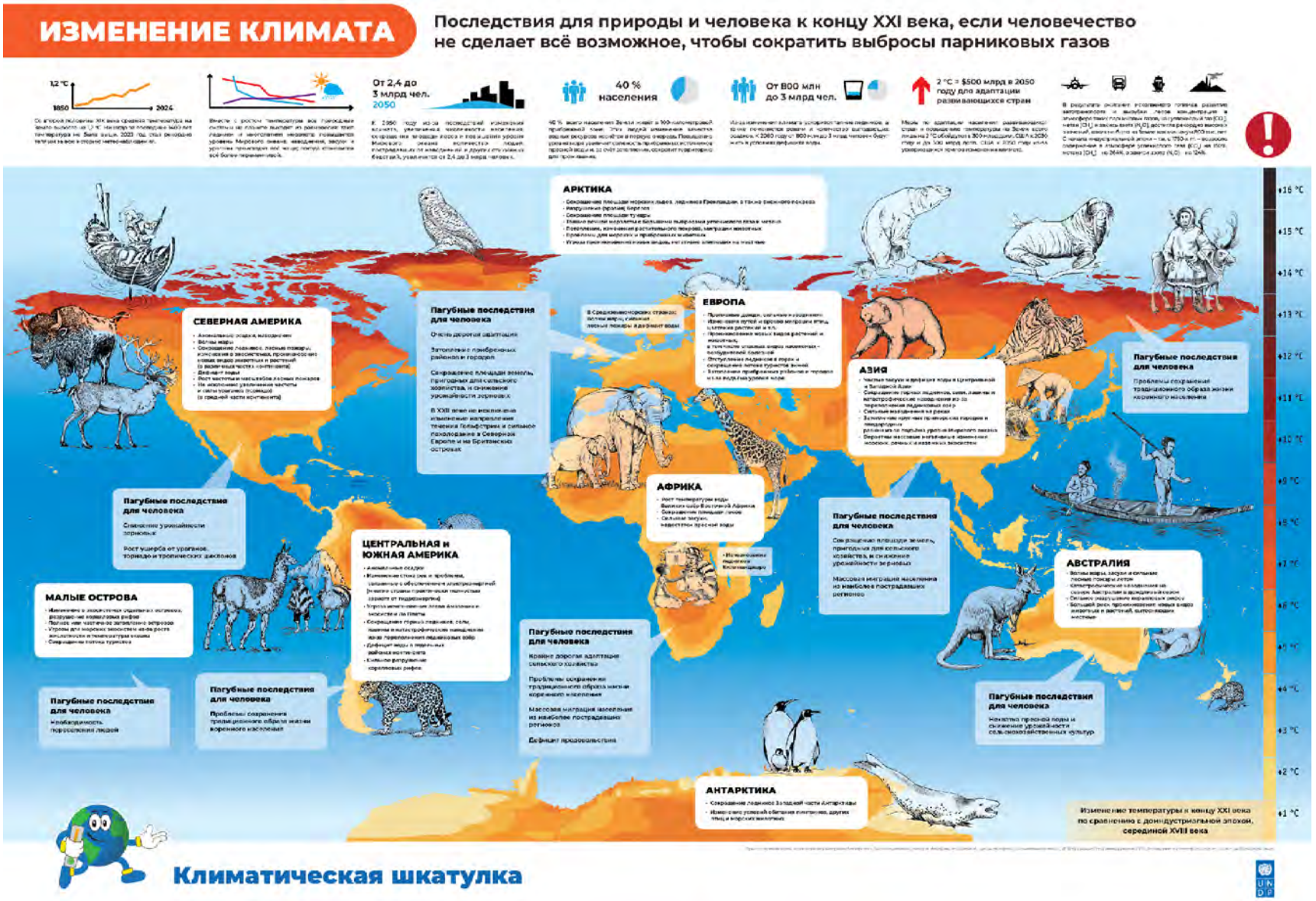
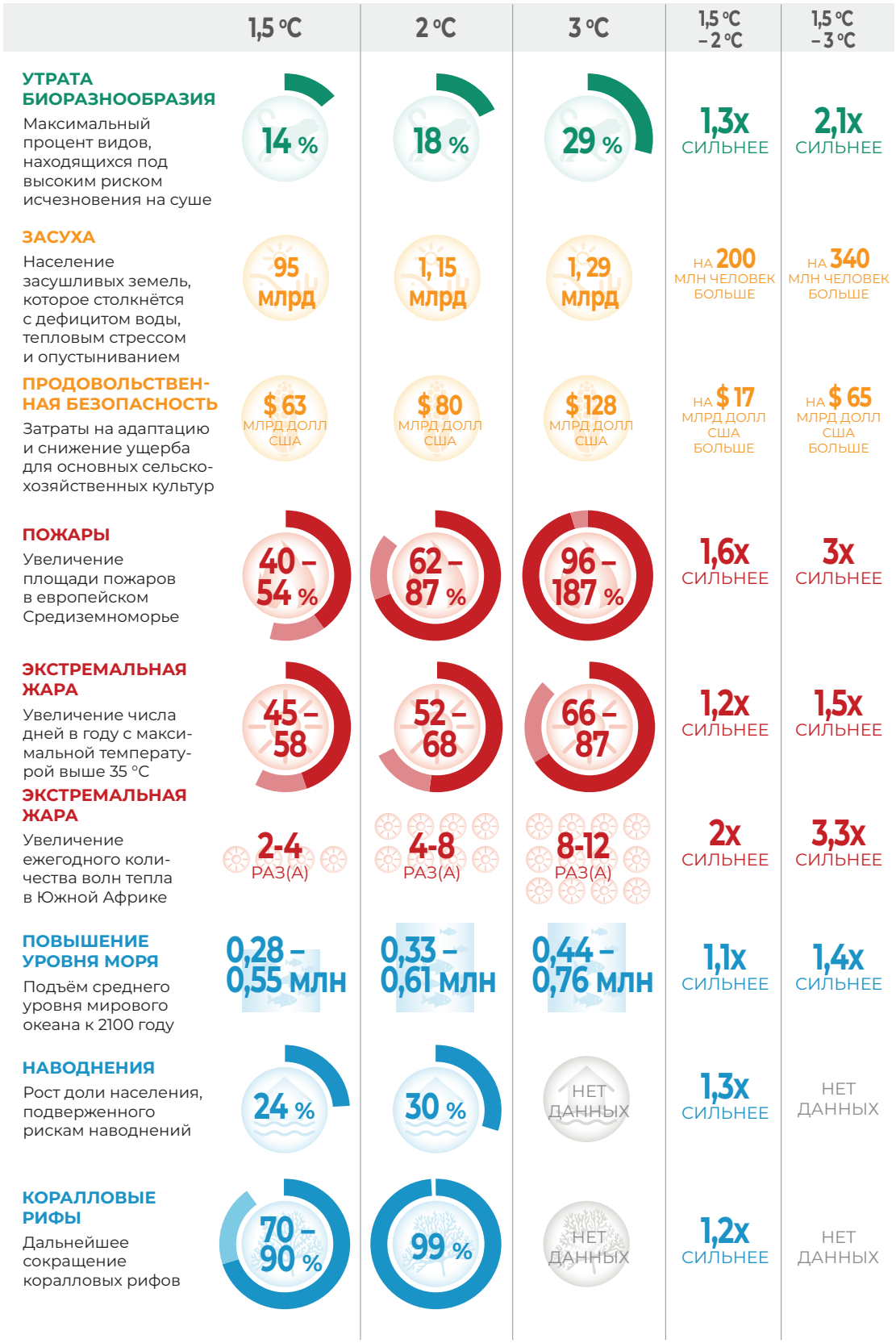


Рис. 2.1

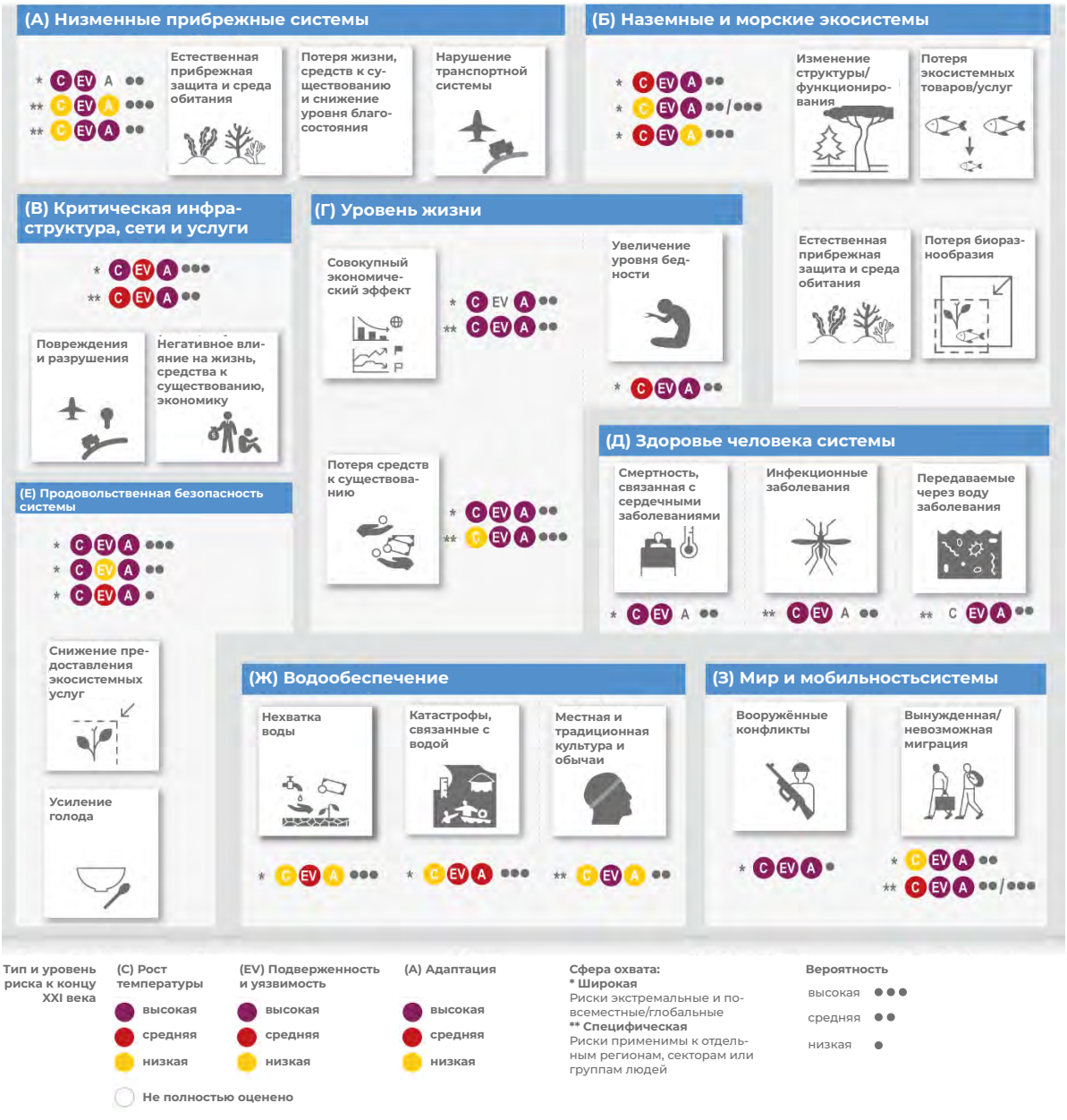
Изменения климата: последствия для природы и человека к концу XXI века, если человечество не сделает всё возможное, чтобы сократить выбросы парниковых газов.

Рис. 2.2 **Сравнение рисков для человека и экосистем при различных уровнях повышения глобальной температуры.**



Сегодняшнее изменение климата может действительно привести к снижению производительности сельского хозяйства, ограничению доступности пресной воды, увеличению суровости засух, волн тепла, тропических циклонов и изменить прибрежные регионы со скоростью и масштабом, которые могут вызвать дестабилизирующие процессы в обществе. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) установила, что четыре ключевых показателя изменения климата – концентрация парниковых газов, повышение уровня моря, нагревание и окисление океана – установили новые рекорды в 2021 году. Это ещё один явный признак того, что деятельность человека вызывает изменения планетарного масштаба на суше, в океане и в атмосфере, что приведёт к драматическим и долгосрочным последствиям. Если мы не сделаем всё возможное для сокращения выбросов парниковых газов, негативное воздействие изменения климата на окружающую среду и человека вполне может стать необратимым к концу XXI века (Рис. 2.3).

Рис. 2.3 **Ключевые риски для природных систем и человека, связанные с изменением климата, к концу столетия.**





Опыт показывает, что изучение устойчивости прошлых популяций к климатическим изменениям и аномалиям может дать ценную информацию о тех решениях, которые помогут справиться с изменением климата сегодня и в будущем. Чтобы уменьшить ущерб, причинённый изменением климата, человечество должно принять соответствующие меры – повысить устойчивость к неизбежным последствиям изменения климата. Данные о наблюдаемых воздействиях и прогнозируемых рисках показывают, что меры по обеспечению устойчивости к изменению климата во всем мире на сегодняшний день являются более актуальными, чем предполагали учёные. Осуществимые и эффективные меры адаптации представлены для каждой из рассмотренных в этой главе тем. Они включают такие меры как учет влияния и рисков изменения климата при проектировании и планировании городских и сельских поселений и инфраструктуры. Они также включают меры, которые могут помочь защитить биоразнообразие и экосистемы, учитывая угрозы, которые изменение климата для них представляет, и их роль в адаптации и смягчении последствий изменения климата (Рис. 2.4).

Мы все уже ощущаем последствия изменения климата – они уже затронули наиболее бедные и уязвимые сообщества. В последнем отчёте МГЭИК учёные выяснили, что сегодня от 3,3 до 3,6 млрд человек живут в странах, которые очень уязвимы к климатическим воздействиям, в основном в Арктике, Центральной и Южной Америке, малых островных государствах, Южной Азии и на большей части Африки южнее Сахары. Последствия изменения климата усугубляют существующие конфликты, неравенство и проблемы развития (например, бедность и ограниченный доступ к основным услугам, таким как чистая вода) во многих странах этих регионов и ограничивают способность сообществ адаптироваться к изменениям климата. Например, в период с 2010 по 2020 годы смертность от ураганов, наводнений и засух была в 15 раз выше в странах с высокой уязвимостью к изменению климата, чем в странах с очень низкой уязвимостью.

В этом разделе рассматривается влияние изменения климата на различные регионы, общества и экономическую деятельность, а также предлагаются примеры действий по адаптации к изменению климата, которые помогают смягчить некоторые неизбежные негативные климатические воздействия и подготовиться к ним.

Опасные явления, риски, воздействия, устойчивость и адаптация

Сегодня Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) использует термин «устойчивость» для обозначения способности общественных и природных систем «справляться с опасным событием, тенденцией или воздействием, реагируя или реорганизуясь таким образом, чтобы сохранять свои основные функции, идентичность и состав».

Таким образом, оно включает в себя адаптацию, которую МГЭИК определяет как процесс приспособления к фактическому или ожидаемому состоянию климата и его последствиям с целью смягчения вреда или использования благоприятных возможностей. Например, меры по адаптации могут включать строительство зданий, более устойчивых к экстремальным погодным явлениям, строительство плотин для борьбы с наводнениями, выведение новых, устойчивых к засухе сортов сельскохозяйственных культур и т. д.

МГЭИК также широко использует концепцию рисков в отношении потенциальных неблагоприятных последствий изменения климата для человека или экосистем, признавая разнообразие ценностей таких систем. В контексте изменения климата риски могут возникнуть в результате воздействий изменения климата, а также реакции человека на эти воздействия.

Последствия от возникающих рисков изменения климата для природных и антропогенных систем называются воздействия. Воздействия могут быть на жизнь, здоровье и благополучие людей, экосистемы, социальные и культурные достояния, различные виды экономической деятельности (включая экосистемные услуги) и инфраструктуру.

Опасные явления определяются как негативное воздействие природного или антропогенного характера, которое может привести к гибели людей, травмам или другим последствиям для здоровья, а также к ущербу для имущества или его утрате, к потере средств к существованию, нарушению предоставления услуг, разрушению инфраструктуры, экосистем и природных ресурсов.




Как адаптироваться к изменению климата и повысить устойчивость
Негативное воздействие климата можно смягчить, приняв ряд предупредительных мер. Этот процесс называется адаптацией к изменению климата. Адаптация помогает нам смягчить или избежать негативные последствия изменения климата и найти решения для поддержания жизни и развития в новых условиях.
Сельское хозяйство
• Собираем и используем дождевую воду для орошения;
• Устанавливаем эффективные системы орошения, например капельное орошение;
• Устанавливаем противоградовые сетки;
• Высаживаем деревья по краям поля, чтобы они защищали от ветра;
• Строим теплицы;
• Выращиваем жароустойчивые и засухоустойчивые культуры;
• Выбираем правильное время полива.
Природные экосистемы
- Сохраняем биоразнообразие, поскольку более разнообразные по видовому составу экосистемы лучше справляются с изменением климата;
- Соблюдаем правила пожарной безопасности;
- Не используем леса для выпаса скота;
- Обеспечиваем сбалансированное использование пастбищ, чтобы растительность успевала восстановиться.
Здоровье человека
• Создаём больше зелёных зон в городах и населённых пунктах;
• Вовремя получаем информацию о распространении заболеваний и профилактических мерах;
• Одеваемся по погоде;
• Часто пьём воду.
Снижение риска от стихийных бедствий
• Не загрязняем противопаводковые каналы и реки;
• Укрепляем берега рек;
• Высаживаем и защищаем деревья с глубокой корневой системой в прибрежных районах;
• Следим за прогнозом погоды;
• Устанавливаем дренажные системы.
Предоставлено для «Климатической викторины» проектом ПРООН и Зелёного климатического фонда «Национальный план адаптации Армении»

2.1 Как изменения климата влияют на погоду

В течение последних 50 лет учёные отмечают, что погода во всем мире стала гораздо более экстремальной. В новостях то и дело сообщают об очередном стихийном бедствии: разрушительный ураган на Филиппинах, небывалая засуха в Австралии, сильнейшее наводнение в Европе, аномальные лесные пожары из-за продолжительной жары и засухи в Канаде, Греции и на Гавайях. В Александрии, в Египте, впервые за 130 лет выпал снег... Каждый день температура бьёт всё новые рекорды: чрезвычайно жаркое лето, «плюсовая» температура зимой, на смену которой приходят двадцатиградусные морозы.

Все эти «капризы» погоды по-научному называются погодные аномалии. Например, необычный холод в летний период или небывалые оттепели зимой – наиболее распространённые в Центральной России погодные аномалии (Рис. 2.1.1.).

Когда погодные аномалии становятся опасными для здоровья, жизни и хозяйственной деятельности людей – это опасные погодные явления.

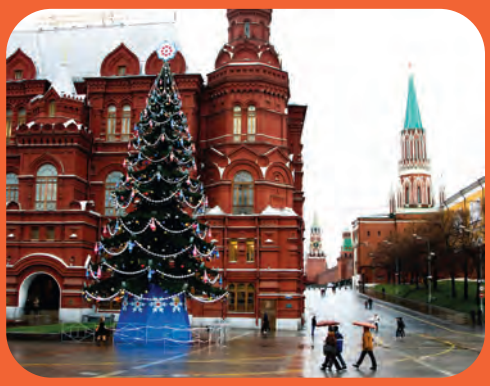
Погодные аномалии – это нарушение «привычной» погоды для данного сезона, месяца или дня, где под «привычным» понимают среднее состояние погоды в этом регионе за какой-либо период в прошлом, чаще всего за 1961–1990-е годы.

Опасные погодные (гидрометеорологические) явления – это природные процессы и явления, связанные с погодными условиями, которые возникают в атмосфере, водах суши или океане, и воздействие которых может привести к гибели людей, животных, растений, а также нанести серьёзный ущерб экономике.

К опасным погодным явлениям относятся: продолжительная жара или сильный холод, очень сильный ветер, ураган, тропический шторм (тайфун), пыльная (песчаная) буря, сильный ливень, обильный снегопад, смерч или торнадо, наводнение, засуха, снежная лавина, сель и многие другие.

Обратите внимание: землетрясения, извержения вулканов и цунами не зависят от климата и погоды, и к опасным ПОГОДНЫМ явлениям они не относятся!

Рис. 2.1.1 **Декабрьский дождь в Москве теперь нередкое явление.**





Сильные песчаные и пыльные бури на Ближнем Востоке в 2022 году

Сильные песчаные и пыльные бури определяются как бури, вызванные сильными ветрами над участками засушливой почвы, которые поднимают большое количество грунтового материала в атмосферу. По данным Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, ежегодно в атмосферу попадает около двух тонн песка и пыли. Пыльные (песчаные) бури чаще всего случаются в пустынях и засушливых регионах. Они бывают двух видов.

Хабуб, что в переводе с арабского означает «сильный ветер», зарождается во время грозовых фронтов и часто возникает как надвигающаяся стена из песка и пыли. Но, как и грозовой фронт, хабуб не длится долго. Существует второй тип пыльных бурь – долгоживущие и широкомасштабные, которые могут длиться в течение нескольких дней. В Ираке такие бури часто связаны с устойчивыми северо-западными ветрами, называемыми шамаль (что означает «север» на арабском языке).

В апреле и июне 2022 года Ирак и другие страны Персидского залива наблюдали апокалиптическое оранжевое небо и бури со шквалом песка и пыли. Поступали сообщения о закрытии портов, аэропортов, дорог и школ, а также об отмене авиарейсов. Шторм «отправил» тысячи людей в больницы с проблемами дыхания. Пыльные бури могут быть особенно опасны для людей, страдающих астмой; кроме того, они могут переносить болезнетворные микробы. Пылевые бури также приводят к потере почвы и особенно её лёгких частиц, богатых питательными веществами, тем самым снижая продуктивность сельского хозяйства. В последние годы песчаные бури стали происходить чаще на Ближнем Востоке и в других засушливых районах мира, таких как Северная Африка, Северный Китай, Монголия и Казахстан, Австралия, а также в центральной части США. В Мавритании, где пустыня Сахара покрывает 90 % территории, случалось только две песчаные бури в год в начале 1960-х годов. Сейчас, по оценкам специалистов из Оксфордского университета, их число может достигать 80 в год.

Учёные говорят, что более частые песчаные бури являются результатом как нерациональных методов ведения сельского хозяйства, включая чрезмерный выпас скота и нарушение плодородного слоя почвы, так и изменения климата и связанного с ним повышения глобальных и местных температур и усиление засух. В настоящее время установлено, что песчаные и пыльные бури являются глобальным явлением, оказывающим воздействие на экономику, здоровье и окружающую среду, и не только на засушливых территориях. Это явление затрагивает всех – мужчин, женщин, мальчиков и девочек – но не всех одинаково. Различия проистекают из гендерных ролей в производственной, экономической, семейной и социальной сферах. Более того, песчаные бури могут быть опасными для жизни людей с плохим состоянием здоровья. Это явление напрямую связано с деградацией земель, и с ним можно бороться посредством устойчивого управления земельными ресурсами и снижения уровня деградации земель.

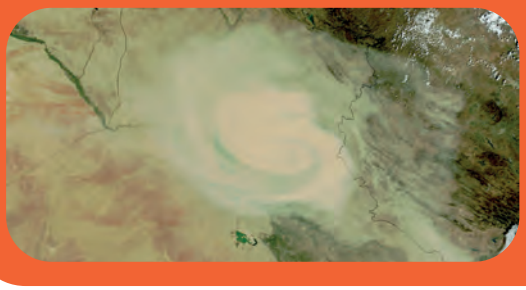
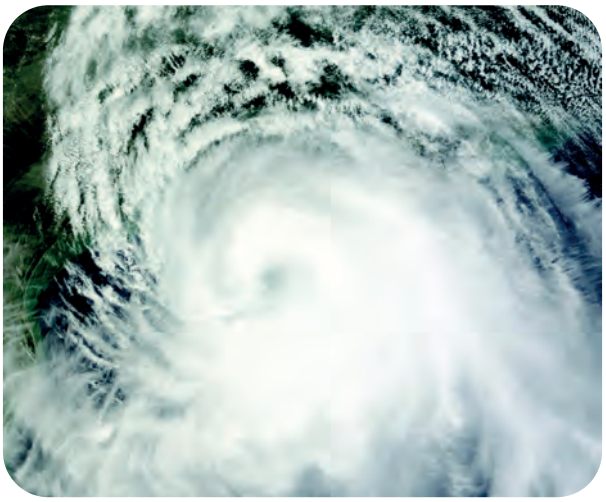


Рис. 2.1.2

Спутниковый снимок пылевой бури в Ираке 7 и 9 апреля 2022 года.

Так что же всё-таки происходит с погодой и причём здесь изменение климата?

Данные наблюдений говорят о том, что количество погодных «странностей» и опасных погодных явлений во всем мире постоянно растёт. Учёные считают, что это может быть связано с глобальным изменением климата. Поскольку растёт средняя температура на планете, увеличивается испарение воды из океанов, озёр и рек. Из-за этого в атмосфере повышается количество влаги, что приводит в отдельных районах к сильным дождям. Кроме того, из-за более высокой температуры в поверхностных водах океана чрезвычайно опасные тропические шторма (тайфуны) стали возникать гораздо чаще, чем это было ещё в середине прошлого века.

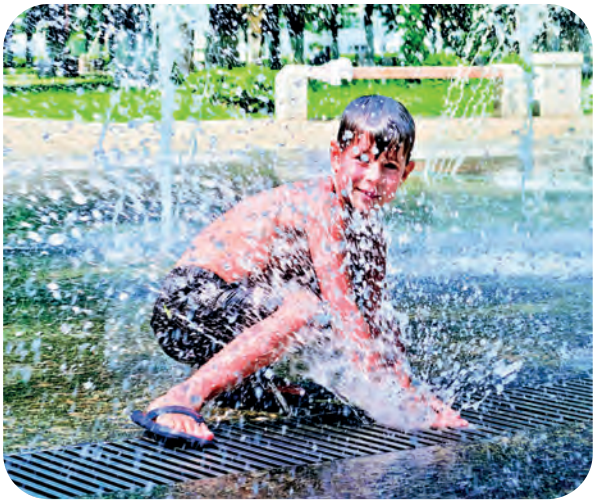




Влияет (что вполне предсказуемо) глобальное изменение климата и на повторяемость так называемых «волн жары».

ВОЛНА ЖАРЫ
период времени продолжительностью более пяти дней подряд, на протяжении которого средняя суточная температура как минимум на 5 °С выше нормы для этих дней года.





В исследовании, опубликованном недавно в журнале «Нейчер» (Nature) – одном из самых авторитетных международных общенаучных изданий – говорится, что тепловые аномалии, которые ранее случались всего лишь раз в 1000 дней, теперь происходят каждые 200-250 дней. Однако при этом воздействие потепления будет различным по всему миру. Погодные аномалии на экваторе станут более экстремальными, что означает, что в более бедных тропических странах с уже хрупкой инфраструктурой, число крайне жарких дней вырастет в 50 раз, а число дней с ливневыми осадками – в 2,5 раза. С другой стороны, в Южной Европе, Северной Африке, на Ближнем Востоке, в Чили и Австралии будут чаще случаться периоды засухи, что грозит жителям этих стран и регионов нехваткой питьевой воды и продовольствия.

Другое исследование, опубликованное в том же журнале, приходит к выводу, что сейчас мы вступаем в эпоху экстремальной жары, которой просто не было бы без изменения климата. На основе анализа прошедших за недавнее время волн жары, который изучает связь между конкретным событием с изменением климата, доказано, что продолжительная аномальная жара как в Сибири, так и в Австралии в 2020 году были бы практически невозможны без изменения климата. Волна жары в Сибири привела к масштабным лесным пожарам (и сопутствующим выбросам около 56 мегатонн CO_2) и разрушению инфраструктуры из-за таяния многолетней мерзлоты, вследствие чего было объявлено чрезвычайное положение. Также было объявлено чрезвычайное положение из-за лесных пожаров в Австралии, связанных с исключительной летней жарой с конца 2019 года по февраль 2020 года, период печально известный в Австралии как «Чёрное лето».

Учёные проанализировали наблюдаемые рекордные максимумы температуры зимой и весной 2023 года в южном полушарии и пришли к выводу, что вероятность таких рекордных температур в 100 раз повысилась из-за изменения климата.

Важно иметь в виду, что отклонение погоды от климатической нормы само по себе не может рассматриваться как изменение климата. Например, очень холодная зима не говорит о похолодании климата. Для выявления изменений климата нужны данные за длительный период времени порядка десятка лет и более.

Погодные аномалии могут наносить огромный ущерб экономике всего мира, а также приводить к человеческим жертвам.



Примеры экстремальных погодных явлений последних лет

Один из недавних примеров экстремальных погодных явлений – проливные дожди в результате урагана Даниэль, который пронёсся по нескольким районам на востоке Ливии 13 сентября 2023 года. Портовый город Дерна понес наиболее тяжелые потери, где после обрушения двух старых плотинных сооружений целые районы были сметены, создав катастрофическую ситуацию. Международная организация по миграции в Ливии заявила, что по меньшей мере 30 000 человек были вынуждены покинуть свои дома, а число погибших возросло как минимум до 11 300 человек.

Основной причиной большого количества человеческих жертв было отсутствие системы мониторинга состояния плотины и заблаговременного приказа об эвакуации людей несмотря на то, что путь урагана Даниэль был известен. Отсутствие у государства навыков координации усилий по оказанию помощи при стихийных бедствиях лишь усугубило ущерб от стихии.

Катастрофа в Ливии произошла после серии катастрофических наводнений, охвативших в сентябре 2023 года самые разные страны – от Китая до Бразилии и Греции.

Тропические циклоны, обрушивающиеся на менее развитые и недостаточно подготовленные страны, такие как Мьянма, Бангладеш, Индия, Филиппины и Гондурас, приводят ко всё большему количеству жертв в последние годы. Страны, не имеющие ресурсов и политической стабильности, чтобы адекватно подготовиться к стихийным бедствиям, подвержены большим рискам и более катастрофическим последствиям для людей и экономики.

Рис. 2.1.3 **Город Дерна, Ливия, среда 13 сентября 2023 года. Наводнения, вызванные сильными дождями, привели к гибели тысяч людей и смыли в море целые кварталы.**



Экстремальные погодные явления в Африке в 2023 году

В то время как наводнения в Ливии в 2023 году попали в заголовки мировых новостей из-за числа погибших, многие другие смертоносные экстремальные события в Африке не попали в международные новости. Анализ всех данных о стихийных бедствиях, гуманитарных отчетов и местных новостей, проведённый исследовательским аналитическим центром «Carbon Brief», помог создать более полную картину масштабов экстремальных погодных воздействий в Африке в 2023 году.

Отчёт показывает, что по меньшей мере 15 700 человек погибли в результате погодных катаклизмов в Африке в 2023 году и 34 миллиона человек пострадали от экстремальных явлений:

- В мае в результате наводнений в Демократической Республике Конго и Руанде погибло более 3 000 человек. Учёные не смогли оценить роль изменения климата в катастрофе из-за отсутствия в регионе действующих метеостанций, записывающих данные.
- По меньшей мере 860 человек погибли в результате наводнений и оползней в феврале во время тропического циклона «Фредди», самого продолжительного циклона в истории, затронувшего Мадагаскар, Мозамбик, Маврикий, Малави, Реюньон и Зимбабве.
- Более 29 миллионов человек продолжают сталкиваться с непрекращающейся засухой в Эфиопии, Сомали, Кении, Джибути, Мавритании и Нигере.
- Страны Южной Африки изнемогают от многомесячной зимней жары, в результате чего многие из них сталкиваются с летними погодными условиями в течение целого года.

Проанализировав все недавние экстремальные явления и основываясь на последних данных, Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США (НАСА) подтвердило, что изменение климата на Земле приводит кформированиюэкстремальной погоды по всей планете. Рекордные волны тепла на суше и в океане, проливные дожди, сильные наводнения, многолетние засухи, сильные лесные пожары и масштабные наводнения во время ураганов становятся всё более частыми и интенсивными. Спутниковые миссии НАСА, включая Систему наблюдения Земли, предоставляют жизненно важные данные для мониторинга и реагирования на экстремальные погодные явления, которые показаны на Рис. 2.1.4. Пояснения к каждому экстремальному явлению показаны на графике.

Рис. 2.1.4 **Примеры влияния изменения климата на частоту и интенсивность опасных погодных явлений.**



Экстремальная жара. С 1950 года частота и интенсивность экстремальной жары увеличились, главным образом, из-за антропогенных выбросов парниковых газов. Сюда входят рекордно высокие температуры и опасные волны тепла (жары). По мере потепления планеты эти явления станут ещё более серьёзными и распространёнными.

Лесные пожары. Жаркие и засушливые условия повышают риск возникновения лесных пожаров. Действуя как топливо, сухая растительность позволяет пожару продолжать гореть после его возникновения. Поскольку температура во всем мире продолжает повышаться, в некоторых регионах лесные пожары могут стать более частыми и интенсивными, создавая угрозу жизни и имуществу людей.

Засухи. По мере того, как планета нагревается, некоторые засушливые районы становятся суше. Более высокие температуры приводят к большему испарению воды с поверхности, превращая её в водяной пар. Поскольку более теплый воздух может содержать больше водяного пара, это создает цикл, который приводит к большему потеплению и ещё большему испарению. Чем меньше влаги остается на поверхности, тем чаще и сильнее засухи.

Тропические циклоны. Благодаря более тёплому океану и большей влажности воздуха тропические циклоны могут вызывать более интенсивные и продолжительные дожди. Ураганы, тайфуны и тропические циклоны также повышают риск прибрежных наводнений, поскольку повышение уровня моря приводит к более сильным штормовым нагонам. Кроме того, образующиеся штормы имеют больше шансов на быстрое усиление.

Сильные осадки. по мере повышения температуры Земли более тёплая атмосфера может удерживать больше водяного пара, обеспечивая больше воды для интенсивных дождей, снегопадов и других осадков. Сильные осадки уже выпадают чаще в регионах, подверженных обильным осадкам, и станут более частыми и интенсивными по мере повышения глобальной температуры.

Наводнения. Увеличение содержания водяного пара в атмосфере означает, что некоторые влажные районы станут еще более влажными. По мере увеличения количества осадков они могут превысить способность естественных и искусственных дренажных систем перемещать или впитывать влагу, что приводит к разрушительным наводнениям. Повышение уровня моря также усугубит наводнения вблизи побережья.

Наводнение во время прилива. По мере повышения глобальной температуры потепление океана и таяние ледников вызывают повышение уровня моря. Это означает, что береговые приливы станут ещё выше, что приведет к увеличению риска наводнений в прибрежных зонах даже в ясную погоду. Это уже происходит в некоторых прибрежных городах, таких как Майами и Бангкок.

Морские волны тепла. Глобальный рост температуры может привести к экстремальным волнам тепла в океане. Кораллы и другие морские обитатели могут быть не приспособлены к таким более высоким температурам и могут погибнуть во время многодневных волн жары. По прогнозам, как и волны тепла на суше, морские волны тепла будут становиться более частыми и интенсивными по мере нагревания Земли.

Комбинированные воздействия. Многие из этих экстремальных погодных явлений происходят в сочетании друг с другом. В некоторых местах волны тепла и засухи всё чаще происходят одновременно, и эта тенденция, вероятно, продолжится по мере нагревания Планеты. То же самое касается и наводнений, поскольку сильные дожди в результате штормов и повышение уровня моря увеличат потенциальный ущерб вдоль береговой линии.



Можно ли предсказать погодные аномалии заранее?

К сожалению, в большинстве случаев предсказать опасные погодные явления в долгосрочной перспективе нельзя. Погоду можно предсказать максимум на две недели – каждые 14 дней атмосфера «обновляется», и проследить следы воздушных потоков на более долгий срок физически невозможно. Заранее возможно лишь сказать, что «зима будет в среднем на градус прохладнее, чем обычно».

А вот краткосрочный прогноз погоды бывает более точен. Прогноз погоды на завтра от европейских метеослужб сбывается в 96 % случаев, на послезавтра – 93 %, на третий день – 90 %.

Долгосрочный прогноз вероятности возникновения опасных погодных явлений пока возможен только в очень обобщённом виде. Например, для севера Евразии экстремально высокие температуры, которые сейчас наблюдаются раз в 20 лет, к середине XXI века будут повторяться в три раза чаще — раз в 7 лет. К концу века они могут повторяться уже раз в 3–5 лет, то есть станут более типичным явлением.

Может, стоит доверять погодным приметам?

К сожалению, этот широко известный в народе метод предсказания погоды не может ничем помочь. Да и во времена наших дедушек и бабушек приметы тоже оправдывались нечасто. Дело в том, что в настоящее время народные приметы о погоде полностью потеряли связь с местом своего возникновения. Проще говоря, когда-то давным-давно примета, говорящая о том, что, когда зацветает подорожник, следует ждать похолодания, в какой-то части Российской империи работала. Но люди всё время перемещались, а следовательно, «переносили» вместе с собой и приметы, которые в других местах перестали сбываться. В итоге это привело к путанице, которую «распутать» уже невозможно.

Так что же нам делать? Как бороться с опасными погодными явлениями?

ООН рекомендует повсеместное использование систем раннего оповещения в качестве основной меры адаптации к изменению климата и управления климатическими рисками, особенно в отношении экстремальных погодных явлений и повышения уровня моря. Такие меры могут помочь общинам в прибрежных районах, зонах затопления и зависящим от сельского хозяйства сообществам, справиться с наводнениями, циклонами и другими быстро меняющимися погодными явлениями и тем самым снизить их уязвимость. Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш призвал к 2027 году защитить каждого человека на Земле с помощью систем раннего оповещения. В ноябре 2022 года на Конференции ООН по изменению климата (COP27) в Шарм Эль-Шейхе, Египет, он запустил инициативу «Раннее оповещение для всех». ООН также запустила партнёрство под названием «Системы климатического риска и раннего оповещения», чтобы помочь странам с высоким риском и слабо развитыми системами оповещения вывести эти системы на должный уровень. Аналогичным образом, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует системы раннего оповещения для предотвращения роста заболеваемости и вспышек заболеваний, связанных с периодами сильной жары.

Адаптация к ураганам на Антигуа и Барбуде после урагана Ирма в 2017 году.

Существует ряд примеров и передовых практик по уменьшению ущерба и разрушительных последствий штормов и ураганов. В качестве одного из них можно привести меры, принятые Барбудой после урагана Ирма, нанёсшего большие разрушения в 2017 году. Регион понёс огромный материальный ущерб и был вынужден провести эвакуацию всех 2000 жителей Карибского острова на соседний остров Антигуа. С 2017 года Антигуа и Барбуда работают над реализацией проекта по адаптации к изменению климата, получив для этого финансовую помощь в размере 10 млн долл США из международного Адаптационного фонда. Проект призван помочь наиболее уязвимым общинам Антигуа, расположенным в прибрежном водоразделе Маккиннона, повысить устойчивость к наводнениям, ураганам и повышению температур посредством принятия комплексного подхода. Меры включают восстановление естественных дренажных каналов и защиту уязвимых домов и укрытий от ливней для снижения риска от наводнений и стихийных бедствий:



- Восстановление естественных дренажных каналов путем очистки, расширения и углубления дренажных каналов, прудов-отстойников и водопропускных труб до естественных размеров. Эта мера направлена на усиление защиты от экстремальных дождей и штормов.
- Защита уязвимых домохозяйств от воздействия изменения климата: предоставляя доступ к инновационной программе возобновляемых кредитов под низкие проценты, эта мера позволяет уязвимым домохозяйствам защитить свои дома от воздействий природных явлений
- Штормовые убежища для снижения рисков наводнений и стихийных бедствий: эта мера была направлена на строительство устойчивых к изменению климата зданий, которые могли бы служить убежищами от штормов. Проект также привлёк средства других фондов, таких как Глобальный экологический фонд, для проведения гидрологического исследования и дальнейшего развития проектной деятельности.

Источник: www.adaptation-fund.org.



Для того, чтобы ответить на этот вопрос, не надо быть ни академиком, ни климатологом, ни даже спасателем. Потому что ответ чрезвычайно прост: «Надо начать с себя». Нам надо стать бдительнее и не быть равнодушными. И если бдительнее надо быть в самом прямом смысле – следить за последними новостями науки, не отмахиваться от призывов учитывать изменение климата при планировании долгосрочных проектов (скажем, при постройке новой железной дороги на Крайний Север необходимо учесть таяние многолетней мерзлоты), то неравнодушнее надо стать в более широком смысле. Надо стать строже к себе, менять свои привычки, например, начать беречь энергию. Неплохо бы знать, как вести себя в ситуациях погодных бедствий, например, уметь оказать первую медицинскую помощь человеку, упавшему в обморок от жары.

Правила безопасного поведения при угрозе и во время урагана, бури, смерча или торнадо

При получении штормового предупреждения необходимо:

- закрыть двери, окна, чердачные люки и вентиляционные отверстия;
- убрать с подоконников, балконов и лоджий предметы, которые могут быть подхвачены ветром;
- отключить газ, воду, электричество, погасить огонь в печах, каминах;
- подготовить запасы продуктов питания и питьевой воды;
- взять необходимые вещи и документы;
- укрыться в подвальном помещении или защитном сооружении.

При внезапном возникновении урагана, бури, смерча необходимо:



а) если вы находитесь в доме:

- отойти от окон;
- остаться в доме и спрятаться в безопасном месте (наиболее надёжными укрытиями послужат подвалы или первые этажи зданий);

б) если вы находитесь на улице:

- спрятаться от непогоды в подземном переходе, магазине, подъезде дома;
- найти естественное укрытие (овраг, яма, ров, канава), лечь на дно и плотно прижаться к земле;
- следует держаться подальше от рекламных щитов, автобусных остановок, деревьев, опор мостов, линий электропередач;
- ни в коем случае не трогать оборванные электропровода.

Как только стихия утихнет, не спешите покидать убежище, так как есть вероятность, что шквальные порывы ветра внезапно могут повториться.

Опасные погодные явления в Таджикистане

Изменение климата влияет и на погоду. Она становится более неустойчивой: жара может быть сильнее, осадки – интенсивнее. Из-за этого опасные погодные явления могут случаться чаще и быть более разрушительными.

Таджикистан считается одной из самых уязвимых стран в регионе Европы и Центральной Азии к последствиям изменения климата. Почему? Во-первых, из-за географии – высоких гор и ледников, которые очень чувствительны к потеплению. Во-вторых, жизнь многих людей здесь зависит от природных ресурсов – воды для полива полей и пастбищ для скота. В-третьих, у страны не всегда хватает средств, чтобы быстро восстанавливать разрушенное и строить надежную защиту от стихии. Все это вместе – и природа, и жизнь людей – делает страну особенно чувствительной к капризам погоды, усиленным изменением климата. Когда случаются сильные наводнения или засухи, страдают поля, дороги, дома, а значит – и экономика страны, и благополучие семей, особенно тех, кто живет сельским хозяйством.

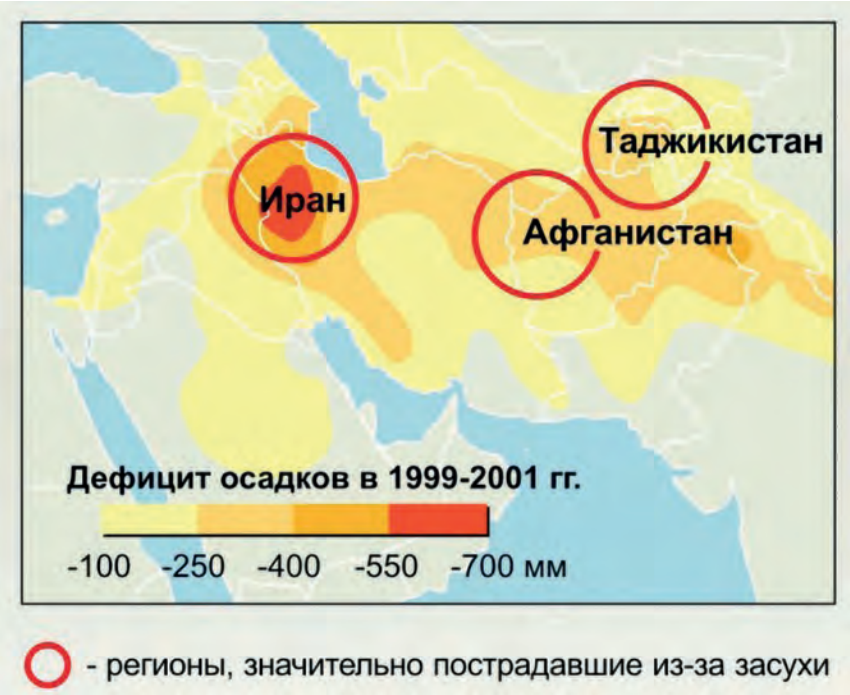
Интересно, что Таджикистан выбрасывает в атмосферу очень мало парниковых газов, которые и вызывают глобальное потепление – гораздо меньше, чем многие другие страны. Энергию мы получаем в основном от гидроэлектростанций, которые работают на силе рек и не загрязняют воздух так, как сжигание угля или нефти. Получается, что страна страдает от последствий изменения климата, к которому сама мало причастна. Это пример того, что называют «климатической несправедливостью» когда те, кто меньше всего виноват в проблеме, страдают от неё больше других.

Засуха: когда не хватает воды

Засуха – это длительный период с существенным недостатком осадков (дождей и снега), часто в сочетании с повышенной температурой и сильным испарением. Простыми словами, это когда дождей и снега выпадает так мало и так редко, что земле, растениям, животным и людям начинает не хватать воды. Хотя Таджикистан известен своими горами и ледниками, которые называют «водонапорными башнями» Центральной Азии, засухи здесь тоже случаются. Некоторые районы страны довольно сухие по своей природе, а изменение климата делает засухи более частыми и сильными.

По последним данным (на ноябрь 2023 года), почти половина территории Таджикистана – 47 %, а это огромная площадь в 6,7 млн га – подвержена засухам разной степени. Особенно страдают южные районы страны. Засухи наносят ощутимый экономический ущерб, который исчисляется миллионами долларов ежегодно.

Рис. 2.1.5 **Засуха в Таджикистане и соседних странах Центральной Азии и Ближнего Востока в 1999-2001 годах[1].**



Чем опасна засуха?

Для сельского хозяйства : от нехватки воды страдают посевы – пшеница, ячмень и другие культуры плохо растут или гибнут. Высыхают пастбища, и скоту (коровам, овцам, козам) нечего есть. Это угрожает продовольственной безопасности –то есть возможности людей иметь достаточно еды. Поэтому важно выращивать такие сорта растений, которые лучше переносят жару и нехватку воды.

Для людей: в засуху может не хватать чистой питьевой воды. Если люди начинают использовать воду из непроверенных источников, возрастает риск заболеть кишечными инфекциями. Для фермерских семей засуха означает потерю урожая и дохода, что усугубляет бедность.

Для энергетики: большинство электростанций в Таджикистане – гидроэлектростанции (ГЭС), работающие на силе рек. Когда реки мелеют из-за засухи, ГЭС вырабатывают меньше электричества, особенно зимой, когда воды и так меньше.

[1] Дефицит осадков — это разница между многолетней нормой (средним количеством дождей и снега для данной местности за определённый период, рассчитанным на основе многолетних наблюдений) и тем количеством осадков, которое выпало на самом деле.

Засуха в Таджикистане – это не просто отсутствие дождя. Это сложная проблема, связанная с таянием ледников и состоянием рек. Ледники питают реки водой, особенно летом, когда она так нужна для полива. Из-за потепления ледники тают быстрее. Сначала воды в реках может стать даже больше, но со временем, когда ледники сильно уменьшатся (а более 1000 ледников в Таджикистане уже растаяли), воды в реках, особенно летом, станет меньше. К тому же, старые каналы для полива (ирригационные системы) часто пропускают много воды, она просто уходит в землю и не доходит до полей. Поэтому во время засухи воды не хватает еще и из-за этих потерь. Решение проблемы засухи требует не только ждать дождей, но и беречь ту воду, что есть: использовать современные способы полива, которые экономят воду (например, капельное орошение), ремонтировать каналы и строить водохранилища. Адаптация к засухе – это важная задача для всей страны, ведь от нее зависит благополучие почти половины ее территории.

Сильные дожди, наводнения и сели: разрушительная сила воды

Вода – источник жизни, но иногда она может нести и разрушения. Сильные, ливневые дожди или быстрое таяние снега и ледников в горах Таджикистана часто приводят к наводнениям и селям.

- **Наводнение (паводок)** – это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или водохранилище. Проще говоря, это происходит, когда река выходит из берегов из-за сильных дождей, быстрого таяния снега или ледников.
- **Сель** – это внезапно возникающий мощный поток, состоящий из смеси воды, грязи, камней и различных обломков. С большой скоростью он устремляется вниз по руслам горных рек и склонам, обладая огромной разрушительной силой. Чаще всего сели возникают из-за сильных ливней, быстрого таяния снега или прорыва горных озёр.

Наводнения и сели – одни из самых частых и опасных стихийных бедствий в Таджикистане. В среднем, раньше регистрировалось около 70 селей в год. В 2023 году Комитет по чрезвычайным ситуациям (КЧС) выпустил 127 предупреждений о селевой опасности.

Вот несколько примеров недавних событий:

- **Май 2021 года:** Серия паводков и селей после сильных дождей обрушилась на многие районы, особенно в Хатлонской области. Были человеческие жертвы (9 погибших) и разрушения. Важно отметить, что это были не прорывы ледниковых озер.
- **Май 2022 года:** Проливные дожди снова вызвали сели и оползни. В Пянджском районе был разрушен мост, повреждена дорога между Пянджем и Джайхуном. В Кулябе пострадали дома, в Восейском районе селем унесло скот.
- **Август 2023 года**: Сильные сели сошли в Варзобском районе и на окраинах Душанбе, погибли по меньшей мере 13 человек
- **Май 2024 года:** Из-за сильных осадков сели и наводнения произошли по всей стране. Пострадали районы Хатлонской области (Фархор, Восе), Районы республиканского подчинения (Гиссар, Рудаки, Файзабад, Вахдат). Были затоплены дома и дворы (в Рудаки – 50 участков), сельскохозяйственные угодья (в Фархоре – 30 га, в Рудаки – 40 га), повреждены школы, медпункты, разрушены мосты и дороги. Всего за майские события 2024 года пострадало 24 жилых дома, из них 15 были разрушены полностью.

Последствия таких явлений очень серьёзны:

- **Гибель людей:** к сожалению, сели и наводнения часто уносят жизни. В 2023 году от стихийных бедствий в целом погиб 51 человек, а в 2024 году —17 человек. Среднегодовое число погибших от селей в период 1997-2018 составляло 35 человек. За 25 лет стихийные бедствия так или иначе затронули более 80% населения Таджикистана.

- **Разрушение инфраструктуры:** Потоки воды и грязи сносят дома, мосты, размывают дороги, повреждают линии электропередач, школы, больницы. Это нарушает транспортное сообщение, мешает торговле и доступу людей к услугам.

- **Ущерб сельскому хозяйству:** Затапливаются поля, гибнет урожай, уносит скот.

- **Экономический ущерб:** Сели и наводнения наносят самый большой финансовый ущерб среди всех стихийных бедствий в стране. За период с 2010 по 2021 год ущерб только от них превысил 1 миллиард сомони (около 125 млн долл. США). Общий ущерб от всех стихийных бедствий за последние 10 лет оценивается более чем в 500 млн долл. США. В отдельные годы цифры тоже значительны: 3,6 млн долл. США в 2018 году, 3,2 млн долл. США в 2019 году и 5,2 млн долл. США в 2020 году. Только за первое полугодие 2024 года ущерб составил 12 млн долл. США. По прогнозам, изменение климата может привести к тому, что экономика Таджикистана будет терять до 5-6% валового внутреннего продукта (ВВП) к середине века, причем половина этих потерь будет связана со стихийными бедствиями.

Почему сели и наводнения становятся проблемой? Сочетание крутых горных склонов, особенностей почвы и все более интенсивных дождей (связанных с изменением климата) создает идеальные условия для их возникновения. Если на склонах вырублен лес или земля истощена из-за чрезмерного выпаса скота, вода быстрее стекает вниз, унося с собой почву и камни, что увеличивает риск селей. Поэтому борьба с наводнениями и селями – это не только строительство защитных сооружений, но и бережное отношение к земле и лесам, а также создание систем раннего предупреждения, чтобы люди успели подготовиться к опасности. Учитывая, что недавние события затронули многие регионы страны, становится ясно: это общегосударственная проблема, требующая скоординированных усилий по всей стране.

Свой вклад в общую безопасность может внести каждый. Например, участие в посадке деревьев помогает укрепить склоны гор их корнями и удержать почву от размывания. Не менее важно следить за чистотой русел рек и арыков, не допуская их засорения мусором, которое может усилить подтопление. Кроме того, очень важна личная подготовленность: заранее составленный план действий на случай чрезвычайной ситуации и «тревожный чемоданчик» с необходимыми вещами могут спасти жизнь. И конечно, всегда полезно делиться полученными знаниями с близкими, ведь понимание рисков и правил поведения — это основа безопасности для всех.

Рис. 2.1.6 **Животноводческая ферма после прохождения селевого потока**



Рис. 2.1.7 **Разрушенная дорога после наводнения.**



Снежные лавины: опасность в горах

Зимой и весной горы Таджикистана покрываются снегом. Иногда огромные массы снега срываются со склонов и несутся вниз с большой скоростью – это и есть снежная лавина.

Лавины – частое явление в горах Таджикистана. По статистике за 1997-2018 годы, в среднем происходило 27 лавин в год, которые уносили жизни 6 человек. В 2020 году было зафиксировано 80 сходов лавин. А в 2023 году было выпущено 314 предупреждений о лавинной опасности. Это говорит о том, что лавины – это постоянная сезонная угроза, усиливающаяся из-за изменений климата.

Рис. 2.1.8

Снежная лавина на Памире.



Чем опасны лавины?

- **Прямая угроза жизни:** Лавины могут засыпать людей, машины, дома. Это очень опасно.
- **Блокировка дорог:** Сошедшая лавина может перекрыть дорогу на несколько дней или даже недель, отрезав села от внешнего мира. Это мешает доставке продуктов, медицинской помощи, поездкам на работу или учёбу.
- **Повреждение инфраструктуры:** Лавины могут повредить линии электропередач, здания.

Изменение климата вносит свои сложности в прогнозирование лавин. Хотя общее потепление может привести к уменьшению снега на некоторых высотах, оно также может сделать снежный покров более нестабильным. Например, оттепели или дожди во время снегопадов могут спровоцировать сход мокрых лавин. Более тёплые зимы не всегда означают меньше лавин – они могут изменить характер и время риска. Поэтому очень важны постоянное наблюдение за состоянием снега в горах и своевременные предупреждения об опасности, особенно на важных дорогах, таких как Душанбе-Худжанд или дороги на Памире.

Рис. 2.1.9 **Последствия сошедшей снежной лавины на дороге Душанбе-Худжанд, февраль 2017 года.**



Как защититься и адаптироваться?

Опасные погодные явления – часть природы, и полностью избежать их невозможно. Но мы можем научиться жить с этими рисками, уменьшать их разрушительную силу и защищать себя и свои дома. Знания и готовность – вот главные инструменты в борьбе со стихией.

Системы раннего предупреждения (СРП): один из самых важных способов защиты – это вовремя узнать о надвигающейся опасности. Для этого создаются СРП. Специальные службы, такие как Агентство по гидрометеорологии (Гидромет) Таджикистана, следят за погодой, состоянием рек, снега и ледниковых озер. Если они видят признаки опасности (например, приближение сильного ливня, угрозу схода лавины или нестабильность ледникового озера), они передают предупреждение властям и населению. Услышав сигнал тревоги, люди могут успеть подготовиться: укрепить дома, собрать документы и необходимые вещи, перегнать скот в безопасное место или даже эвакуироваться.

Таджикистан активно участвует в глобальной инициативе «Раннее предупреждение для всех» (EW4All). Ее цель – чтобы к 2027 году каждый человек на планете был защищен системой раннего предупреждения. В Таджикистане уже прошли встречи и семинары для улучшения работы СРП, в том числе в регионах – Худжанде, Хороге и Бохтаре. В этой работе участвуют правительство, агентства ООН, международные организации и местные специалисты.

Национальные усилия и международное сотрудничество: в Таджикистане принята Национальная стратегия по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2030 годы. Она определяет главные задачи по защите населения и экономики от природных угроз. Эта стратегия соответствует международному плану действий – Сендайской рамочной программе по снижению риска бедствий.

Главным государственным органом, отвечающим за защиту от чрезвычайных ситуаций, является Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне (КЧСГО). Он координирует работу спасателей, проводит учения, помогает людям во время и после бедствий.

Для лучшей координации усилий правительства и международных организаций (таких как агентства ООН – ПРООН, УКГВ) в Таджикистане работает специальная группа – РЕАКТ (Группа быстрой оценки и координации при чрезвычайных ситуациях / Rapid Emergency Assessment and Coordination Team). РЕАКТ помогает разным организациям обмениваться информацией и планировать совместные действия по подготовке к бедствиям и реагированию на них. Это позволяет избежать дублирования и сделать помощь более эффективной.

Помимо готовности к внезапным бедствиям, важна и долгосрочная адаптация к новым климатическим реалиям, таким как более частые засухи, волны жары и меняющийся режим снегопадов. И здесь тоже есть много полезных дел, которые можно сделать на уровне сообщества, школы или дома:

В ответ на более частые засухи можно осваивать водосберегающие технологии, например, капельное орошение в садах и огородах. Создание простых систем сбора дождевой воды также помогает сберечь этот ценный ресурс для полива.

Для защиты от лавин крайне важно знать и соблюдать правила безопасности. Главное из них — не выходить на опасные склоны после сильных снегопадов и во время оттепелей, а также всегда обращать внимание на официальные предупреждения Комитета по чрезвычайным ситуациям (КЧСГО).

Важную роль играет озеленение дворов и улиц — деревья создают тень и прохладу, помогая легче переносить сильную жару.

Можно пробовать выращивать новые, более засухоустойчивые сорта растений, которые лучше переносят жаркий и сухой климат, и таким образом обеспечивать продовольственную безопасность.

Рис. 2.1.10

Последствия селя и противоселевое сооружение.





ВОПРОСЫ

1. Для какого города – большого или маленького – сложнее составить прогноз погоды? Почему?

_____

2. Ваша семья собирается отметить ближайший Новый Год на природе. Программа праздника будет зависеть от погодных условий – либо вы будете веселиться на открытом воздухе, либо в помещении. Какого числа можно хотя бы приблизительно составить прогноз погоды на 31 декабря?

_____

3. Чем опасна аномальная жара для человека?

_____

4. Относится ли землетрясение к опасным погодным явлениям?

_____

5. Были ли раньше опасные погодные явления, которые мы сейчас наблюдаем – сильные ветра, наводнения, «волны жары» и другие?

_____

6. Какие меры по адаптации к изменению климата рекомендуются для смягчения последствий экстремальных погодных явлений?

_____

7. Какие основные опасные погодные явления угрожают Таджикистану, как изменение климата влияет на эти угрозы?





ЗАДАНИЯ

Узнайте у своего учителя географии климатические показатели для вашего города.

Каким было прошедшее лето – более тёплым, чем обычно, или более холодным?



2.2 Как изменения климата влияют на растения и животных

Что такое биоразнообразие?

БИОРАЗНООБРАЗИЕ
это разнообразие видов растений и животных, грибов и микроорганизмов, а также множество сочетаний природных условий (ландшафтов) и огромное число вариантов генов у похожих организмов. Другими словами, биоразнообразие – это разнообразие форм и проявлений жизни на Земле.

Учёные выделяют **три основных типа биоразнообразия:**

- генетическое – среди организмов одного вида;
- видовое – среди всех живых существ на планете;
- ландшафтное или экосистемное – среди всех сочетаний условий обитания организмов.

Что такое **генетическое разнообразие?** Например, нам кажется, что все дикие гуси в одной стае одинаковые. Но на самом деле они немного отличаются один от другого. Вспомните: в замечательной истории про путешествие Нильса с дикими гусями каждая птица вела себя по-своему. Это, конечно, придуманная история, но в реальности так и есть. Один гусь сумеет быстрее других заметить лису, подбирающуюся по льду к заснувшей стае, другой помнит лужайки с сочной травой на берегу озера, третий лучше других находит дорогу по звёздам. А значит, вся стая окажется в выигрыше. И это относится не только к диким гусям. Любому виду животных или растений нужно решать разные задачи по выживанию, отдельные организмы с исключительными способностями справятся лучше, чем одинаковые, будто роботы с одного конвейера.

Генетическое разнообразие даёт начало образованию новых видов. Биологи считают, что небольшие поначалу отличия в поведении и внешности, допустим, двух медведей, со временем, в новых поколениях, возрастают. И через много лет пра-пра-правнуки этих медведей, облюбовавшие разные территории, уже начинают по-разному добывать пищу, устраиваться на зимнюю спячку (или вообще могут от неё отказаться). Так возникают два разных вида, например бурый медведь и его гималайский тёзка.

Бурый медведь.



Гималайский медведь.



Наверное, самое понятное – это **разнообразие видов** и более крупных систематических групп, например классов или типов. И без всякой науки ясно, что одуванчик отличается от подорожника, стрекоза от муравья, а ворона от лисицы. А вот почему эти (и ещё миллионы видов живых существ) такие разные?

Африканская саванна и её обитатели



Каждый вид организмов на планете играет свою особую роль. В африканской саванне верхушки травы объедают зебры, что пониже – достаётся антилопам гну, газель подгрызает траву у самой земли, а корни и клубни разрывает свинья-бородавочник. Так растительная пища используется наиболее полно, и никто не мешает друг другу. Значит, большинство обитателей данной местности будет сытым и здоровым, а вся экосистема будет существовать долго и устойчиво. И всё это – благодаря видовому разнообразию.

Разнообразие экосистем без труда заметит любой внимательный путешественник, если он в состоянии отличить ольховый лес от берёзовой рощи или коралловый риф от мангровых зарослей. Бесчисленные варианты экосистем в природе – словно разноцветные декорации, на фоне которых разворачивается нескончаемый спектакль круговорота жизни. Причем «декорации» тоже участвуют в нём самым серьёзным образом. Такое разнообразие создаёт условия для жизни огромного числа организмов, обеспечивая источники воды и пищи, убежища и пути миграции. Например, в случае сильного пожара некоторые растения могут сохраниться во влажных оврагах. Если размножившиеся сверх меры насекомые будут угрожать урожаю картофеля, их остановит зона глубокого сезонного промерзания почвы. То есть чем больше разнообразие природных условий, тем выше шансы для выживания видов и сохранения экосистемы.

Распределение видов по поверхности планеты неравномерно. Разнообразие видов в природе максимально у экватора и уменьшается по направлению к полюсам. Самые богатые по видовому разнообразию экосистемы – дождевые тропические леса, которые занимают около 7 % поверхности планеты и содержат более чем 90 % всех видов, известных на сегодня.

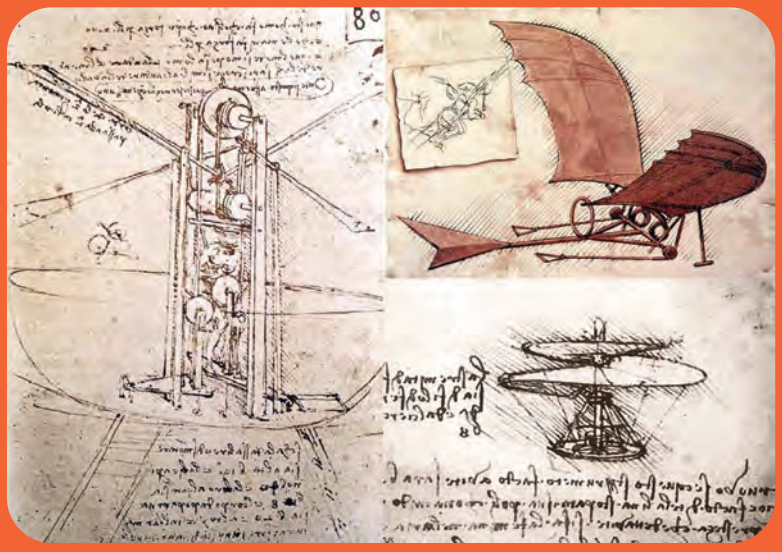


Почему биоразнообразие так важно?

Вспомните, что совсем недавно (по историческим меркам) всё, что человек ел, из чего строил жилище, чем лечился, из чего делал одежду, кого использовал как транспорт, он брал из окружающей его природы. «Сейчас это не так», – скажете вы? Не совсем. Например, современные учёные до сих пор огромное внимание уделяют поиску новых лекарственных веществ в тропических лесах. Для создания новых сортов сельскохозяйственных культур также нужны виды из дикой природы. Многие оригинальные технические изобретения «заимствованы» инженерами у животных и растений, у грибов и микроорганизмов.

Но, всё-таки, это не самая главная роль биоразнообразия. Самое важное, что биологическое разнообразие создаёт среду обитания для всех живых существ, в том числе и для нас с вами. Что это значит? Уже много миллионов лет всё, что растёт, бегает, плавает, ползает и летает на нашей планете, приспособилось к составу атмосферы Земли. Изменения этого «коктейля» из газов теперь могут быть только совсем незначительными. Но даже в атмосфере с чуть пониженным содержанием кислорода мы, как и многие животные, будем чувствовать себя неважно. Если же кислорода станет ещё меньше – то ... сами понимаете... А что поддерживает уровень содержания кислорода в атмосфере? Зелёные растения!

Наука бионика помогает решать инженерные задачи, используя знания о структуре и жизнедеятельности живых организмов. Например, изучение структуры кожи дельфинов позволило создать новую обшивку для морских судов, что увеличило их скорость на 15–20 %. Одним из основоположников бионики считается Леонардо да Винчи, который пытался построить летательный аппарат с машущими крыльями, как у птиц, – орнитоптер.





Все растения и животные, все микроорганизмы и грибы образуют очень сложно устроенную и тонко отрегулированную систему. Представьте, что вы с друзьями на целых два года оказались на космическом корабле, который должен долететь до Марса и вернуться. Сколько же в нём разных деталей, приборов, механизмов! Подумайте, не похожа ли наша планета на такой корабль? Каждая «деталь» в нём создавалась миллионами лет эволюции, её действие настраивалось на совместную работу с тысячами других «деталей». Что же случится, если из-за ошибки экипажа или удара метеорита повредится несколько устройств? На первое время их можно заменить другими похожими. А если ещё один удар космической стихии, тогда что?

Примерно такова ситуация с биологическим разнообразием Земли. Каждый организм выполняет важную работу. Один усваивает солнечную энергию, другой использует её для погони за добычей или спасения от хищников, третий разрушает мёртвую древесину или остатки павших животных и так далее... Каждый, самый большой баобаб и самый маленький лишайник, самый тяжёлый кит и самая лёгкая медуза – все они важные составные части жизни на планете Земля. А есть ещё неизвестные нам виды организмов! Возможно, их не так мало, как мы думаем, но они тоже нужны. Можно рассуждать и так: «Бывали в истории жизни на планете времена, когда вымирали целые группы организмов. Поэтому потеря одного вида организмов – ещё не катастрофа. И одного десятка, и одной сотни...». Стоп! Неправильно! Мы ведь не знаем, где предел устойчивости нашего «космического корабля». Вдруг мы его уже перешли? За недолгую историю человечества природа уже безвозвратно потеряла не сотню и не тысячу видов, а гораздо больше!

И ещё одна важная вещь – состояние биологического разнообразия можно представить как своего рода прибор, который показывает степень устойчивости, состояние здоровья природы. Если видов живых организмов много, каждый из них исправно играет свою роль, тогда тропический лес, океанский коралловый риф или лесное болотце могут существовать достаточно долго.

Не случайно одним из самых тяжёлых наказаний во все времена было надолго запереть человека в тесной камере с серыми стенами и не позволять ему глядеть на небо, общаться с другими существами.

Если на Земле станет меньше разных растений с красивыми и ароматными цветками (или с невзрачными и непахучими), меньше гибких горностаев и стремительных стрижей (или неуклюжих броненосцев и медлительных черепах), значит, наш общий дом всё больше будет становиться похожим на такую серую и скучную камеру!

Какие существуют угрозы биоразнообразию

Безмятежному существованию живой природы во всём её биологическом разнообразии угрожает прежде всего человек! Вырубаются леса, распахиваются степи, выжигаются саванны, осушаются болота, производится любительская и промысловая охота, вылавливается рыба и так далее. Конечно, всё это делается не с целью уничтожить дикую природу. Цель другая – обеспечивать растущее население планеты продовольствием, получать древесину, добывать энергию, разводить домашний скот, освобождать место для городов, дорог, военных полигонов и свалок, да много ещё для чего.

Очень сильно влияют на биологическое разнообразие изменения природных условий. Здесь и перепады температуры, и лесные пожары, и таяние многолетней мерзлоты, и осушение заболоченных равнин, и колебания уровня океана и многие другие причины. Вы уже знаете, почему это происходит.

Одно необычно жаркое лето – это ещё не катастрофа. И растительность, и животный мир за тысячелетия эволюции приспособились к кратковременным климатическим колебаниям и к постепенным изменениям в природе. Опасность для биологического разнообразия – в быстрых и необратимых изменениях внешних условий. В первую очередь это как раз климатические изменения. Попробуем в этом разобраться.

Великие вымирания и изменения климата

За весь известный современной науке срок развития живой природы (а это ни много, ни мало – больше трёх миллиардов лет), было несколько десятков периодов резких изменений климата, которые приводили к заметному уменьшению биоразнообразия. Среди таких временных отрезков особо выделяются пять. Их обычно называют великими вымираниями.

Одним из самых драматичных периодов был примерно 250 млн лет назад. Тогда на Земле не было знакомых нам растений и животных, тем не менее, разнообразие жизни было очень значительным. И вот достаточно быстро по геологическим меркам, за «какие-то» несколько миллионов лет, исчезли почти все виды животных и растений (последних было тогда гораздо меньше, чем животных, так как жизнь в океанах и морях была гораздо богаче, чем на суше).

В геологической истории Земли в биосфере постоянно происходило возникновение и исчезновение видов, ведь ни один вид не может существовать вечно. Вымирание компенсировалось появлением новых видов, и в результате общее число видов в биосфере возрастало. Вымирание видов – естественный процесс эволюции, который происходит без вмешательства человека.

Что же за таинственные причины привели к почти полному вымиранию одних видов и возникновению других? Учёные справедливо предполагают, что главным толчком послужили серьёзные изменения на поверхности планеты – смещение (дрейф) континентов (об этом мы уже говорили в предыдущих разделах). Это изменило всю картину тогдашней природы, в том числе положение горных хребтов и систему морских течений. И, конечно, коренным образом изменился климат Земли. После древних эпох похолодания наступило потепление климата. Он стал суше, а сезонные колебания температур – резче. К тому же изменилось содержание кислорода в приземной атмосфере. Всё это привело, как мы уже знаем, к массовой смене одних видов живых существ другими.

История с вымираниями видов повторялась потом не один раз, но уже не в таком масштабе. Примерно около 60 млн лет назад произошла другая, довольно резкая, перемена обстановки на нашей планете, что привело к вымиранию последних динозавров. Она тоже сопровождалась климатическими изменениями, которые, в свою очередь, усилили процессы смены одних животных и растений другими. Вместе с динозаврами исчезли и другие группы живых существ, например морские моллюски аммониты, похожие на бараньи рога, и белемниты, окаменевшие остатки которых напоминают наконечники стрел. Почти половина морских обитателей тогда исчезла, а сколько вымерло на суше – точно неизвестно, ведь на суше остатки организмов очень плохо сохраняются.

Аммониты.





Белемниты.





Климатические изменения в сторону похолодания часто сопровождались формированием полярных ледяных шапок. Огромные ледяные массивы Гренландии и Антарктиды и сейчас можно увидеть на фотографиях Земли из космоса. Сколько же воды нужно, чтобы образовались такие шапки? Наверное, немало. А откуда она берётся? Конечно, из океана. В процессе формирования ледяных шапок уровень океана понижается, и условия жизни для всех прибрежных организмов, как в воде, так и на суше, резко изменяются.

Получается, что климатические изменения, помимо всего прочего, влияют на состояние биоразнообразия, причём сначала – не в лучшую сторону. После этого жизнь на Земле постепенно восстанавливается, но она уже совершенно не будет похожа на прежнюю! На восстановление уходят миллионы лет, но вымершие виды уже не вернутся. Хотим ли мы оказаться в одном ряду с такими исчезнувшими организмами?

Кто из животных раньше других реагирует на изменения климата?

Конечно, всё, о чём мы с вами до сих пор говорили, это «дела давно минувших дней, преданья старины глубокой». Намного более глубокой, чем имел в виду поэт. А как в наше время климатические изменения влияют на живую природу во всём её многообразии?

В последнее столетие под влиянием человеческой деятельности и резкого изменения климата скорость вымирания видов по всей планете во много раз превысила естественную.

Считается, что мелкие животные с маленьким сроком жизни сильнее зависят от условий среды и поэтому быстрее реагируют на климатические изменения. Крупные организмы, конечно, тоже реагируют, но чтобы это увидеть, нужен длительный промежуток времени. Нас же с вами, как исследователей, интересуют события, которые происходят сегодня или произойдут в недалёком будущем, в котором нам с вами доведётся жить.

Зафиксированное в горах Словакии небольшое, но устойчивое повышение средних температур всего на 1,5–2 °С привело к неожиданным последствиям. Теплолюбивые красивые бабочки из семейства парусников – подалирии и махаоны – распространились за пределами лесостепной зоны, в которой жили, и стали появляться и на более прохладных и влажных луговинах. Кроме того, они стали размножаться не два, как обычно, а три раза в год.

У других бабочек, пестрокрыльниц, весной появлялись особи типичных коричневых оттенков, летом – чёрных, а осенью – снова коричневых. На этом чудесные превращения не закончились. Со временем и летнее, и осеннее поколения пестрокрыльниц стали демонстрировать окраску чёрных тонов, то есть типично летнюю.

Там же, в словацких горах, биологи установили две противоположные тенденции в жизни жука короеда-типографа и гусеницы пяденицы зимней. Жук-типограф расширил поле своей деятельности с повышением температуры. А вот пяденица – прожорливая гусеница, напротив, сократила масштабы поедания своих излюбленных деревьев. Во всех случаях налицо прямая связь температурных колебаний с поведением насекомых.

Бабочка махаон.



Жук короед-типограф.



Маленькая кубинская лягушка обитает в тропических лесах, где в течение дня и в течение года колебания температуры и влажности совсем небольшие, но всё-таки они есть. Внимание учёных привлекли особенности взаимоотношения хозяина (той самой лягушки) и её паразита (плесневого грибка). Было установлено, что паразит гораздо менее уязвим при изменении условий среды, чем его хозяин. Значит, изменения климата делают паразитов более опасными, а это ставит под угрозу всю популяцию вида-хозяина, в данном случае – кубинской лягушки.

Маленькая кубинская лягушка.



В холодных водах Южного океана даже малейшее повышение температуры приводит к повышению кислотности и уменьшению содержания кислорода. Молодые особи небольшого антарктического двустворчатого моллюска латернулы эллиптической покидают опасную зону, а те, кому минуло три года, из-за возрастного отмирания мышц не могут покинуть родные места и массово гибнут. Вы спросите: разве не могут моллюски прижиться и восстановить численность?! Океан же большой! К сожалению, не получится. Дело в том, что у этого моллюска способность к размножению появляется как раз после третьего года жизни, когда он утрачивает подвижность!

Моллюск латернула эллиптическая.





Одними из первых ощущают изменения климата кораллы. Это очень чувствительные организмы. Слишком тёплая или слишком холодная вода, недостаток света, избыток примесей – всё это замедляет рост кораллов или совсем прекращает его. Коралловые полипы не могут передвигаться и очень плохо приспосабливаются к изменениям среды. Поэтому они вынуждены жить и умирать там, где родились. Микроводоросли, которые усваивают для коралловых полипов энергию солнечного света, весьма зависимы от температуры воды. На многих участках австралийского Большого Барьерного рифа учёные отмечают гибель водорослей и обесцвечивание кораллов, что происходит, когда риф погибает. Это связано с тем, что повторяющиеся морские волны тепла в течение последних нескольких лет привели к тому, что большая часть Большого Барьерного рифа приобрела призрачно-белый цвет. Дым от сильных лесных и торфяных пожаров в Индонезии часто сопровождается выбросами в атмосферу соединений железа. Они вызывают бурный расцвет водорослей, которые вырабатывают ядовитые для кораллов вещества.

Коралловый риф.



Тем не менее, в последнее время есть несколько успешных примеров инновационных способов спасения кораллов. Австралийский институт морских наук использует метод размножения для производства большого количества здоровых кораллов на объекте аквакультуры, чтобы глубже понять репродуктивную биологию и экологию кораллов. Институт собирает с рифа фрагменты кораллов и доставляет их на объект для разведения. Зародыши кораллов выращиваются в питомниках и расселяются на специально предназначенные поверхности. Осевшие кораллы или фрагменты взрослых особей крепятся на специальные устройства и помещаются на риф. Затем дайверы снова посещают эти места, чтобы определить и понять условия окружающей среды, в которых кораллы выживают и растут лучше всего. Эти знания помогут спроектировать и усовершенствовать системы коралловой аквакультуры, чтобы улучшить непрерывное выживание кораллов на повреждённых рифах.

Потепление в полярных регионах приводит к сокращению площади сезонных морских льдов.

Сальпы.



На нижней поверхности льда особенно интенсивно развиваются микроскопические растения океана – фитопланктон. Он является началом пищевой цепочки, которая включает криль, рыб, пингвинов и других морских птиц, тюленей и заканчивается китами – южным гладким и синим. Если льда мало, то и места для размножения фитопланктона недостаёт. Криль не живет в бедных кормом водах, его место занимают желеобразные полупрозрачные сальпы, оригинальные древние существа. И тут пищевая цепочка прерывается! Дело в том, что сальп почти никто не ест, кроме нескольких видов рыб и морских черепах. И тогда в зимние месяцы киты не могут накопить достаточно жира, уходят из бедных кормом вод и другие их обитатели. Это ещё одно свидетельство сложных взаимосвязей в природе, которые отражены в биологическом разнообразии.

Сокращение северной полярной шапки льдов – самый известный пример потепления климата. Лёд нужен для миграций белого медведя и для его охоты на тюленей. Но и для самих тюленей лёд жизненно важен – без него им негде выращивать детенышей. Если ледяные поля уменьшаются по площади больше обычного, то тюленей становится меньше, и белый медведь при недостатке пищи съедает добытого тюленя целиком, в то время как раньше объедал только слой жира, а остатками тюленьей туши питались все остальные обитатели Арктики – песец и многочисленные птицы. Теперь им и этого не достанется!

Белый медведь.



На северной окраине Евразии лес медленно, но неотвратимо наступает на тундру, продвигаясь на десятки километров за столетие. При этом изменяются места обитания многочисленных птиц и источники корма для них. Тёплые зимы в Арктике – настоящая катастрофа для диких и домашних оленей. Оттепели и зимние дожди покрывают снег ледяной коркой, которая мешает оленям добывать основной зимний корм, лишайник ягель.

Северный олень.



Лемминг, самый многочисленный обитатель тундры, тоже страдает от потепления. Его норы раньше времени заливают талые воды. Без лемминга остаются голодными хищные птицы и песцы.

Лемминг.



Антарктическое побережье, которое выглядит как ледяная пустыня с отдельными каменистыми участками с крайне скудной растительностью, неожиданно демонстрирует исследователям обильные заросли щучки антарктической, небольшого злака, который ранее только и мог, что прятаться между камней от суровых ветров южного континента.

На другом конце Земли, в даурских степях, что лежат между Байкалом и монгольскими горами Большого Хингана, учёные отмечают усиление засушливости местного климата в связи с глобальным потеплением. Исчезают озёра и небольшие реки, высыхают лесополосы, раньше обычного выгорает степная растительность. Как реагируют обитатели степи на такие изменения, нетрудно предсказать. В донном иле обнаруживается множество личинок и икры в стадии глубокого покоя. Птицы откочёвывают в другие края, меняя пути пролёта и места гнездования. Нет или не хватает на всех корма для водоплавающих и околоводных птиц, таких как большой баклан, серая цапля, серебристая чайка. Перестаёт строить гнёзда гусь-сухонос. Из-за отсутствия водопоев уходят волк и лисица, барсук, даже журавль. Пернатые хищники, которым нужно много воды при мясной диете, тоже откочёвывают в более пригодные края.

Заяц-толай.



Отсутствие травы летом – не только бескормица, например для степного зайца-толая. Ему ещё и негде прятаться! Хорошо приспособлены к засухам местные аборигены сурок-тарбаган и даурский суслик, но и им приходится тяжело. Частые пожары – смертельная угроза для мелких и медлительных наземных животных. Когда сгорает трава, нет зимних кормов для копытных, и тысячные стада антилоп дзеренов мигрируют из Монголии в Россию. При этом возрастает нагрузка на оставшиеся немногочисленные водопои, скученность животных приводит к риску массовых заболеваний. Неожиданно такой засушливый летний период сопровождается многоснежными зимами, при которых, например, дикий кот манул не может добывать себе пищу. Есть, правда, один вид, которому потепление идёт на пользу: даурский ёж. Ему для нормальной жизни нужно больше пяти месяцев тепла, поэтому он расширяет своё пространство.

Манул.



Национальные парки: учимся сохранять природу

Что же такое – национальный парк? Это охраняемая территория, которую могут посещать туристы, но на которой человеческая деятельность ограничена. Национальные парки обычно создают в местах, где много разнообразных ландшафтов (как типичных, так и уникальных), редких, находящихся под угрозой исчезновения животных, растений, уникальных геологических, водных объектов. Национальные парки посещают взрослые и дети, многие из которых именно здесь узнают о глобальных экологических проблемах. В национальных парках организуют питомники для разведения редких видов растений и животных, которых потом переселяют на охраняемую территорию.

Влияет ли изменение климата на национальные парки? Поскольку глобальное изменение климата приводит к пожарам, засухам, повышению температуры атмосферы и многим другим явлениям, оно не может не влиять и на природу охраняемых территорий.

Пресноводные сообщества в парке «Эверглейдс» в штате Флорида (США) изменяются из-за притока солёных морских вод из близлежащего Флоридского залива. Учёные, сотрудники охраняемых территорий, осознали, что подобные процессы угрожают существованию национальных парков, и решили действовать. Так, Агентство по охране окружающей среды США и Служба национальных парков создали специальную программу «Парки в партнёрстве с климатом». Благодаря этой программе с причинами и последствиями климатических изменений знакомится как персонал парков, так и их посетители. При этом туристам рассказывают о том, что они могут сделать сами для решения глобальных проблем.

Национальный парк «Лахемаа», Эстония.



Национальный парк «Крюгер», Южно-Африканская Республика.



Национальный парк «Джаспер», Канада.





Первый Национальный парк был создан в США в 1872 году. Это известный парк Йеллоустоун.



Большой Барьерный риф, благодаря которому существует множество живых организмов, и который сильно страдает от изменений климата, охраняется как часть Морского национального парка Австралии. Он также внесен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО и признан одним из семи природных чудес света. Это единственная живая структура на нашей планете, которая видна из космоса.



Самый длинный пешеходный маршрут находится в другом американском национальном парке – Грейт Смоки Маунтинс.



Национальный парк Намиб-Науклуфт в Намибии (Западная Африка) известен благодаря своим оранжевым песчаным дюнам – самым высоким в мире. В некоторых местах они достигают высоты 300 м от поверхности пустыни. На территории этого огромного парка встречаются многообразные растения и животные.

Национальный парк «Югыд ва», Россия.



Заповедники: природа без человека

В заповеднике работают учёные, которые наблюдают за изменениями в природе и записывают их. Здесь нельзя даже собирать ягоды, грибы, ловить рыбу. В заповедниках восстанавливают виды исчезающих животных, которых потом выпускают в природу.

В местах, где природа испытывает незначительное влияние человека, создают биосферные заповедники. Как правило, в них охраняют типичные для данной местности экосистемы, а также редкие виды и природные сообщества. В таёжной местности это тайга, в тропической природной зоне – тропический лес. Сохранение природы таких территорий имеет значение для всей планеты.

Биосферные заповедники есть на всех континентах. Наверняка вы видели фильмы об охраняемых территориях в Африке. Именно благодаря таким заповедным зонам и сегодня можем видеть разнообразный мир природы этого континента.

Биосферный заповедник Беловежская пуща, Беларусь, Польша.



Государственный природный заповедник «Тигровая балка», Таджикистан.



ЗАПОВЕДНИК
это охраняемая территория, на которой запрещена любая деятельность человека, кроме научной.

Все биосферные заповедники участвуют в международной программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Именно на таких территориях учёные ведут постоянные длительные исследования окружающей среды. В настоящее время во многих заповедниках России изучают влияние климата на растительный и животный мир. Например, в Кавказском биосферном заповеднике учёные пришли к выводу о том, что лес на склонах гор постепенно «забирается» всё выше и выше.

Примером экологически безопасного национального парка может служить американский парк Зайон, где 5 тыс. частных автомобилей заменили двумя десятками автобусов, работающими на газе. Результатом стало значительное сокращение выбросов парниковых газов. Построенный по новым технологиям «Зелёный центр» для туристов почти 1/3 энергии получает от солнца, а 80 % потребности в освещении удовлетворяет за счёт естественного света. В тёплое время кондиционирование воздуха происходит за счёт особых испарителей с экономичным потреблением энергии. В холодное время теплу в помещениях не даёт «уходить» пассивная отопительная система с необычной стеной из теплопоглощающих материалов (камень, кирпич), которая обращена к солнцу.





В российском национальном парке Таганай была установлена первая экологичная система энергообеспечения. Для обеспечения одного из приютов электричеством теперь используют энергию ветра (работают ветрогенераторы) и солнца (солнечные панели). При этом система автоматически определяет, какую энергию выгоднее использовать в данный момент – солнечную или ветровую. Раньше здесь, как и в других приютах и кордонах парка, энергию получали только от бензогенераторов. Это и дорого, и небезопасно для окружающей среды.



Новая осветительная система, работающая от энергии солнца и ветра, установлена в Адлере, в парке Южные культуры, относящемуся к Кавказскому государственному природному биосферному заповеднику имени Х.Г. Шапошникова, Россия.



Заказники и памятники природы

В заказниках охраняется не всё природное сообщество, а только его отдельные части, например, только растения, или только животные, скалы или пещеры. Это значит, что запрещена только та деятельность человека, которая угрожает охраняемому объекту.

Памятники природы – это уникальные или типичные, ценные в научном, культурнопознавательном и оздоровительном отношении природные объекты, например озёра, отдельные деревья, геологические достопримечательности, старинные парки. В пределах памятников природы запрещена только та деятельность, которая наносит ущерб охраняемому объекту.

Как особо охраняемые территории помогают в борьбе сизменением климата

Какой же вклад может внести национальный парк (да и любая другая охраняемая территория) в решение проблемы изменения климата? Самый значительный вклад – уменьшение выбросов в атмосферу углекислого газа. Некоторые парки, например, предлагают туристам передвигаться не на частных автомобилях, а на общественных автобусах, работающих к тому же на альтернативном топливе. Сами сотрудники парка также используют транспорт, минимально влияющий на окружающую среду. В местах обслуживания посетителей энергию получают от ветра, солнца, тёплых горячих источников. Максимально используется естественное освещение, светодиоды, а энергию для служебных зданий дают солнечные батареи. Туристам предлагают сувениры, сделанные из вторичного сырья, в кафе можно заказать блюда из местных продуктов: их не требуется привозить издалека, они получены безопасным для окружающей среды способом. Вода в туалетах экономится благодаря специально подобранной сантехнике. Туристы знакомятся с правилами экологически грамотного и безопасного поведения благодаря многочисленным стендам.

Экотуризм: гармония человека и природы



Любите ли вы ходить в походы и отдыхать на природе? Если да, то вполне возможно, что через несколько лет вы с друзьями сможете стать настоящими туристами. А может быть, даже экотуристами.

Чем различаются туристы и экотуристы? Прежде всего, отношением к природе. Экотуризм возник не так уж и давно – тогда, когда люди стали осознавать ценность природы. Ведь отдыхать на природе можно по-разному. Например, можно просто заехать в лес или на берег озера на автомобиле, включить музыку на полную громкость, разжечь костёр там, где больше всего нравится, вкусно поесть и оставить после себя гору мусора. Но есть среди туристов те, кто готов взбираться на вершины гор только ради того, чтобы посмотреть на дикого зверя, найти редкое растение, послушать пение птиц, насладиться закатом и тишиной. Их главная цель – увидеть и услышать природу, которой современному человеку так не хватает. Они не оставляют после себя мусор, наоборот, убирают его за другими, и соблюдают все необходимые правила. Экотуристов с каждым годом становится всё больше!

Экотуризм – это возможность увидеть нетронутую, дикую природу, понять, насколько она разнообразна, как сильно зависит от человека, и задуматься над вопросом: «А что я могу сделать для своей планеты?». Участники экопутешествий изучают законы природы, участвуют в действиях, которые помогают поддержать и сохранить её, стараются свести своё влияние на окружающую среду до минимума. Ну а сами экотуристические фирмы отдают часть своих доходов на защиту и изучение окружающей среды.

Многие природные территории находятся в отдалённых местах, в сельских районах, где люди живут небогато. Или в местах, где проживают коренные народы, например в джунглях Южной Америки или в горных районах на севере Таиланда. Поэтому экотуристы обычно знакомятся не только с природой, но и с культурой разных стран. Благодаря экотуризму население таких регионов получает работу и дополнительные средства.

Итак, экотуризм помогает людям увидеть красоту и неповторимость природы, понять, насколько в окружающем мире всё связано, как много видов животных и растений обитает на нашей планете, и как сильно состояние окружающей среды зависит от действий каждого человека – не только взрослого, но и подростка и даже ребенка.

Эко-отель в Коста-Рике.





Экотуризм и изменение климата

На первый взгляд кажется, что экотуризм и изменение климата не очень связаны между собой. Но это не так! Многие туристские организации уделяют особое внимание этой проблеме. Что такое путешествие? Это, прежде всего, движение – на самолёте или океанском лайнере, на поезде, автомобиле или автобусе. Но все эти виды транспорта так или иначе используют топливо и загрязняют окружающую среду. Для экотуризма больше всего подходят велосипед, пешие и конные прогулки, сплавы по рекам. Можно выстроить свой маршрут таким образом, чтобы как можно реже использовать для передвижения автомобили, выбирать более экологически безопасные виды транспорта. Тем самым мы уменьшаем выбросы парниковых газов и вредных веществ в атмосферу.

Многие люди, устав от шума, транспорта и прочих «прелестей» города, становятся экотуристами и едут в сельскую местность, учатся выращивать местные овощи и фрукты, питаются экологически безопасной пищей. Обычно владельцы таких миниферм используют альтернативные источники энергии, отказываются от химических удобрений и средств защиты растений, делают из органических отходов компост. Такие экофермы есть во многих странах, однако особенно популярны они в Европе, Австралии, Новой Зеландии, США и Канаде.

Что такое Красная книга и для чего она нужна?

Красная книга – это список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов. Цвет её напоминает об опасности и о необходимости защитить и сохранить такие виды.

Живые организмы, которые необходимо охранять на всей планете, занесены в Международную Красную книгу. Главный её экземпляр хранится в швейцарском городе Морже, издаётся она благодаря Международному союзу охраны природы и природных ресурсов. Первое издание вышло в 1963 году. По форме эта необычная книга больше похожа на перекидной календарь, а не на привычную книгу. Почему? Дело в том, что со временем появляются новые сведения о тех или иных видах, в книгу добавляют листы с названиями новых растений, животных, грибов. Красная книга постоянно меняется, дополняется.

Для каждого вида в Красной книге приводятся сведения о его распространении, численности, особенностях местообитания, необходимых мерах по сохранению и многое другое. Страницы Красной книги окрашены в разные цвета. На чёрных помещены названия вымерших видов. К ним относятся, например морская (стеллерова) корова, странствующие голуби, дронт. Красные страницы посвящены исчезающим и особо редким животным (дальневосточный леопард, амурский тигр, снежный барс, зубр). Животные, численность которых уменьшается быстрыми темпами, указаны на жёлтых страницах (белый медведь, розовая чайка, джейран). Животные и растения, которых вообще в природе немного, записаны на белых страницах. Есть животные, которые пока ещё недостаточно изучены, так как живут в труднодоступных местах. Их перечень можно найти на серых страницах. И, наконец, самые обнадёживающие – зелёные страницы, посвящены видам, которые людям уже удалось спасти от вымирания (например речной бобр, лось).

Каждая страна, каждый регион тоже создают свои списки редких и охраняемых видов. В России (СССР) Красная книга появилась в 1974 году. Это был не просто список, это официальный документ для выявления и охраны редких и исчезающих видов растений и животных.



Перед тем, как занести тот или иной вид в Красную книгу, учёные проводят большую работу по изучению флоры, фауны, грибов определённой местности, выясняют причины, которые угрожают существованию видов, описывают места их обитания и решают, как именно их нужно сохранять. На страницы Красной книги попадают не только редкие и эндемичные (встречающиеся только на данной территории) виды, но и многие красивоцветущие или съедобные, лекарственные растения.

Причины, по которым животных и растения нужно охранять, делят на две группы: прямые и косвенные. Прямые – это когда человек своими действиями уничтожает животных и растения: охота, сбор лекарственных растений, вылов рыбы и других водных организмов. Косвенные – это изменение местообитаний, в том числе и из-за глобальных климатических перемен. К ним относится и акклиматизация животных, интродукция растений (когда «пришельцы» в силу тех или иных причин вытесняют местные виды), уничтожение растений, которые являются кормом для животных, и многое другое.

Как можно использовать экосистемы для адаптации?

В своём последнем докладе МГЭИК предложила доступные адаптационные решения, которые могут повысить устойчивость к климатическим рискам и, во многих случаях, одновременно обеспечить более широкие выгоды для устойчивого развития.

Одним из таких решений является адаптация на основе экосистем, которая может помочь сообществам адаптироваться к климатическим воздействиям, а также защитить биоразнообразие, улучшить показатели здоровья, укрепить продовольственную безопасность, обеспечить экономические выгоды и повысить улавливание углерода. Многие меры по адаптации на основе экосистем, включая защиту, восстановление и устойчивое управление экосистемами, а также более устойчивые методы ведения сельского хозяйства, такие как интеграция деревьев в сельскохозяйственные угодья и увеличение разнообразия сельскохозяйственных культур, сегодня могут быть реализованы с относительно низкими затратами. Ключом к успеху этих подходов является вовлечение местных сообществ и учёт возможных будущих изменений в экосистемах из-за изменения климата.

Рис. 2.2.1 **Экосистемная адаптация, способная защитить жизни и повысить благосостояние людей.**



Биологическое разнообразие и экосистемы Таджикистана

Таджикистан обладает уникальным и богатым природным миром.

Растительный мир (флора)

Флора Таджикистана очень богата и разнообразна. Здесь произрастает почти 9800 видов растений, включая около 5000 видов высших растений (деревья, кустарники, травы) и более 3000 видов низших (мхи, лишайники, водоросли). Среди них много эндемичных видов – то есть таких, которые встречаются только на территории Таджикистана и больше нигде в мире. Это делает природу страны особенно ценной. Есть также много редких видов, нуждающихся в охране.

Особенностью Таджикистана является высотная поясность: растительность меняется в зависимости от высоты над уровнем моря. Внизу, в долинах, климат теплее, а чем выше в горы – тем прохладнее. Растения приспособились к этим разным условиям. Поэтому, путешествуя по Таджикистану, можно увидеть самые разные растительные сообщества:

- Широколиственные леса (например, из клёна, грецкого ореха)
- Тугайные леса (вдоль рек)
- Мелколиственные леса
- Арчовые леса (из можжевельника)
- Ксерофильные редколесья (приспособленные к засушливым условиям)
- Заросли кустарников
- Полупустыни и пустыни (с полудревесной и полукустарничковой растительностью)
- Подушечники и колючетравники (характерные для высокогорий)
- Полусаванны, степи и луга.

Животный мир (фауна)

Рис. 2.2.2

Архары.



Животный мир Таджикистана также отличается большим разнообразием. На территории страны обитают:

- Примерно 85 видов млекопитающих;
- 385 видов птиц;
- 49 видов пресмыкающихся;
- 64 видов рыб;
- 3 вида земноводных;
- 12 тысяч видов беспозвоночных.

Такое разнообразие на относительно небольшой территории объясняется географическим положением Таджикистана на стыке нескольких природных регионов и большим перепадом высот – от жарких долин до холодных высокогорий.

В Таджикистане обитают животные, имеющие глобальное значение, многие из которых являются редкими и нуждаются в особой охране. Среди них:

- Винторогий козёл (мархур)
- Горный баран архар (включая барана Марко Поло) (см. Рис. 2.2.2)
- Бухарский олень (тугайный олень)
- Снежный барс (ирбис) (см. Рис. 2.2.4)
- Среднеазиатская кобра
- Серый варан
- Редкие хищные птицы (сокол-балобан, орёл-змееяд (см. Рис. 2.2.3))
- Амударьинский лжелопатонос (редкая рыба).

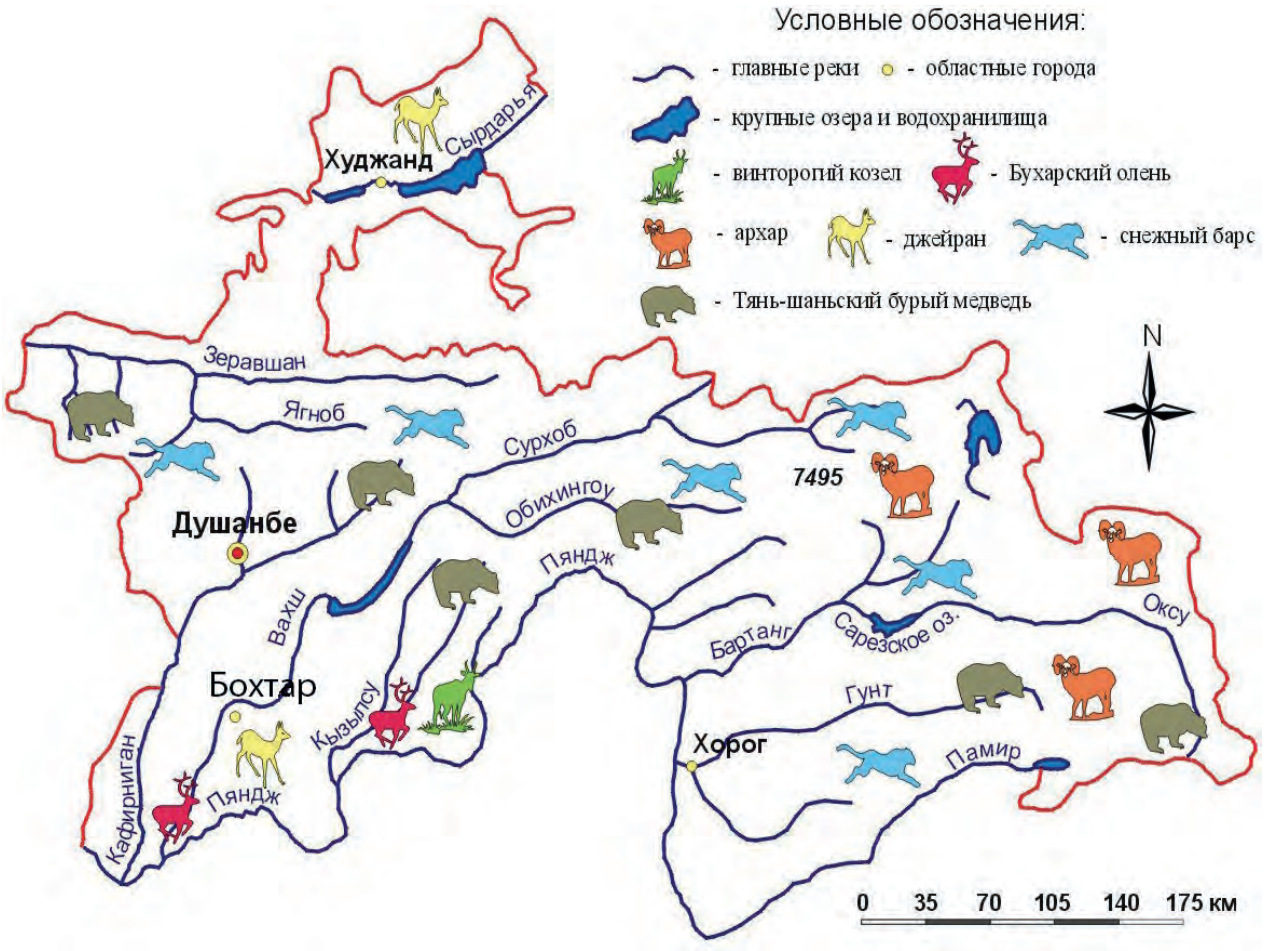
Рис. 2.2.3 **Орёл-змееяд.**



Рис. 2.2.4 **Снежный барс.**



Рис. 2.2.5 **Редкие виды млекопитающих в Таджикистане**



Красная книга Таджикистана

Для сохранения редких и исчезающих видов растений и животных в Таджикистане, как и во многих других странах, ведется Красная книга. Это официальный государственный документ, который содержит список таких видов, информацию об их распространении, состоянии популяций, причинах сокращения численности и необходимых мерах по их сохранению. Виды, занесённые в Красную книгу, подлежат особой охране на всей территории страны.

Первая Красная книга Таджикской ССР была издана в 1988 году и включала 162 вида животных и 226 видов высших растений. Второе, обновлённое издание вышло в 2015 году. В него вошли 222 вида животных (в том числе 44 вида млекопитающих, 43 вида птиц, 31 вид пресмыкающихся, 14 видов рыб, 81 вид насекомых и 9 видов моллюсков) и 267 видов высших растений.

В настоящее время представлено третье издание Красной книги Таджикистана. В него вошли 304 вида растений и 242 вида животных. В новую редакцию включены новые виды, например, некоторые виды тюльпанов и бабочек (толстоголовка). Ведение Красной книги – это важный инструмент для мониторинга состояния биоразнообразия и планирования природоохранных мероприятий.

Влияние изменения климата на природные системы

Изменение климата – повышение температуры, изменение режима осадков, таяние ледников – оказывает заметное влияние на экосистемы и биоразнообразие Таджикистана. Живые организмы очень чувствительны к изменениям среды обитания.

Приведем несколько примеров:

- **Сурок Мензбира (см. Рис. 2.2.6)** – эндемик Западного Тянь-Шаня, обитавший на Кураминском хребте (Северный Таджикистан). Его типичные места обитания – горные луга со снежниками, которые обеспечивали влагой растительность летом. Из-за потепления климата снежники растаяли, что привело к ухудшению кормовой базы. Это стало одной из основных причин, почему популяция этого сурка в Таджикистане практически исчезла. Сурок Мензбира внесён в Международную Красную книгу как уязвимый вид.

Рис. 2.2.6 Сурок Мензбира.



Рис. 2.2.7 Бабочка Аполлон.



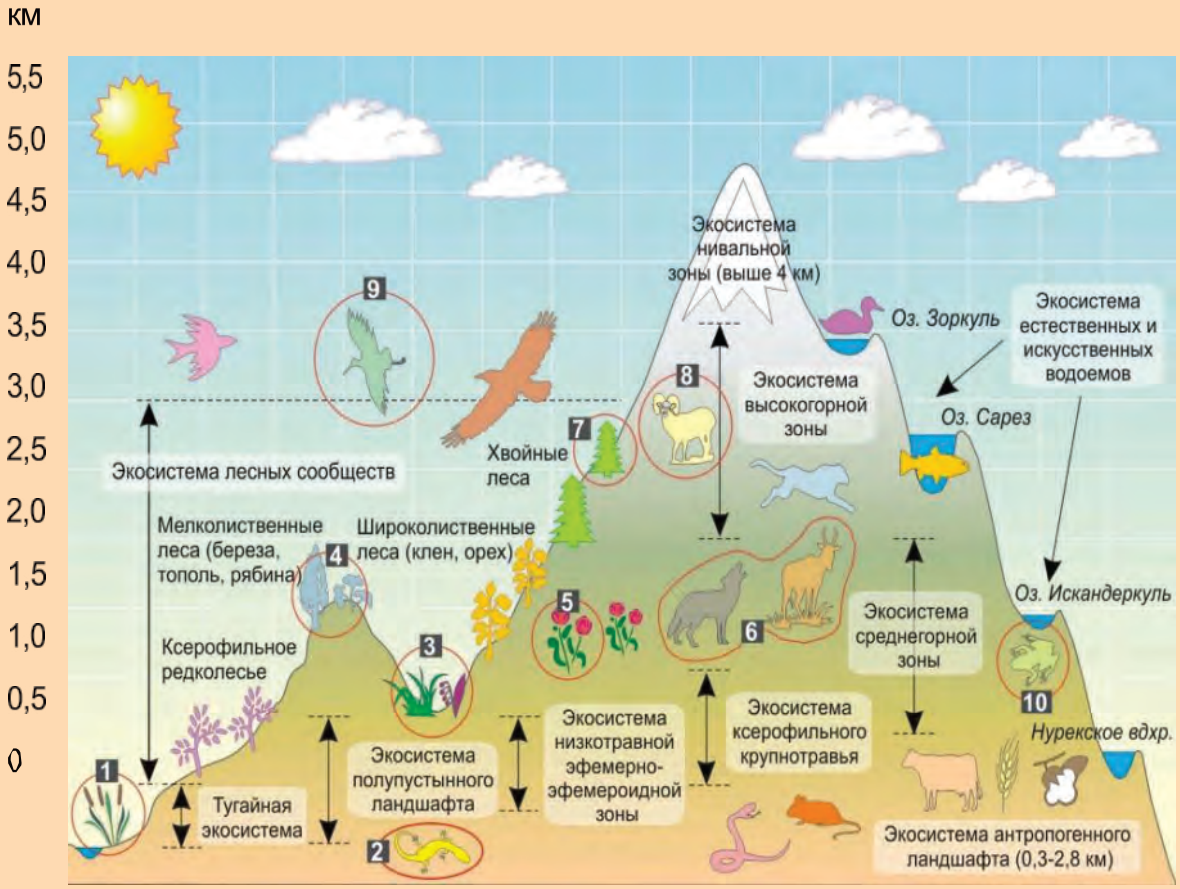
Насекомые, например, бабочки, также реагируют на изменения климата. Для некоторых видов, приспособленных к узким экологическим условиям, таких как бабочка Аполлон (см. Рис. 2.2.7), иссушение климата и расширение полупустынных зон может привести к сокращению их ареала (области распространения).

В целом, изменение климата может приводить к следующим последствиям для биоразнообразия:

- Смещение ареалов видов (обычно вверх в горы).
- Изменение сроков сезонных явлений (цветение, миграции).
- Угроза исчезновения для наиболее уязвимых видов.
- Изменение структуры экосистем.
- Возможное увеличение частоты вспышек вредителей и болезней.

Сохранение богатого биоразнообразия Таджикистана в условиях меняющегося климата и растущего влияния человека – сложная, но очень важная задача. Для этого в стране создана сеть особо охраняемых природных территорий (заповедники, национальные парки), ведется Красная книга, реализуются национальные и международные программы по охране природы и адаптации к изменению климата.

Рис. 2.2.8 Расположение основных экосистем Таджикистана по высотным зонам и ожидаемые последствия изменения климата для них



1 - деградация экосистемы в результате уменьшения стока рек, повышения температур, увеличение риска возникновения пожаров.

2 - расширение границ пустынь, исчезновение уязвимых видов флоры и фауны.

3 - изменение состава флоры в результате повышения температуры и дефицита увлажнения, ухудшение кормовой продуктивности пастбищ.

4 - изменение фенологических параметров лесных растений (более ранее озеленение, пожелтение и др.).

5 - деградация биотопов, сокращение кормовых ресурсов животных.

6 - изменение в системе хищников и травоядных.

7 - поднятие верхней границы произрастания хвойных и других лесов.

8 - деградация мест обитания диких животных высокогорий.

9 - изменение сроков прилёта птиц.

10 - сокращение численности обитателей водоёмов.

ВОПРОСЫ

1. Назовите самую богатую по видовому разнообразию экосистему на Земле.

2. Что такое прямые и косвенные причины исчезновения живых организмов? Приведите примеры.

3. С чего бы вы с друзьями начали рассказ о важности сохранения биоразнообразия в своём классе? Какие доводы наиболее убедительны для школьников, а какие – для взрослых?

4. Почему Красная книга имеет именно такой цвет обложки? Какие вы знаете растения, животные, грибы, занесённые в Красную книгу?
Почему они исчезают?
Можно ли помочь сохранить их?
Какого цвета страницы есть в Красной книге?
Для чего понадобилось окрашивать их в разные цвета? Почему с каждым переизданием Красная книга становится всё толще?

5. Как потепление климата влияет на северных оленей?

6. Кто может считать себя экотуристом?

7. Какие меры по адаптации к изменению климата, упомянутые в этой и других главах, вы можете порекомендовать для снижения воздействия изменения климата на биоразнообразие и экосистемы?

8. Какие решения являются частью адаптации на основе экосистем?





ЗАДАНИЯ

Всем классом создайте свою Красную книгу. Пусть каждый из вас нарисует на странице определённого цвета животное, растение или гриб, нуждающийся в охране, и объяснит свой выбор.



2.3 Как изменение климата влияет на леса

Что такое лес?

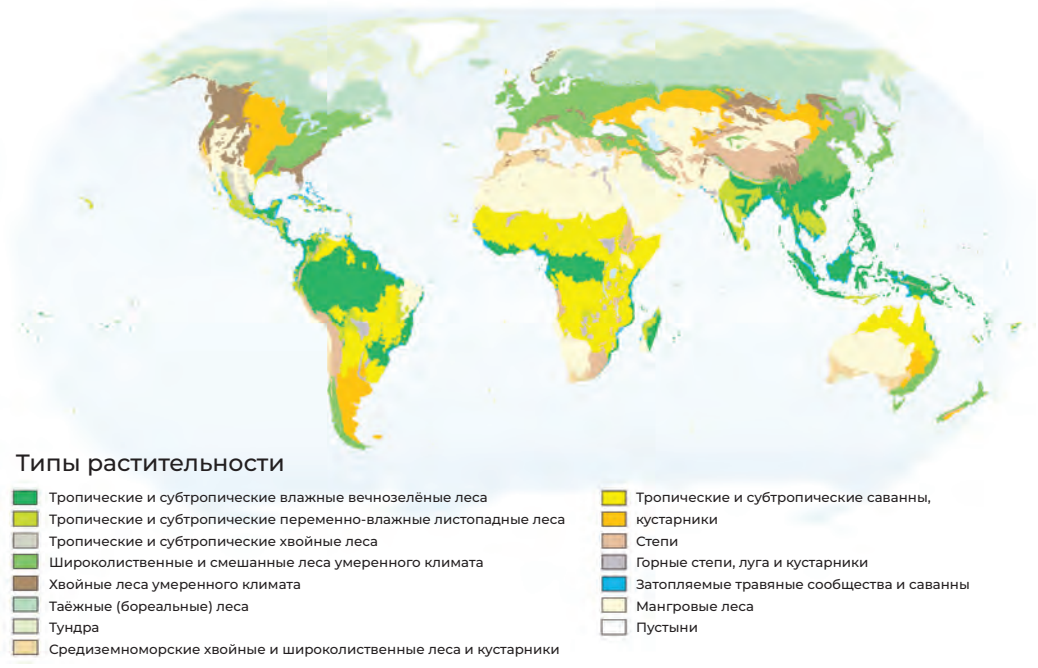
Каждый из нас хорошо представляет себе, что такое лес. Однако дать однозначное определение этому понятию, как оказалось, затруднительно. В мире существует более 800 различных определений леса! Самый распространённый подход, используемый Организацией Объединённых Наций (ООН), включает такие показатели, как: 1) высота деревьев – не менее 5 м, 2) сомкнутость крон деревьев (доля земли в тени кроны деревьев) – не менее 10 % и 3) минимальная площадь – 0,5 га. Согласно этому определению, чуть менее 4 млрд га или около 30% от общей территории суши покрыто лесами. Около половины мировых лесных массивов расположено в трёх странах: России, Канаде и Бразилии.

Типы лесов

Леса обычно классифицируются как вечнозелёные или листопадные и с точки зрения преобладающих древесных пород (широколиственные, хвойные или смешанные). Основные типы растительности и их распространение представлены на Рис. 2.3.1. Среди них различают следующие виды лесов:

- **Бореальные леса (тайга)** – северные вечнозелёные хвойные леса.
- **Широколиственные** – хвойные и смешанные леса умеренного климата.
- **Средиземноморские леса** – которые обычно состоят из вечнозелёных широколиственных, хвойных и склерофитовых пород. В переводе с греческого языка склерофит означает «жёстколистное растение». Такие деревья и кустарники имеют небольшие тёмные листья, покрытые восковым наружным слоем, чтобы сохранить влагу в засушливые летние месяцы.
- **Тропические и субтропические** – влажные вечнозелёные, переменно-влажные листопадные и хвойные леса.

Рис. 2.3.1 **Карта преобладающих типов растительности.**



Как леса зависят от климата?

Жизнь леса и его географическое распространение зависят от климатических условий, в первую очередь температуры воздуха и количества осадков. Климат позволяет расти лесам далеко не везде. Северная граница распространения лесов зависит от температуры воздуха. Там, где становится слишком холодно, леса сменяются тундрой. Однако температурные условия, особенно на равнинах, меняются не скачком, а постепенно. Потому на границе леса и тундры формируется переходная зона, в которой можно встретить участки как тундры, так и леса. Такая переходная зона называется лесотундрой (Рис. 2.3.2).

Положение южной границы распространения леса – где лес переходит в степь – определяется количеством осадков. В жарких условиях растение постоянно испаряет влагу с листьев для охлаждения. Если же осадков в летний период немного, то влаги в почве накапливается мало, и у деревьев возникают большие проблемы с её подъёмом на высоту кроны. Потому в тёплых условиях и при небольших осадках преимущество получают невысокие травянистые растения. Так образуются степи.

Помимо климата на площадь лесного покрова серьёзное влияние оказывает рельеф местности, грунты, водоёмы и деятельность человека.

Рис. 2.3.2 **Лесотундра.**



Леса умеренного и субарктического климатических поясов

Северные леса, где преобладают хвойные породы (сосна, ель, лиственница, пихта, кедр), называются таёжными (бореальными). Интересно, что в Европейской тайге и Западной Сибири преобладают сосны и ели, а в Центральной и Восточной Сибири – лиственницы. Это связано с наличием многолетней мерзлоты на огромных сибирских территориях к востоку от Енисея. Эта зона оказывается наиболее благоприятной для произрастания лиственницы.

Различия в температурных условиях, например средних температурах летних месяцев, временах схода и установления снежного покрова, приводят к подразделению таёжной зоны на северную, среднюю и южную тайгу.

В северотаёжных лесах высота взрослых деревьев невелика – 10–20 м. В южнотаёжных лесах деревья могут достигать 50 м в высоту (Рис. 2.3.3). Средняя тайга занимает промежуточное место между северной и южной не только по географическому положению, но и по средней высоте деревьев – 20–25 м.

К югу от тайги расположена зона широколиственных лесов (Рис. 2.3.4). Здесь преобладают различные виды дубов, граб, вяз. В лесоводстве такие породы называют твёрдолиственными, то есть лиственными породами с твёрдой древесиной. Южнее широколиственных лесов в Восточной Европе и Центральной Азии располагаются степи, а переходная зона называется лесостепью.

Обратите внимание на то, что в Западной Сибири и центральных районах Северной Америки (Рис. 2.3.1) зона широколиственных лесов вообще отсутствует, а тайга непосредственно переходит в степь. В этих регионах из-за континентального климата осадков выпадает мало, там очень сухо, потому широколиственные леса, которым нужно много влаги, не образуются.

Рис. 2.3.3 **Южная тайга.**



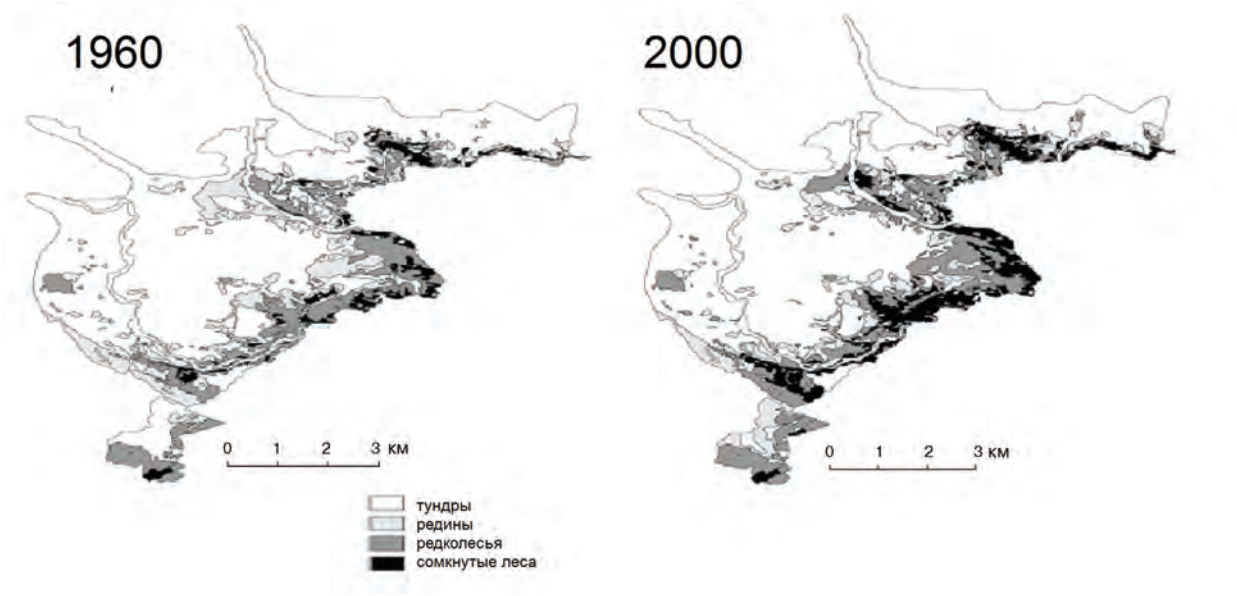
Рис. 2.3.4 **Широколиственный лес.**



Влияют ли современные изменения климата на лес?

Интересно, реагирует ли лесной покров на современное потепление климата? Ответ – да! Особенно ярко изменения, связанные с потеплением климата, проявляются на северной границе распространения леса. На Полярном Урале деревья и кустарники поднимаются выше по склонам гор, занимая постепенно пояс горных тундр (Рис. 2.3.5). Верхняя граница распространения лиственничных деревьев за последние 80– 90 лет поднялась вверх в среднем на 35–40 м (а в некоторых регионах и на 50–80 м). Продвижение кустарников вверх по склону на 50 м и более отмечено в Хибинах на Кольском полуострове (Мурманская область России). Активный рост кустарников, в особенности ив, наблюдается в восточноевропейских тундрах.

Рис. 2.3.5 **Изменения растительного покрова на Полярном Урале (бассейн р. Собь).**



Деревья в горах Южной Америки бегут от жары

Деревья и кустарники в горных регионах Южной Америки «убегают» от нестерпимой жары вверх по склонам гор – туда, где воздух ещё прохладен, где ещё можно жить.

В Андах деревья поднимаются в среднем на 2,5–3,5 м в год. Для растения, стоящего на месте и способного «идти» только размножаясь, это могучий рывок. Однако из-за глобального изменения климата в Андах теплеет настолько быстро, что деревьям надо преодолевать по вертикали более 6 м в год, чтобы оставаться в комфортной температурной зоне.

Из 38 видов растений, за которыми учёные ведут наблюдение, быстрее всех мигрирует шеффлера: она поднимается примерно на 30 м в год. А вот фикус, по-видимому, обречён: его скорость по вертикали не превышает 1,5 м в год. Климатические модели говорят о том, что к 2100 году может исчезнуть более 50 % видов тропических растений, если температура на планете повысится на 4 °C.

Южная граница леса тоже меняется. В лесостепной и степной зонах европейской части России происходит постепенное исчезновение дубрав – в основном из-за летних засух. В Байкальском регионе, наоборот, сосновые леса наступают на степные экосистемы, что объясняется увеличением количества осадков. Таким образом, южная граница леса смещается не столько из-за роста температуры, сколько из-за изменения режима увлажнения.

В лесах России за последние десятилетия изменились площади, занимаемые некоторыми древесными породами, и учёные считают, что во многом это происходит из-за потепления климата. Например, дубовые леса сокращаются в южных регионах и, наоборот, увеличиваются севернее, на границе листопадных лесов и северной тайги.

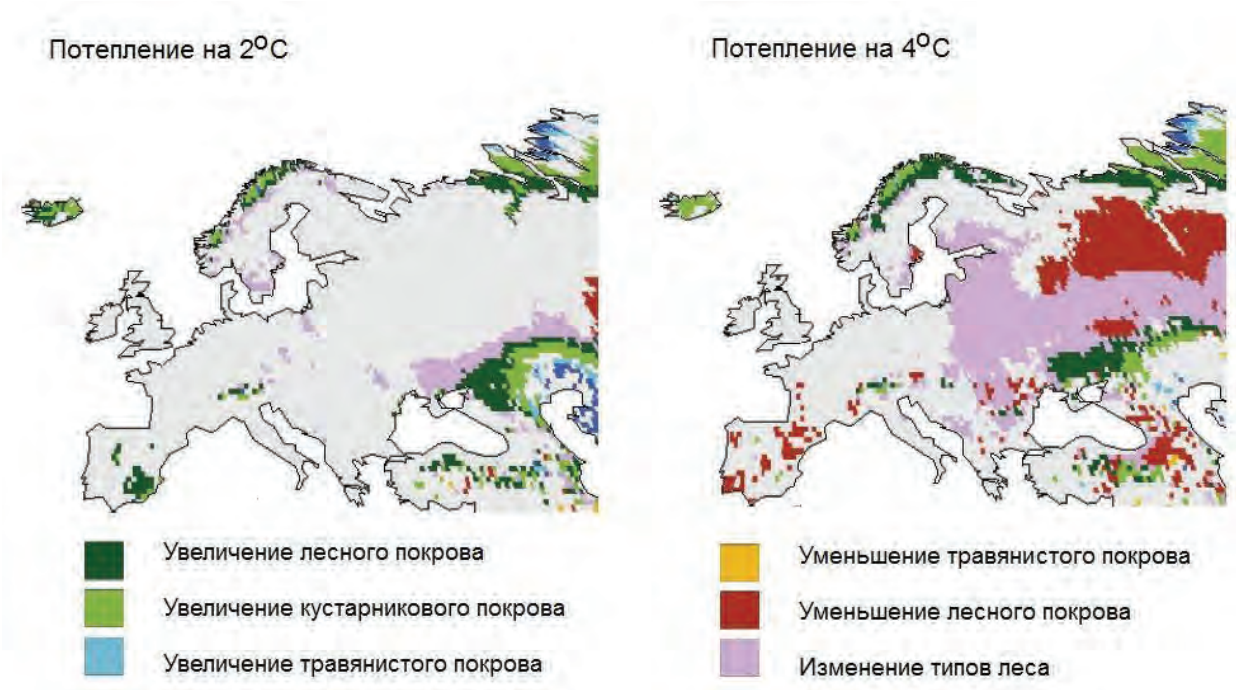
Почти по всей России идёт сокращение площадей еловых лесов. У ели поверхностная корневая система, поэтому она оказывается очень чувствительной к увеличению частоты и продолжительности засух, при этом во многих регионах России увеличивается площадь берёзовых лесов. Это явление хорошо известно лесоводам. Дело в том, что после пожара или вырубки хвойных деревьев на их месте вырастают сначала берёзы и другие мелколиственные породы, и только потом, со временем, появляются новые хвойные деревья, которые постепенно начинают вытеснять мелколиственные берёзу, осину и ольху. Однако в последние десятилетия этого не происходит: скорее всего, хвойные деревья не успевают сменить берёзовые леса.

Рис. 2.3.6 **Еловый лес.**



Согласно большинству прогнозов, из всех лесных регионов планеты наибольшие изменения, связанные с потеплением климата, будут происходить в северных лесах Евразии и Северной Америки за счёт смещения северной и южной лесных границ. Так, при повышении температуры на 2 °С общая площадь лесного покрова увеличится за счёт распространения лесов в современную зону тундр (Рис. 2.3.7). При повышении температуры на 4 °С отступление лесов будет идти по всей южной границе их распространения, причём оно станет более масштабным, чем продвижение лесного покрова на север, в зону тундр.

Рис. 2.3.7 **Прогнозируемые изменения лесного покрова Европы к 2100 году при потеплении на 2 и 4 °С.**



Вызванное изменением климата обезлесение охватит почти всю среднюю полосу Восточной Европы и Западной Сибири. Это очень тревожный прогноз, показывающий, насколько серьёзной может стать ситуация с исчезновением лесов, если осуществится самый неблагоприятный сценарий потепления климата.

Гибель лесов от пожаров, нашествий вредителей и экстремальной погоды

Ещё одна большая проблема для лесов, связанная с изменением климата, – это масштабные пожары и нашествия вредителей из-за более жаркой погоды в летний период. Жара и другие экстремальные погодные явления часто становятся непосредственной причиной гибели лесов.

Лесные пожары возникают главным образом в результате неосторожного обращения с огнём. Однако для их возникновения нужны определённые погодные условия, а именно, сочетание тёплой и сухой погоды в течение нескольких дней или недель. В этих условиях подсыхает лесная подстилка, состоящая из отмерших листьев, хвои и мелких веточек, мхов, лишайников и трав, растущих под пологом леса. Лесная подстилка быстро воспламеняется, и пожар распространяется на большие площади. Такие пожары называются низовыми.

При распространении огня в хвойных лесах огонь часто выходит в кроны деревьев. Хвоя и мелкие ветви елей и сосен содержат большое количество смолистых веществ, потому они легко загораются и на живых деревьях. В этом случае возникает верховой пожар (Рис. 2.3.8), наиболее опасный и разрушительный, приводящий к полной гибели леса!

Пожары наносят огромный ущерб лесу: гибнет много деревьев, уменьшается их прирост, ухудшается состав лесов, распространяются вредные насекомые. При изменении климата вероятность возникновения пожароопасных ситуаций увеличивается, поскольку повышается температура, что приводит к более быстрому высыханию лесных горючих материалов. Становится более длинным тёплый сезон года, в который могут происходить пожары.





Рис. 2.3.8

Лесной пожар.

Необычно жаркое лето 2010 года в центре Европейской части России ослабило хвойные деревья, приспособленные совсем к другим условиям. Такие ослабевшие деревья – лёгкая добыча для многих видов насекомых, которые живут под корой. В годы с нормальной температурой и влажностью численность этих насекомых контролируется другими видами – и хищными насекомыми, и птицами. Но если жуков-короедов слишком много, лесу на огромных площадях приходит конец! Высохшие деревья остаются сначала без хвои, а потом и без коры. Многочисленные грибы-разрушители древесины продолжают свою невидимую работу, из-за чего корни уже не удерживают деревья. Под сильным ветром они падают одно за другим (Рис. 2.3.9). Из исчезнувшего леса вместе с птицами уходят белки – ведь урожая шишек нет и не предвидится. Если водилась в таком лесу куница, она тоже уйдет в поисках охотничьих угодий побогаче. Зелёный ковёр ландышей и кислицы, ранее укрытый от прямого солнечного света, сменяется зарослями вейника, малинником, крапивой. Словом, меняется весь набор видов!

Однако всё ещё может вернуться к прежнему положению. Так же, как и после пожаров, через сотню-другую лет еловый лес восстановится почти полностью. Но только при условии, что где-то остались такие же нетронутые леса со всем прилагающимся набором обитателей. И если в последующие годы не случится столь же необычных колебаний температуры.

Совсем недавно, в сентябре 2021 года, пожары уничтожили более 18,16 млн га российского леса, установив абсолютный рекорд с тех пор, как в стране в 2001 году началось наблюдение за лесными пожарами с помощью спутников. Предыдущий рекорд был установлен в 2012 году, когда пожары охватили 18,11 млн га леса.

Помимо засух, гибель лесов вызывают и другие экстремальные погодные явления: ураганные ветры и смерчи, приводящие к ветровалам (Рис. 2.3.10), ливни, во время которых происходит либо смыв отдельных участков леса, либо отмирание деревьев при длительном затоплении. Массовое повреждение деревьев может вызываться обильно выпавшим мокрым снегом или обледенением. При сильном граде происходит повреждение коры ветвей, что может вызвать заметное ослабление деревьев и их частичное усыхание.

Рис. 2.3.9

Вывал в ельнике, усохшем после засухи 2010 года.



Ураганные ветры в Костромской области, Россия

В июне 2010 г. на территории Костромской и соседних областей России бушевали сильнейшие ураганные ветры. Их скорость достигала 70–90 км/ч. Пострадали жилые дома и постройки, были оборваны линии электропередач, повалены деревья в населённых пунктах. Большой ущерб был нанесён лесным насаждениям области (Рис. 2.3.10). По оценке исследователей из Костромского государственного университета имени Н.А. Некрасова, ураганы повалили леса на площади 21 тыс. га! Подобные события повторяются с повышенной частотой; последнее наблюдалось в августе 2023 года.

Рис. 2.3.10 **Последствия ветровала в Костромской области (Россия).**



История оледенений, современные научные свидетельства и прогнозы показывают, что леса и другие природные экосистемы могут адаптироваться к самым различным климатическим условиям. Но эта адаптация в основном связана с миграциями – то есть изменениями границ природных зон и типов растительности. Во время оледенений леса сохранялись на сравнительно небольшой территории, а обширные пространства Евразии покрывались тундрами и тундростепями. При потеплении лес возвращал себе статус доминирующего типа растительного покрова. Однако современное потепление развивается слишком быстрыми темпами. В этих условиях вполне вероятны не постепенные, а катастрофические смены типов растительного покрова, то есть масштабные усыхания лесов с повышенной вероятностью лесных пожаров.

Потому лучше не доводить глобальное потепление до крайностей, а обеспечить постепенную стабилизацию климатической ситуации на планете!

Как леса влияют на климат?

Мы с вами узнали, как климат и его изменения влияют на леса. Но оказывается, существует и влияние леса на климат!

Например, зелёный лес меняет отражение солнечного света земной поверхностью, тем самым влияя на количество тепла, поглощаемого Землёй. Разница в температурах между лесом и безлесной территорией особенно заметна в зимний период. Солнечные лучи хорошо отражаются от заснеженных безлесных равнин, и в меньшей степени – от более тёмных пространств, покрытых таёжными лесами.

Лес помогает удерживать влагу в почве и влияет на испарение, делая климат региона более мягким и влажным.

В лесу дольше задерживается снежный покров – так сглаживаются весенние скачки температуры и снижаются риски весеннего разлива реки.

Однако важнейшее для климата свойство лесов связано с углеродным циклом. Лес поглощает углекислый газ из атмосферы и хранит связанный углерод в виде различных органических веществ. А ведь именно углекислый газ, попадающий в атмосферу при сжигании ископаемого топлива, является главной причиной современного потепления климата.

Очень многие знают, что зелёные растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Этот процесс называется **фотосинтезом**, и происходит он благодаря энергии солнечного света. Поскольку в лесу много зелёных растений – деревья, кустарники, травы – распространено мнение, что леса обогащают кислородом атмосферу планеты. В средствах массовой информации по отношению к лесам часто используется термин «зелёные лёгкие планеты». Поглощение кислорода и выделение углекислого газа – это две стороны единого процесса фотосинтеза, потому можно подумать, что леса непременно удаляют углекислый газ из атмосферы. Но эта точка зрения не вполне правильна!

Чтобы разобраться в процессах обмена углекислым газом между лесом и атмосферой, сначала надо понять, в каком виде лес сохраняет углерод, элемент, который в соединении с кислородом образует углекислый газ. Углерод входит в состав любого органического вещества. К примеру, в сухой древесине около половины массы приходится именно на углерод.



Что такое пул углерода?

Любой компонент экосистемы, содержащий значительные количества органического вещества, является хранилищем углерода. Эти хранилища учёные называют пулами (англ. «pool» – бассейн). Углеродные пулы могут как поглощать, так и выделять углерод. В лесной экосистеме имеется 4 главных пула углерода: 1) фитомасса (масса живых растений), 2) мёртвая древесина, 3) подстилка (опавшие листья, ветки), 4) органическое вещество почвы. Во многих странах считается, что существует ещё один пул, который намного меньше четырёх перечисленных здесь пулов и называется он продукты из заготовленной древесины.

Пул фитомассы – это живые растения: стволы, ветви, корни, листва и хвоя деревьев и кустарников, листья и корни трав, мхи (Рис. 2.3.11). Как правило, наиболее велик вклад в фитомассу стволов деревьев, однако в северотаёжных или заболоченных сосновых лесах значительна доля мхов.

Пул мёртвой древесины состоит из отмерших деревьев и корней. Процесс отмирания деревьев лесоводы называют отпадом. Естественный отпад происходит в результате конкуренции растущих деревьев за солнечный свет. Более мелкие деревья затеняются своими более крупными собратьями, не получают достаточно света для фотосинтеза и постепенно засыхают. Поэтому молодой лес намного более густой, чем старый. Отпад деревьев может происходить и при различных неблагоприятных ситуациях: лесных пожарах, засухах, вспышках размножения лесных вредителей, техногенных загрязнениях. В нарушенных лесах пул углерода в мёртвой древесине может превышать его запас в живой.

Лесная подстилка представлена относительно мелкими фрагментами органического вещества, лежащими на поверхности почвы (Рис. 2.3.13). В первую очередь, это сухие листья и хвоя, мелкие сухие веточки, лепестки цветов, шишки и прочие фрагменты, опадающие с живых растений. Пополнение пула подстилки называют опадом. В листопадных лесах пополнение пула подстилки наиболее интенсивно идёт в период осеннего листопада. В таёжных лесах опад хвои равномернее распределён по сезонам года.

Рис. 2.3.11

Стволовая древесина даёт главный вклад в пул углерода фитомассы.



Рис. 2.3.12

Отмёршие деревья входят в пул углерода мёртвой древесины.



Рис. 2.3.13

Во время листопада углеродный пул подстилки заметно увеличивается.



Значительные запасы углерода находятся в пуле почвы. Дело в том, что почва состоит из минералов и органических веществ, в первую очередь так называемого гумуса – вещества тёмного цвета, представляющего собой результат длительного преобразования растительных остатков (подстилки, мёртвой древесины и отмерших корней). Доля углерода в гумусе равна 58 %, то есть выше по сравнению с фитомассой. Чем темнее почва, тем больше в ней содержится углерода (Рис. 2.3.14).

Некоторые изделия из дерева, такие как высококачественная деревянная мебель и здания с деревянным каркасом, могут удерживать углерод дольше, чем если бы дерево было оставлено в лесу. **Продукты из заготовленной древесины** важны для накопления существующего лесного углерода, а заготовка леса помогает освободить место для роста новых деревьев.

В таёжных лесах в пуле фитомассы содержится 21 % запаса углерода, в мёртвой древесине – 4 %, в подстилке – 3 %, в почве – 72 %. Именно углерод почвы доминирует в этих лесах.

В тропических лесах ситуация несколько иная – на живое и мёртвое органическое вещество приходится до 50 % запасов углерода.

Почему такая разница? В таёжных лесах подавляющая часть отмирающих растений разлагается грибами и бактериями, причём скорость этого разложения невелика. Крупные отмершие стволы деревьев разлагаются в течение десятилетий! Низкая скорость разложения приводит к тому, что в лесу накапливаются значительные пулы мёртвого органического вещества – мёртвой древесины, подстилки и гумуса почвы. В тропическом лесу значительная часть подстилки и мёртвой древесины потребляется животными, в первую очередь термитами. Это увеличивает скорость разложения и уменьшает вклад пулов мёртвого органического вещества в углерод экосистемы.

Рис. 2.3.14

Раз почва тёмная, значит, в ней много углерода.



Бюджет углерода

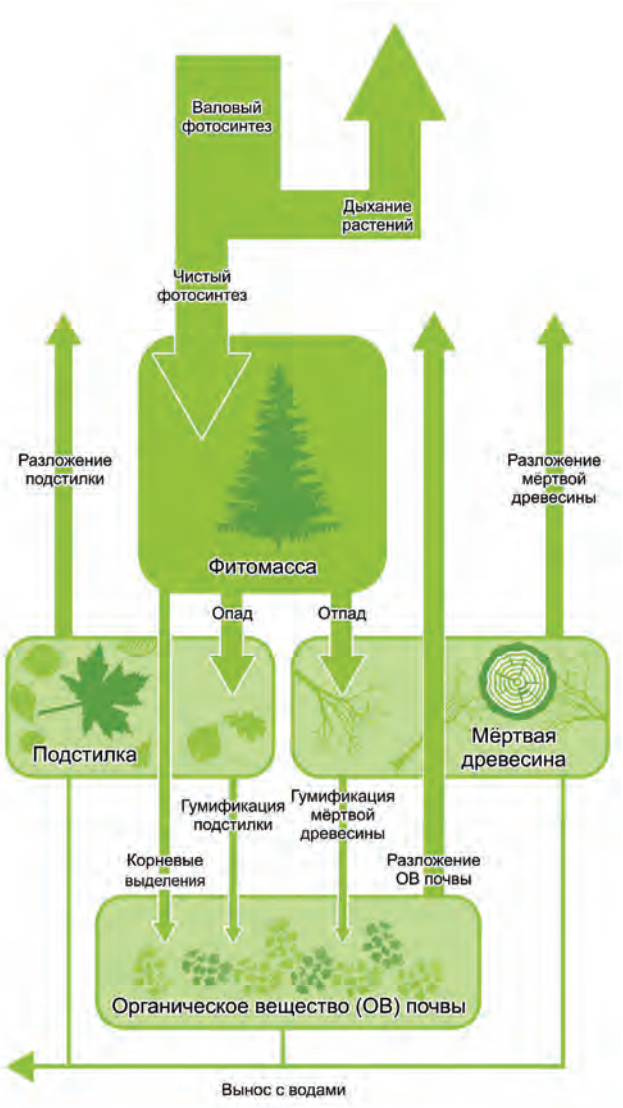
Теперь, когда мы знаем всё о пулах углерода в лесной экосистеме, давайте посмотрим, как связаны эти пулы между собой и с атмосферой (Рис. 2.3.15). Учёные называют такую схему бюджетом углерода, по аналогии с экономикой, в которой бюджет – это доходы и расходы финансовых ресурсов предприятия или семьи.

Единственной «доходной» статьёй **бюджета углерода** в лесной экосистеме является фотосинтез. При валовом фотосинтезе создаётся органическое вещество. Первые, кто использует его, – сами растения. Почти половина созданного при фотосинтезе вещества разлагается в процессе дыхания самих растений, а углерод этого вещества возвращается в атмосферу. Оставшуюся часть органического вещества называют чистым фотосинтезом, его углерод пополняет пул фитомассы.

Многочисленные живые организмы, обитающие в лесу, потребляют органическое вещество растений. Это гусеницы бабочек и другие насекомые, поедающие листву деревьев, птицы и грызуны, собирающие плоды и семена, лесные копытные, питающиеся травой и молодыми ветвями.

Рис. 2.3.15

Схема бюджета углерода лесной экосистемы.



В тайге и умеренных лесах значительная часть древесной фитомассы отмирает, и эти растительные остатки становятся добычей грибов и бактерий (Рис. 2.3.16). Отмирание целого растения (например усыхание дерева) является отпадом, а отдельных частей (например листьев осенью) – опадом. Эти потоки пополняют пулы мёртвой древесины и подстилки.

При дыхании грибов и бактерий углерод органического вещества связывается с кислородом и возвращается в атмосферу в виде углекислого газа. Результатом является разложение мёртвой древесины и подстилки. Небольшая часть вещества этих пулов превращается в гумус и пополняет пул углерода почвы (этот процесс называют гумификацией). Углерод попадает в почву и из живых растений в виде органических веществ корневых выделений.

Органическое вещество почвы также разлагается грибами и бактериями с выделением углекислого газа в атмосферу. Некоторая часть углерода выносится из экосистемы с грунтовым и поверхностным стоком воды: вы наверняка видели осенью опавшие листья, плывущие по лесным ручьям.

Леса, где много зрелых и старых деревьев, поглощают из атмосферы такое же количество углекислого газа, как и выделяют. Углеродные пулы в таком лесу остаются с течением времени постоянными. Здесь в полной мере проявляется родство слова «пул» с бассейном: когда бассейн полон до краёв, в него уже не залить дополнительных объёмов воды. Точно так же и углеродные пулы зрелого леса заполнены почти до конца. Однако это не значит, что такие леса не играют роли в регуляции газового состава атмосферы. Просто период активного поглощения углерода в этих лесах остался в прошлом, а ныне они являются хранителями «законсервированного» углерода, то есть того, который уже не может вызывать парниковый эффект.

Молодые растущие леса по своему углеродному бюджету отличаются от старовозрастных. Молодые леса накапливают запасы углерода, удаляя его из атмосферы. Этот углерод накапливается в пулах. Поэтому именно молодые леса в полной мере можно считать «зелёными лёгкими» планеты!

Рис. 2.3.16 **Гриб-трутовик разлагает мёртвую древесину и возвращает углерод в атмосферу.**



Рис.2.3.17

Различия в воздействии лесов на атмосферу

Мы выяснили, чем различаются молодые и старые леса: молодые растущие леса поглощают углекислый газ из атмосферы и благодаря этому могут частично компенсировать выбросы этого газа от сжигания угля, газа и нефти. Зрелые леса хранят огромное количество углерода в связанном виде, не допуская образования углекислого газа и его участия в парниковом эффекте. Потому, если мы хотим использовать леса для предотвращения климатических изменений, мы должны: 1) сажать новые молодые леса там, где лесов раньше не было; 2) сохранять существующие леса.

В развитых странах (США, Канаде, странах Европейского союза и других) много молодых лесов, которые поглощают углекислый газ из атмосферы. В этих странах экономика уже сложилась, и стремительного сокращения площади лесов не происходит. Многие из этих стран (например США, Канада, Швеция, Италия) в последние десятилетия ещё и поощряют собственников земель, сажающих новые леса!

Поскольку тайга и умеренные леса растут и поглощают углерод в течение десятков, а иногда и сотен лет, в тех местах, где происходили нарушения лесного покрова в XX веке, сейчас возобновляются леса и происходит накопление ими углерода. Яркий пример – восстановление хвойного леса вблизи тихоокеанского побережья Канады. В начале XX века эта территория была покрыта гигантскими хвойными лесами из пихты Дугласа и красного кедра, достигавшими высоты 80–90 м. К середине XX века эти леса были вырублены. До сих пор на местах бывших вырубок можно увидеть гигантские пни диаметром более 2 м (Рис. 2.3.17). Позже в Канаде были приняты строгие природоохранные законы, которые способствовали восстановлению лесов на местах бывших рубок.

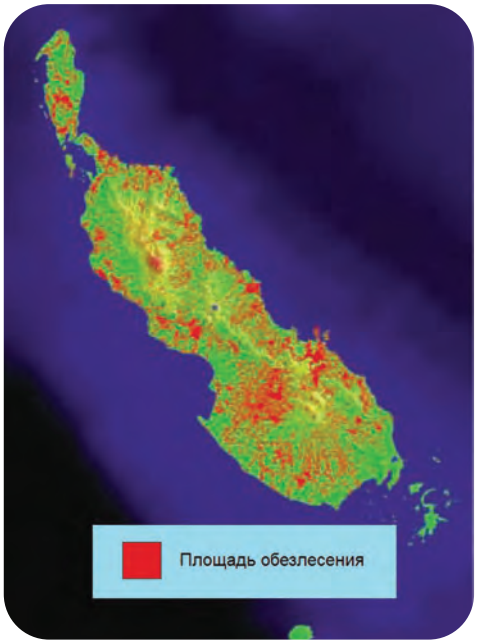
Рис. 2.3.17

Гигантский пень в лесах западной Канады (провинция Британская Колумбия) – свидетельство интенсивных рубок первой половины XX века.



Рис. 2.3.18

Территории острова Бугенвиль (Папуа Новая Гвинея), потерявшие лесной покров за 1972-2002 годы.



Совершенно иная ситуация в развивающихся странах, особенно в Южной Америке, Юго-Восточной Азии и Океании. Население и экономики этих стран быстро растут, потому постоянно требуются новые территории для устройства сельскохозяйственных полей, размещения фабрик и заводов, строительства городов, посёлков и дорог. Эти дополнительные территории в основном образуются за счёт уничтожения тропических лесов. Площади вырубок быстро превращаются в сельскохозяй ственные земли, потому восстановления лесов и последующего поглощения углекислого газа не происходит. Фотография, сделанная в тропической части Аргентины (Рис. 2.3.18), показывает начало уничтожения леса. Лесные земли ранее принадлежали армии, но в начале 2000-х годов были переданы в муниципальное управление. Муниципалитет выдал разрешение на сельскохозяйственное освоение этих земель, и началась вырубка.

В некоторых тропических регионах вырубка лесов происходит очень быстро. Вырубка лесов в Папуа-Новой Гвинее масштабна и там ежегодно теряется 1,4 % тропических лесов. Незаконная вырубка леса является основной причиной сокращения лесов и источником 70-80 % всего экспорта древесины. За период с 1972 по 2002 гг. страна потеряла более 5 млн га лесов, уступив среди тропических стран только Бразилии и Индонезии (Рис. 2.3.18). В результате, выбросы парниковых газов из-за вырубки лесов в Новой Гвинее увеличились более чем вдвое за 30-летний период. Благодаря усилиям по сохранению тропических лесов, темпы вырубки лесов в последнее время замедлились в среднем примерно до 0,5 % в год.

Сейчас около 10 % количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу человеком, образуется из-за вырубки тропических лесов. Организация Объединенных Наций учредила программу под названием «Сокращение выбросов в результате обезлесения и деградации лесов» как шаг на пути к глобальной системе сокращения выбросов парниковых газов, вызванных вырубкой лесов в развивающихся странах. Создаются двусторонние международные проекты по сохранению тропических лесов, например соглашения между Бразилией и Норвегией, Австралией и Индонезией. Некоторые развивающиеся страны, например Китай, Индия и Коста-Рика, проводят собственные программы по увеличению площади лесов. Но в целом ситуация с сохранением запасов углерода тропических лесов пока весьма тревожная.

Рис. 2.3.19 **Бывшая лесная территория (Аргентина).**



Исчезновение тропических лесов

Тропические дождевые леса – одна из важнейших экосистем планеты. Это самая богатая с точки зрения видового разнообразия экосистема. Тропические леса – источник древесины, пищи, медицинских материалов. Они играют очень важную роль в регуляции климата на Земле. Исчезновение тропических лесов приводит к разрушению плодородного слоя почвы, сокращению биоразнообразия, нарушению экологического баланса на больших территориях и на планете в целом.

Несмотря на разные меры, леса исчезают очень быстро. Быстрее всего площадь лесов сокращается в Южной Америке и Африке, где с 2005 по 2010 годы было утрачено около 3,6 млн и 3,4 млн га леса.

Сегодня влажные тропические леса покрывают лишь 5 % земной поверхности, а сто лет назад покрывали 12 %. И каждый год вырубается или сжигается участок леса, по площади превосходящий Англию, – 130 тыс. км^2. В ОД6 МГЭИК пришла к выводу, что с 2010 года темпы обезлесения в целом по миру сократились, а чистый лесной покров увеличился. Правительственные инициативы и международные моратории помогли сократить вырубку лесов в Амазонии в период с 2004 по 2015 год, в то время как восстановление лесов произошло в Европе, Евразии и Северной Америке. Однако долгосрочное поддержание низких темпов вырубки лесов является сложной задачей: за последние четыре года наблюдается рост темпов вырубки лесов в Амазонии и других регионах.

Одной из основных причин вырубки лесов является превращение лесов в сельскохозяйственные угодья с целью прокормить растущее население. Тропические леса часто заменяются плантациями для производства пальмового масла, сои, какао, каучука и кофе, а также для выпаса скота. Неконтролируемое сведение лесов для добычи полезных ископаемых представляет собой еще одну угрозу тропическим лесам Южной Америки. Всё это является основными причинами исчезновения тропических лесов, уничтожения некоторых из самых богатых с точки зрения биоразнообразия мест на Земле, где обитают такие виды животных, как ягуары, ленивцы, орангутанги, туканы и лемуры.



Что можно сделать, чтобы спасти леса? В первую очередь, странам, имеющим большие площади тропических лесов, таким как Перу, Эквадор или Индонезия, необходимо предложить выгодные в экономическом отношении альтернативные виды хозяйственной деятельности, для которых не нужно вырубать деревья. Иначе уничтожение растительности продолжится ради добычи полезных ископаемых и производства продовольствия.

Экономические стимулы и регулирование могут помочь уменьшить обезлесение и предотвратить потерю лесов. Бразилия добилась значительных успехов в сокращении вырубки лесов в бассейне Амазонки в конце 2000-х и начале 2010-х годов. Причиной сокращения стали экологические законы, новый Лесной кодекс, улучшение надзора за незаконными рубками и мораторий на разведение сои в Амазонии. Однако из-за отсутствия достаточного уровня контроля произошёл резкий всплеск вырубки лесов. В последние годы Индонезия добилась успехов в замедлении вырубки лесов с помощью моратория на расширение производства пальмового масла, хотя эксперты предупреждают, что эта мера ненадёжна по тем же причинам: недостаточно сильные экономические стимулы и меры контроля.

Как управлять углеродным балансом лесов

Баланс углерода в лесу зависит от многих факторов, из которых самые важные – это воздействие человека, катастрофы (лесные пожары, вспышки размножения вредителей и другие), а также изменения климата. Оказывается, балансом углерода лесов можно управлять! Если сильно сократить объёмы заготовок древесины, то леса будут поглощать больше углерода из атмосферы.

Один из таких проектов осуществляется на Дальнем Востоке России. Идея проекта – отказаться от промышленных рубок кедровошироколиственных лесов бассейна реки Бикин, допускается лишь заготовка дров коренным населением (Рис. 2.3.20). При этом проект предлагает местным жителям развивать традиционные формы использования лесов: сбор кедровых орехов, ягод, грибов, папоротника, лекарственных растений.

Также важно снижать ущерб от лесных пожаров. Подавляющая часть пожаров возникает по вине человека. Это оставленные не погашенными во время пикников костры, брошенные на сухую подстилку или лишайники дымящиеся окурки, поджигание сухой травы (Рис. 2.3.21) и другие ситуации, вызванные неосторожным обращением с огнём на природе. Такой обычный призыв «Берегите лес от пожара!» в условиях климатических изменений звучит по-новому актуально. Если вам удастся отговорить своих приятелей от поджога травы или тополиного пуха, залить костёр после семейного отдыха в лесу, вы можете с полным основанием считать, что внесли свой собственный вклад в предотвращение климатических изменений!

Рис. 2.3.20

Кедрово-широколиственный лес бассейна р. Бикин осенью.



Рис. 2.3.21

Горит подожжённая людьми сухая трава.



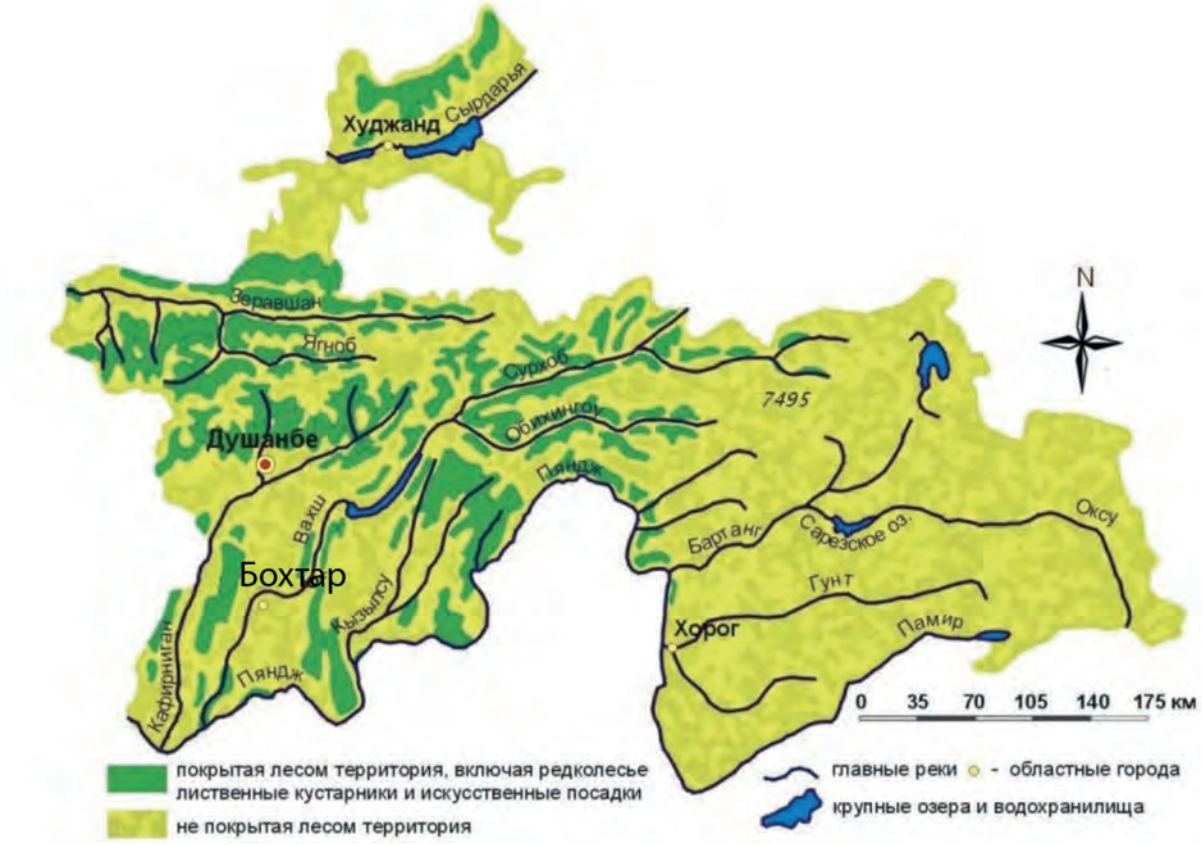
В целом ученые различают адаптацию для естественных и управляемых лесов. Адаптация естественных лесов включает меры по сохранению, защите и восстановлению лесов. В управляемых лесах варианты адаптации включают устойчивое управление лесами, диверсификацию и корректировку состава древесных пород для повышения устойчивости, а также управление повышенными рисками, связанными с вредителями и болезнями, а также лесными пожарами. Управление лесами часто применяется в качестве стратегии борьбы с засухой, снижения риска пожаров и сохранения биоразнообразия ландшафтов и рабочих мест в сельской местности. Восстановление естественных лесов и осушенных торфяников, а также повышение устойчивости управляемых лесов в целом повышают устойчивость пула углерода и увеличивают его поглощение лесами.

В докладе МГЭИК ОД6, в разделе, касающимся лесов Европы и России, отмечается, что успешные стратегии адаптации лесов включают изменение состава пород деревьев для повышения устойчивости лесов. Увеличение разнообразия пород деревьев и увеличение площадей охраняемых территорий, снижают уязвимость к вредителям и патогенам, повышают устойчивость к природным воздействиям и могут повысить поглощение углерода, биоразнообразие и качество воды. Подходы к активному управлению, включая лесовосстановление, могут ограничить воздействие пожаров на продуктивность лесов, включая управление сокращением расхода топлива, предписанное сжигание, переход от хвойных к лиственным – менее огнеопасным породам, воссоздание смешанных лесов и агролесоводство.

Лесные ресурсы Таджикистана

Роль лесов в Таджикистане, стране, где горы занимают 93 % территории, неизмеримо велика. Лес нужен, прежде всего, как накопитель влаги, для защиты почвы от разрушения (эрозии) и оползней, как регулятор климата и стока горных рек, а также как источник пищи и лекарственного сырья.

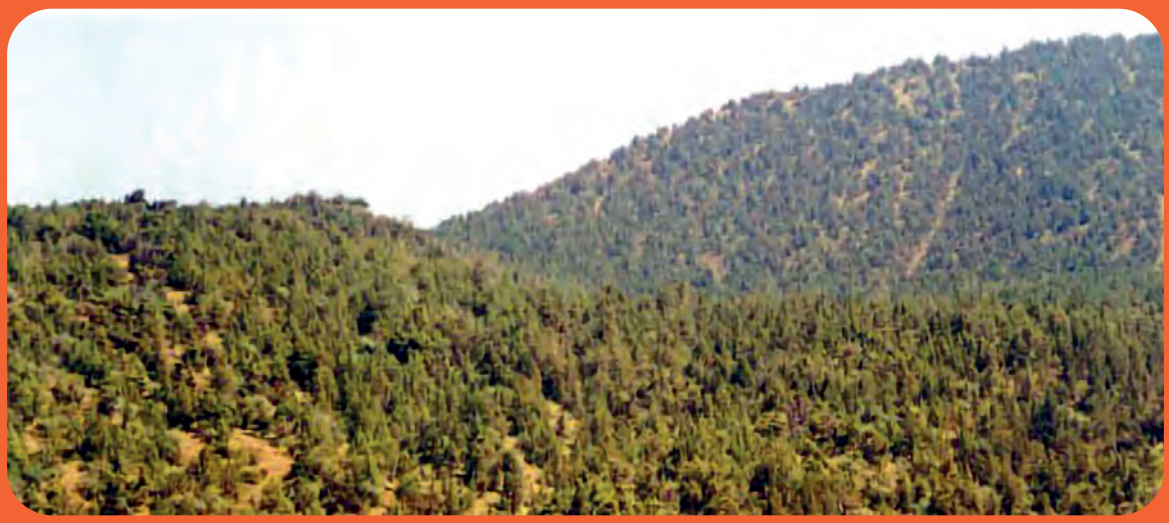
Рис. 2.3.22 **Лесные ресурсы Таджикистана.**



Согласно последним данным (на начало 2020-х годов), леса Таджикистана занимают площадь около 410 тыс. га, что составляет примерно 3 % от всей территории страны. Это немного, поэтому Таджикистан относится к малолесным странам. Несмотря на небольшую общую площадь, в стране реализуются программы по посадке и восстановлению лесов.

Основу лесов составляют арчовые (можжевеловые) редколесья. Они растут на высотах 1500– 3200 м над уровнем моря в пределах Гиссарского, Зеравшанского и Туркестанского хребтов. Арчовники очень важны: они помогают регулировать сток воды с гор, предотвращают эрозию почвы в горах и долинах, а также поглощают углекислый газ (CO_2) из атмосферы. Некоторые деревья арчи могут жить 500 лет и даже больше!

Фисташники, хорошо приспособленные к жаркому и сухому климату, занимают площадь около 78 тыс. га. Основные массивы фисташников сосредоточены в Южном Таджикистане, на высотах от 600 до 1400 м над уровнем моря.



Ореховые леса (в основном грецкий орех) составляют около 8 тыс. га. Они более требовательны к условиям и распространены в Центральном Таджикистане на высотах 1000-2000 м над уровнем моря.

Из других лиственных пород значительную часть лесопокрытой площади занимают кленовые леса – около 44 тыс. га. Также встречаются, но не образуют больших лесов, тополя, ивы, берёзы, облепиха, саксаульники и разные кустарники.

Особый тип лесов – тугайные – растёт вдоль рек. Особенно хорошо они сохранились в низовьях реки Вахш, на территории заповедника «Тигровая балка», который в 2023 году был включён в Список всемирного наследия ЮНЕСКО. Пустынные саксауловые леса произрастают на юге, занимая площадь менее 8 тыс. га, но играют важную почвозащитную роль и используются как пастбища.

Фисташка и миндаль формируют группу особо ценных орехоплодных лесов. Их общая площадь в Таджикистане составляет до 90 тыс. га, и они произрастают на высотах 600–1200 м над уровнем моря.

В целом, в лесах Таджикистана встречается около 268 видов деревьев и кустарников.

Влияние изменений климата на леса Таджикистана

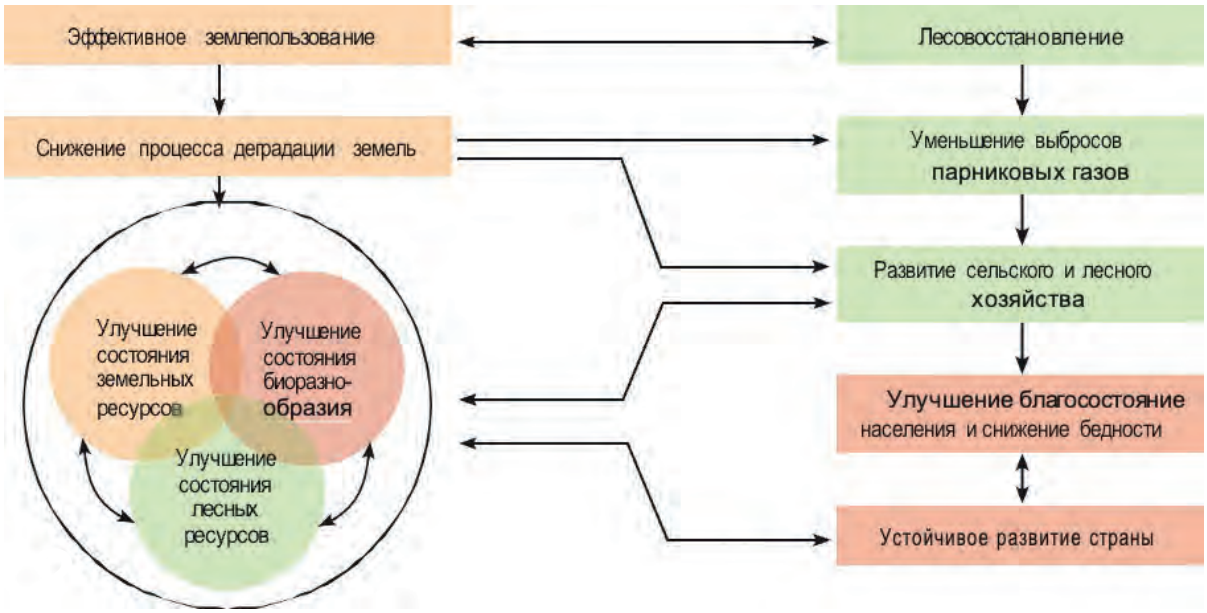
Изменение климата создаёт дополнительные трудности для лесов Таджикистана. Наблюдается увеличение площадей лесов, заражённых вредителями и болезнями. Деревья, ослабленные жарой или нехваткой воды, становятся более уязвимыми.Основными вредителями остаются туркестанская павлиноглазка, фисташковый семеед, плодожорка, шелкопряд. Ореховые насаждения страдают от марсониоза листьев и вредителей плодов, саксаульники – от мучнистой росы. На фоне всеобщего потепления климата вспышки численности насекомых-вредителей могут учащаться, что не только губит деревья, но и снижает их способность поглощать углерод. Например, в 2022 году ущерб леса мотболезней, вызванных вредителями, был значительным. Многие леса нуждаются в срочных лесозащитных мероприятиях.

Для лесов южного Таджикистана, особенно в летний жаркий и сухой период, характерен высокий риск пожаров. Наибольшей пожарной опасности подвергаются фисташники, миндальники и тугайные леса. В последние десятилетия в засушливые и жаркие годы риск лесных пожаров резко увеличился, что приводит к поражению лесных насаждений и наносит большой ущерб. Хотя площадь, пройденная огнём в 2022 году, была относительно невелика (0,12 га), угроза сохраняется.

Кроме того, на леса продолжает влиять деятельность человека, включая вырубку на дрова (особенно в сельской местности) и чрезмерный выпас скота, что усугубляет проблемы, вызванные изменением климата. Поэтому защита и восстановление лесов являются важными задачами для Таджикистана.

Защита и восстановление лесов – это задача, в которую может внести вклад каждый из нас. Участие в посадке деревьев – самый простой и важный шаг. Школьные акции или семейные посадки саженцев помогают восстанавливать «зеленые легкие» нашей страны. Не менее важно соблюдать правила пожарной безопасности в лесу, ведь даже одна искра может уничтожить гектары ценных насаждений. Изучение уникальных деревьев Таджикистана, таких как арча или фисташка, и бережное отношение к продуктам из древесины (например, экономное использование бумаги) воспитывает культуру уважения к лесу. Такие простые действия, помноженные на усилия многих людей, помогают сохранить наше лесное богатство для будущих поколений.

Рис. 2.3.23 **Предлагаемые меры по лесовосстановлению и эффективному землепользованию для Таджикистана.**



ВОПРОСЫ

1. Какие леса называют таёжными?
2. Какая древесная порода преобладает в лесном покрове Восточно-Европейской тайги и почему?
3. Как смещается в последние десятилетия граница лес- тундра и почему?
4. Предположим, что к концу этого века потеплеет на 4 °C. Как это отразится на лесах?
5. Как хозяйственная деятельность человека влияет на леса?
6. Какие основные пулы углерода имеются в лесной экосистеме?
7. Могут ли растения дышать?
8. Какие организмы разлагают мёртвые растительные остатки?
9. Могут ли старовозрастные леса очистить атмосферу от лишнего углекислого газа?
10. Почему тропические леса теряют запасы углерода?
11. Какие меры по адаптации к изменению климата, упомянутые в этой и других главах, рекомендуются для снижения воздействия изменения климата на леса Таджикистана?





ЗАДАНИЯ

1

Эксперимент
Цель: выяснить, какие деревья и кустарники наиболее чувствительны к потеплению.

Материалы: нераспустившиеся ветки деревьев, ёмкости с водой.

Ход эксперимента. Эксперимент проводится за несколько недель до типичных сроков снеготаяния в регионе. На улице срезается несколько веток с различных древесных и кустарниковых пород (берёза, вяз, ива, тополь, клён). Ветки устанавливаются в ёмкости с водой, начинаются периодиче- ские наблюдения. Отмечается увеличение размеров почек, сроки, когда почки лопаются, увеличение листочков. Измерения размеров почек проводятся и на улице. После распускания листьев деревьев на улице строятся графики увеличения размеров почек и листьев в помещении и на улице. В заключение эксперимента делается вывод о том, какие породы деревьев более чувствительны к потеплению (быстрее реагируют на тепло).

2

Эксперимент
Цель: выяснить, у какой породы деревьев в древесине содер- жится больше углерода.

Материалы: несколько брусочков разной древесины (дуб, ель, берёза, осина и другие), линейка, весы.

Ход эксперимента. Измерим размеры каждого брусочка, рассчитаем объём (умножим длину на ширину и на высоту брусочка) и взвесим его. Разделим вес брусочка на его объём, так мы узнаем, сколько грамм весит кубик древесины со стороной 1 см. Разделим получившееся число на 2, это будет вес только углерода в этом кубике. Обсудим получившийся результат и сделаем вывод о том, в какой древесной породе пул углерода больше, а значит именно такие леса предпочтительно сажать с целью снижения парникового эффекта.

3

Эксперимент

Цель: сравнить количество кислорода и углекислого газа, выделяемое растениями на свету и в темноте.

Материалы: две большие стеклянные ёмкости с герметичной крышкой и водой (примерно треть объёма), черенки растений с крупными листьями, лучинка, спички.

Ход эксперимента. Внутрь каждой высокой прозрачной ёмкости помещают черенки растений и герметично закрывают. Одну ёмкость ставят в тёплое, светлое место, другую закрывают тёмным покрывалом. Через 1–2 дня с помощью горящей лучинки проверяют, в какой из них пламя горит ярче: результат оценивается сразу после снятия крышки, пока газ не улетучился. Наблюдают за яркой вспышкой пламени лучинки, внесенной в «светлую» ёмкость сразу после снятия крышки. В «тёмной» банке лучинка, наоборот, слегка затухает. Делается вывод о том, что на свету растение выделяет больше кислорода, чем углекислого газа, а в темноте наоборот.



2.4 Как изменения климата влияют **на водные ресурсы**

Вода в природе

Среди огромного числа химических соединений, встречающихся на нашей планете, особое место занимает вода – та самая вода, что течёт из кранов в наших домах, которую кипятят в чайниках и которой полны реки, озёра, моря и океаны.



Вода может пребывать в разных состояниях: в твёрдом, жидком и газообразном. Зимой, когда температура воздуха ниже 0 °С, чаще всего на улице мы видим замёрзшую воду – лёд. Из крана вода течёт в жидком состоянии, а та струя пара, которая бьёт из закипевшего чайника – это газообразное состояние воды. Между прочим, в облаках вода очень часто находится сразу в трёх состояниях – и именно с этим связаны разные формы облаков!

Рис. 2.4.1 **Серебристые облака над Швецией.**

Одно из красивейших атмосферных образований – серебристые облака. Они расположены на высоте 76–85 км над землёй и образуются исключительно из ледяных кристаллов, температура которых и определяет их фантастический вид. Серебристые облака можно увидеть только в ночное время в полярных широтах, когда они под свечиваются Солнцем, уже зашедшим за линию горизонта.



Наука, изучающая воду, называется гидрология. Считается, что первые гидрологические исследования проводили 5 тыс. лет назад древние египтяне на реке Нил: они отслеживали высоту паводков и делали отметки на стенах зданий, скалах или береговых лестницах.

Если бы на нашей планете не было воды, то на ней не было бы и жизни в её современном понимании: многие виды растений и животных состоят частично из воды, и процент её содержания в их телах довольно велик. Например, мы с вами (как и все люди) на 60 % состоим из воды. Этот показатель зависит от возраста: организм у новорождённых детей состоит из воды на 86 %, а у пожилых людей – лишь на 50 %. Поэтому пить воду для людей исключительно важно – ведь известно, что без еды человек может прожить около месяца, а без воды только от 3 до 10 суток.

Вода на Земле принимает множество форм, которые находятся в постоянном движении и взаимодействии, образуя круговорот воды. Круговорот воды (Рис. 2.4.2) — это процесс, посредством которого вода циркулирует между океанами, атмосферой и сушей Земли, включая осадки в виде дождя и снега, сток ручьёв и рек и возврат в атмосферу через испарение и транспирацию растений. На круговорот воды влияют как климатические, так и другие факторы.

Рис. 2.4.2 **Круговорот воды в природных и хозяйственных системах.**



Вся вода на Земле, которая используется или может быть использована человеком, – это водные ресурсы. К ним относятся все воды рек, озёр, каналов, водохранилищ, морей и океанов, подземные воды, почвенная влага, вода (льды) горных и полярных ледников, и даже водяные пары атмосферы.



Более 97 % всей воды на планете находится в океанах и морях. Известно, что в океане вода солёная, и для питья она непригодна. В реках, озёрах, ручьях и других поверхностных источниках пресной воды, а также подземных водах содержится менее 1 % всего объёма воды на планете! Казалось бы, это совсем немного, но существует и более обширный запас пресной воды – это ледники и ледяные шапки Антарктиды и Гренландии. На их долю приходится 2 % всей воды на земле – почти в 8 раз больше, нежели в реках и озёрах вместе взятых!

Таким образом, одной из основных экологических задач можно считать сохранение запасов питьевой пресной воды – ведь без неё человек не сможет существовать!

Проблема нехватки питьевой воды усугубляется глобальным изменением климата, а также ростом потребности в продовольствии и средствах гигиены увеличивающегося населения Земли. С начала XX века население земного шара выросло с 1,6 до более чем 8 млрд человек! В большинстве стран в последние десятилетия использование воды увеличилось в связи с ростом населения, изменениями в образе жизни и развитием сельскохозяйственного производства. Около 70 % всей пресной воды, используемой человеком, приходится на орошение полей. По мнению экспертов ООН, к 2050 году для производства продуктов питания будет необходимо почти 90 % мировых ресурсов пресной воды.

Эксперты ООН также указывают на то, что питьевая вода неравномерно распределена по материкам: в Азии проживает 60 % населения планеты, однако оно имеет доступ лишь к 1/3 водных ресурсов. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2020 году примерно каждый четвёртый человек не имел в своих домах чистой питьевой воды, а почти половина населения мира не имела надлежащих санитарных условий, в большинстве своём в Африке.





В 2015 году ООН были приняты «Цели в области устойчивого развития», среди которых Цель 6 обеспечить к 2030 году всеобщий и справедливый доступ к чистой воде и системе санитарии.

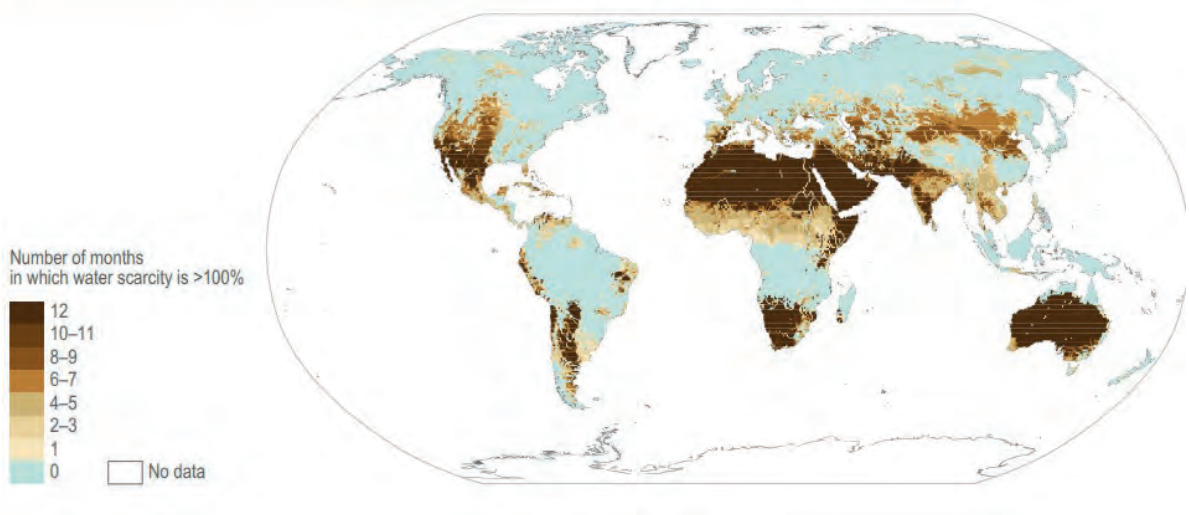
Как изменение климата влияет на водные ресурсы?

Все источники пресной воды на Земле (реки, озёра, болота, снежный покров, ледники, грунтовые воды) теснейшим образом связаны с климатом. В известной степени все они — продукт климата, хотя, безусловно, зависят от других компонентов природы.

Мы уже знаем, что из-за потепления климата во многих районах планеты, вероятно, увеличится частота сильных дождей, что приведёт к катастрофическим наводнениям. В других районах, наоборот, прогнозируется сокращение осадков, в результате чего будут чаще случаться экстремальные засухи. И, увы, районы, которые и так страдают от переизбытка влаги, станут ещё более влажными, а засушливые территории, особенно районы, которые находятся в центральных частях материков, будут всё чаще бороться с последствиями засух.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата отмечает, что особенно сильно будут страдать от недостатка воды из-за меняющегося климата засушливые районы мира – в первую очередь, Средиземноморские страны, Запад США, южные районы Африки, Северо-Восток Бразилии. Учёные определяют несоответствие между спросом на пресную воду и её наличием как дефицит воды. По оценкам, около половины населения мира, или четыре миллиарда человек, живут в условиях острой нехватки воды не менее одного месяца в году (Рис. 2.4.3). Почти половина этих людей проживает в Индии и Китае. Хотя регионы с высоким дефицитом воды и так естественно засушливы, влияние человека на климат снижает доступность воды в этих и во многих других регионах. По прогнозам, при потеплении на 2 °C во всем мире от 800 миллионов до 3 миллиардов человек будут испытывать хроническую нехватку воды из-за засухи, а при потеплении на 4 °C – примерно до четырёх миллиардов человек, учитывая только последствия изменения климата и исходя из нынешней численности населения Земли.

Рис. 2.4.3 **Дефицит воды в мире сегодня.**



Количество месяцев, в которых дефицит воды превышает 100%

Примечание: дефицит воды определяется как отношение между спросом на пресную воду и её доступностью. Вот почему, когда мы говорим о регионах с дефицитом воды, мы обычно указываем период времени, когда это отношение превышает 100%.

Изменение климата также заметно повлияет на ледники и снежный покров. Метеорологические спутники (Рис. 2.4.4) показывают, что во всём Северном полушарии Земли за последние 45 лет площадь, занятая снегом, заметно уменьшилась. Иначе говоря, теперь снега не найти в тех местах, где ещё в 1970-х годах можно было играть в снежки поздней осенью или ранней весной. Самое заметное уменьшение снежного покрова в горах отмечено на западе Северной Америки и в Швейцарских Альпах – главным образом, на небольших высотах.

Рис. 2.4.4 **Метеорологический спутник.**

Метеорологический спутник – ис кусственный спутник нашей планеты, созданный для получения из космоса метеорологических данных о Земле, которые используются для прогноза погоды или наблюдений за климатом. С помощью других искусственных спутников возможна передача сигнала телевизионных каналов, работа автомобильных навигаторов и многого другого.



Изменения в количестве и режиме выпадения осадков, таяние горных ледников и общее повышение температуры на планете – все эти проявления изменения климата приводят к тому, что постепенно меняется сток рек (то есть объём воды, который речной поток переносит). Обычно сток рек меняется от сезона к сезону, однако есть некоторые многолетние закономерности. Получается, что из-за изменения климата привычная работа реки нарушается. В результате могут происходить крупные наводнения и затопление населённых пунктов вдоль реки или, наоборот, русло может пересохнуть. В умеренных широтах реки стали позже замерзать и раньше освобождаться ото льда. Все эти изменения необходимо учитывать при планировании хозяйственной деятельности. Ведь, как известно, река играет огромную роль в экономике. Это транспортная артерия для перевозки грузов и пассажиров, источник энергии для гидроэлектростанций, источник пресной воды для людей и орошения полей.

БАССЕЙН ВОДОЁМА (водосборный бассейн, водосбор)
Часть суши, с которой все поверхностные и грунтовые воды стекаются в определённый водоём, включая различные его притоки.

Рис. 2.4.5 **Самый большой водосборный бассейн у р. Амазонки в Южной Америке – его площадь составляет 7 млн км².**





Рис. 2.4.6 **Нил – самая протяжённая река в мире.**





Страны, которые имеют самые большие запасы пресной воды на Земле, – это Бразилия (через её территорию протекает самая полноводная река в мире – Амазонка), Россия и Канада. Однако запасы пресной воды распределены во всем мире крайне неравномерно. Около 700 млн человек в 43 странах уже сегодня страдают от засух и нехватки воды. Даже в странах, обеспеченных водными ресурсами, таких как Бразилия или Россия, есть засушливые области с недостаточными запасами пресной воды (Рис. 2.4.9). Изменения климата только усугубляют эту природную «несправедливость»: бедные водой регионы станут ещё более засушливыми и будут испытывать постоянный «водный стресс»

Рис. 2.4.7

Байкал – самое большое пресноводное озеро на Земле.



Рис. 2.4.8 **Прогнозируемое сокращение водных ресурсов в США: а) без учёта изменений климата и б) с учётом климатических рисков.**

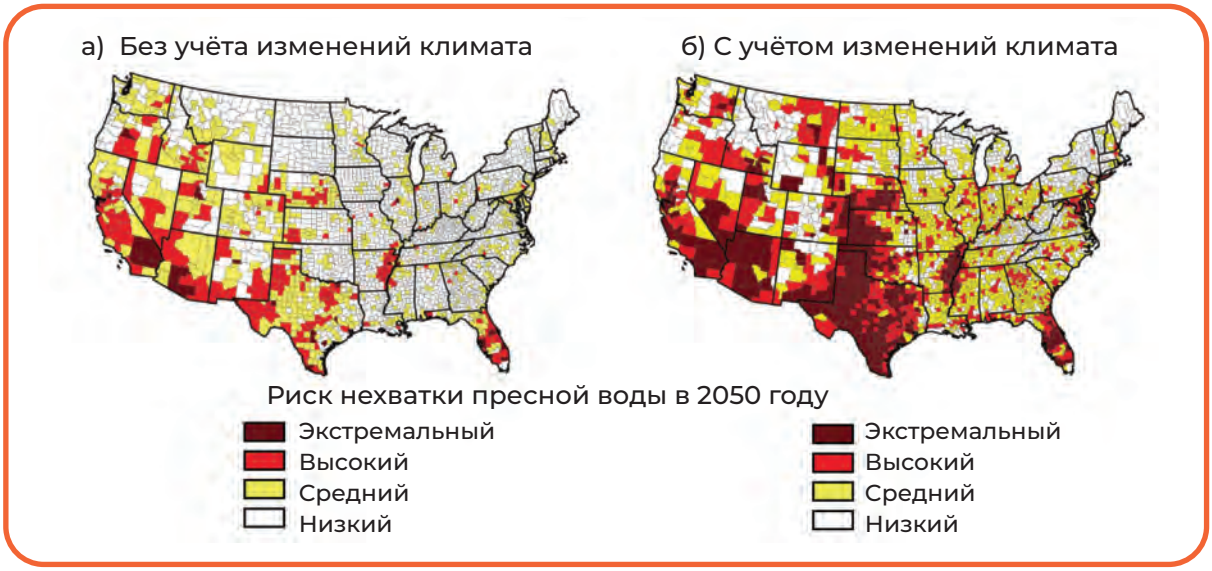


Рис. 2.4.9 **Жители южных регионов России и Центральной Азии уже столкнулись с проблемой нехватки воды.**





Как можно снизить риски и обеспечить адаптацию?

До недавних пор руководители, ответственные за водное хозяйство, не задумывались о том, что из-за изменений климата им придётся пересматривать всю систему управления водными ресурсами. Однако без этого уже никак не обойтись. Если заранее не принять соответствующих предупредительных мер, ущерб от неожиданных сильных засух, наводнений или от сокращения запасов пресной воды может быть огромным. Учёные отмечают, что адаптация к рискам и воздействиям, связанным с водой, составляет большую часть всех предпринятых мер адаптации к изменениям климата во всем мире. Поскольку многие из этих мер связаны с ведением сельского хозяйства, они обсуждаются в следующем разделе пособия. Здесь же мы рассмотрим некоторые другие меры.

Во-первых, необходимо постоянно совершенствовать метеорологические прогнозы.

Они помогают заранее предсказать вероятность наступления того или иного опасного погодного явления – будь то сильный ливень или экстремальная засуха.

Во-вторых, есть множество инженерных решений, которые снижают риски для людей и инфраструктуры. Это может быть строительство новых плотин и водохранилищ на реках, чтобы было легче регулировать их сток, сооружение специальных дамб вдоль берега реки, защищающих прибрежные поселения от сильных наводнений.

В-третьих, необходимо улучшить систему потребления воды и изменить поведение потребителей. Это можно сделать, например, путём сбора дождевой воды или повторного использования воды для различных нужд. Уже существуют специальные установки по опреснению морской воды (Рис. 2.4.10). Ну и конечно необходимо помнить о том, что воду надо расходовать экономно!

Рис. 2.4.10 **Завод по опреснению морской воды, Объединённые Арабские Эмираты.**



В-четвёртых, мы можем более широко применять природные решения для адаптации к нехватке воды. Примеры таких природных решений включают использование естественных или полуестественных систем, например, водно-болотных угодий, здоровых пресноводных экосистем и т. д., для снабжения чистой водой, регулирования наводнений, улучшения качества воды и борьбы с эрозией. Примеры таких решений в городах – интеграция экологических решений в городское планирование для предотвращения последствий экстремальных осадков как, например, в Нью-Йорке и Копенгагене. Согласно базе данных Проекта по раскрытию углеродной информации (Carbon Disclosure Project) каждый третий город использует природные решения для борьбы с климатическими угрозами, связанными с водой.

Адаптация, использующая знания коренного и местного населения: как древние индейцы Латинской Америки адаптировались к меняющемуся климату

Основным источником существования для коренных народов Центральной и Южной Америки были сельскохозяйственные культуры, которые они выращивали вокруг своих поселений. В высокогорных районах, где зародились многие древние цивилизации индейцев, производство продовольствия было ограничено из-за неравномерного распределения водных ресурсов. Во время сезона дождей недостатка в воде не было. А как же обстояли дела в сухой сезон?

Во время сухого сезона основным источником воды были реки, берущие своё начало из высокогорных ледников. Однако реки обеспечивали водой только поселения вдоль речной долины. Чтобы иметь постоянный доступ к воде, древние индейские племена вынуждены были придумывать различные технологии и приспособления.

Древние цивилизации индейцев умели улавливать, фильтровать и хранить дождевую воду, строить наземные и подземные оросительные каналы, устройства для измерения количества хранимой воды. Они даже сумели соединить речные бассейны Тихого и Атлантического океанов. Ими была разработана система прогнозирования погоды. Они определяли, когда должен начаться сезон дождей, а когда сухой сезон, чтобы лучше организовать посев и сбор урожая.

Инженерные возможности коренных народов Америки также позволяли выпрямлять русла рек и строить мосты, висячие или с опорами, установленными на дне реки. Древние индейцы также использовали проточную воду для досуга и религиозных церемоний. Например, священники культуры Чавин пускали проточную воду по трубам внутри храмов, чтобы получить звук, похожий на рычание ягуара (ягуар был одним из их божеств).

Вода также использовалась для выпиливания каменных блоков, применяемых в строительстве. Вода просачивалась в хитроумно проделанные щели и замерзала там ночью при минусовой температуре, постепенно создавая в камне трещины правильной формы.
То есть индейцы Центральной и Южной Америки, которые жили на огромной территории от современной Мексики на севере до Чили и Аргентины на юге, были первопроходцами по использованию различных технологий для адаптации к неблагоприятным климатическим условиям.

Сегодня, в условиях меняющегося климата и капризов погоды, было бы чрезвычайно полезно вспомнить и обновить, с учётом современных научных знаний, древние меры адаптации.



Рис. 2.4.11

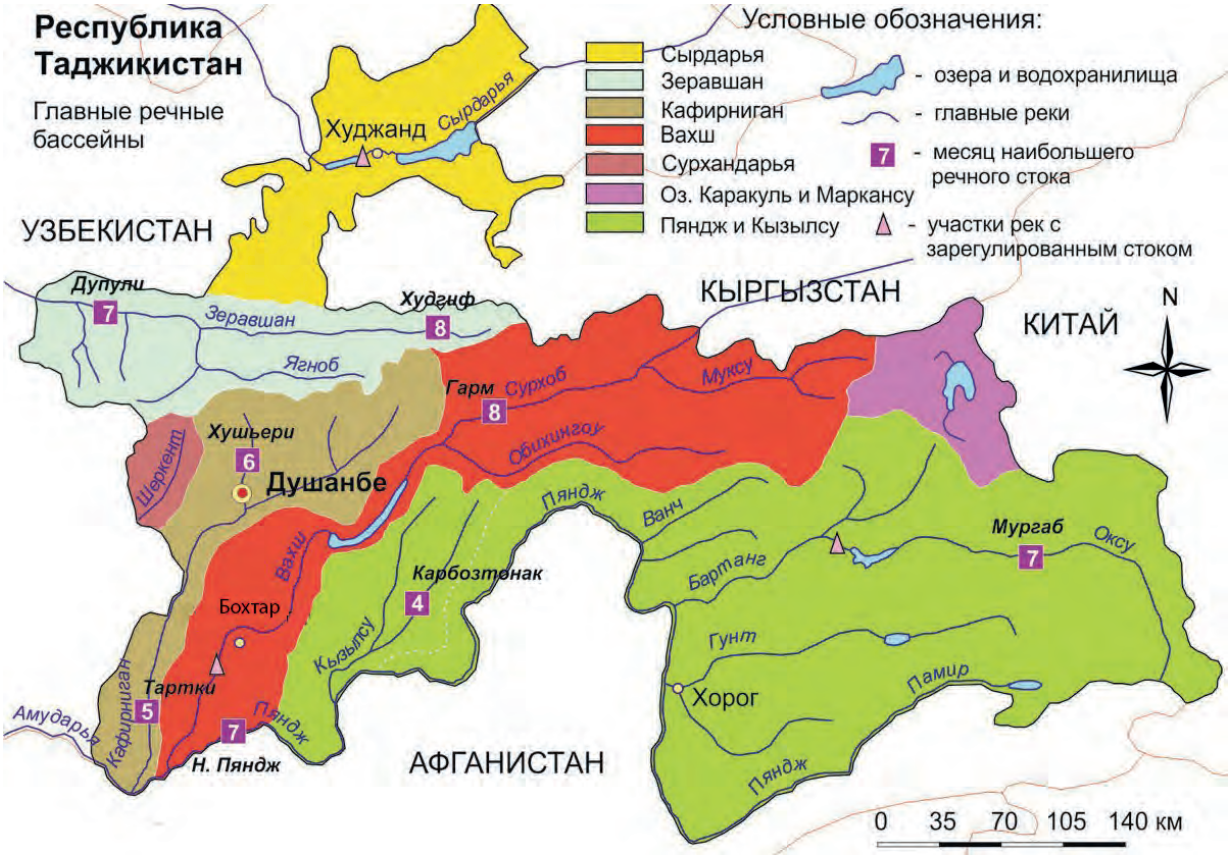
Система сбора воды в Наска (южное побережье Перу) для подземных акведуков и подачи в слои грунтовых вод.

Водные ресурсы Таджикистана

Реки Таджикистана играют ключевую роль не только для самой страны, но и для всего региона Центральной Азии. Они являются основным источником пополнения бассейна Аральского моря, несут жизненно важную воду в соседние государства. Использование речных вод является основой для выращивания хлопка и других сельскохозяйственных культур, а также для производства электроэнергии на гидроэлектростанциях.

Всего в республике насчитывается 947 рек протяжённостью более 10 км. Общая длина рек составляет более 28 500 км. Средний годовой сток рек, согласно последним оценкам, составляет около 64 км^3. Основной речной сток формируется в бассейнах рек Пяндж и Вахш. В период полноводья, который обычно приходится на апрель-август и совпадает с интенсивным таянием снегов и ледников, а также выпадением ливневых осадков, реки несут большое количество взвешенных частиц (ила, песка), что делает воду мутной.

Рис. 2.4.11.1 **Главные речные бассейны Таджикистана.**



Таджикистан также богат озёрами. Здесь насчитывается около 1300 озёр (по другим данным, более 2000). Большинство из них (около 80 %) расположено высоко в горах, на высоте свыше 3000 м, и имеют небольшую площадь (менее 1 км^2). Общая площадь всех озер страны составляет около 705 км^2. Озёра различаются по происхождению: есть тектонические (образовавшиеся в разломах земной коры), карстовые (в растворимых породах) и ледниковые (связанные с деятельностью ледников).

Самое крупное озеро Таджикистана по площади – Каракуль (380 км^2), расположенное на Восточном Памире на высоте 3914 м над уровнем моря. Вода в озере горько-солёная.

Самое глубокое озеро – Сарезское, его глубина достигает 505 м. Оно находится на Памире на высоте 3255 м. Площадь озера – около 80 км^2. Сарезское озеро образовалось в результате мощного завала, перекрывшего реку Мургаб (Бартанг) после сильного землетрясения в 1911 году. Объём чистейшей пресной воды в озере превышает 17 км^3.

Другие важные и известные озера Таджикистана – Искандеркуль, Зоркуль и Яшилькуль. Иногда в горах возникают временные озера, образованные движением ледников или горными обвалами и оползнями.

Рис. 2.4.11.2 Горное озеро.



Кроме естественных озёр, на территории республики имеются искусственные водохранилища, созданные человеком для накопления воды, выработки электроэнергии и орошения. Крупнейшие из них – Бахри Точик (Кайраккумское) на реке Сырдарья, Нурекское на реке Вахш и строящееся Рогунское, также на реке Вахш. Всего в стране действует 11 основных водохранилищ.

Рис. 2.4.11.3 Река Вахш.



Влияние климатических изменений на водные ресурсы Таджикистана

Изменение климата, которое происходит по всему миру, оказывает заметное влияние на реки и озёра Таджикистана. Мы видим, что количество воды в реках становится более изменчивым – бывают годы с очень сильными паводками, а бывают и засушливые периоды. Учёные прогнозируют, что такая неравномерность может усилиться в будущем.

Одно из самых заметных последствий – это увеличение риска стихийных бедствий, связанных с водой. Из-за более интенсивных дождей и быстрого таяния снега и льда чаще происходят разрушительные сели (грязекаменные потоки), наводнения и оползни. Статистика показывает, что такие опасные явления происходят в Таджикистане довольно часто, нанося ущерб людям и экономике. До 80 % всех последствий изменения климата в нашей стране связаны именно с водой.

На режим крупных рек, таких как Вахш, помимо климата, сильно влияют построенные на них плотины гидроэлектростанций (Нурекской и строящейся Рогунской). Они накапливают воду и сбрасывают ее для выработки энергии, изменяя естественный сток. Это делает систему уязвимой к колебаниям водности – например, в 2024 году наблюдался рекордно низкий уровень воды в Нурекском водохранилище. На реки, где нет крупных плотин, например, Кафирниган, климат может влиять более прямо, но и здесь нужны постоянные наблюдения, чтобы точно понимать происходящие изменения.

Изменение климата влияет и на озёра:

- Высокогорные озёра, такие как **Каракуль** и **Искандеркуль**, очень чувствительны к потеплению, таянию льда и мерзлоты. Ученые продолжают изучать, как именно меняется их состояние.

- За Сарезским озером, которое образовалось в результате гигантского завала, ведется постоянное наблюдение. Несмотря на опасения, связанные с таянием ледников вокруг, системы мониторинга показывают, что уровень озера и сама природная плотина остаются стабильными. Наблюдается лишь небольшое повышение уровня воды, скорее всего, из-за увеличения притока талых вод.

- Понимание того, как изменение климата влияет на наши реки и озера, очень важно для будущего Таджикистана. Поэтому необходимо продолжать научные исследования, улучшать систему наблюдений за водными объектами и разрабатывать меры, которые помогут стране приспособиться к новым условиям и сохранить свои бесценные водные ресурсы. Это одна из главных задач Национальной водной стратегии Таджикистана до 2040 года и других государственных программ.

Рис. 2.4.11.4

Воздействие изменения климата на сток рек в Центральной Азии.





ВОПРОСЫ

1. Как называется наука, которая изучает воду?

2. Какая страна обладает самыми большими запасами водных ресурсов?

3. Какие регионы мира, по прогнозам учёных, могут пострадать больше всего от нехватки пресной воды и почему?

4. К бассейну какой реки и какого моря относится ваш родной город?

5. Перечислите не менее трёх адаптационных мер, которые помогают снизить риски от изменения климата для водных ресурсов.

6. Каково значение водных ресурсов для Таджикистана и всего региона Центральной Азии, и какие основные проблемы, связанные с водой, стоят перед нашим регионом?





ЗАДАНИЯ

Найдите на физико-географической карте мира реку мазонка. Оцените её длину и площадь водосборного бассейна и сравните эти показатели с рекой Амударья.



2.5 Как изменения климата влияют на сельское хозяйство

На первый взгляд, глобальное потепление должно способствовать развитию сельского хозяйства в северных странах. Однако не всё так просто. Потепление в областях, где до этого было, к примеру, слишком холодно, чтобы выращивать пшеницу, обязательно будет сочетаться с потеплением и в тех районах, где до этого был идеальный климат для сельского хозяйства. Там станет заметно жарче и, в большинстве районов, суше! Выращивать те же самые овощи и фрукты в районах, где их культивировали на протяжении столетий, и сложились определённые традиции сельского хозяйства, станет гораздо сложнее (или вовсе невозможно).



Таким образом, где-то сельское хозяйство станет более выгодным, а где-то и наоборот. И предсказать конечный итог такой «глобальной сельскохозяйственной перестройки» для различных государств точно пока ещё очень сложно.

Нужно учитывать, что, кроме климата, на сельское хозяйство влияют ещё и другие природные факторы.

Например, в США, Европе и России одна из основных зерновых культур – озимая пшеница. При потеплении климата зона идеальных климатических условий для её выращивания сдвинется на север. Но почвы, которые находятся в этих новых регионах, не так хороши для пшеницы, как чернозёмные почвы, на которых её выращивают сейчас! Чтобы улучшить качество почв, потребуются масштабные работы по улучшению плодородия этих территорий, а это достаточно дорого.

Озимая пшеница – это пшеница, которую сеют не весной, как обычно, а с конца лета до осени. До наступления зимних холодов ростки пшеницы успевают прорасти и хорошо укорениться, а с наступлением весеннего тепла продолжают расти и созревают несколько раньше, чем яровые (весенние) посевы.



Изменение климата также влияет на производство фруктов и овощей. Косточковым фруктам, особенно вишне и черешне, нужны дни с прохладной температурой для созревания. Несколько слишком тёплых дней подряд – и вероятность опыления, а значит и созревания плода, значительно снижается. Несвоевременные заморозки могут нанести ещё больший урон. В 2023 году «Персиковый штат» Джорджия в США потерял более 90% годового урожая персиков из-за аномально тёплой погоды зимой, за которой последовали заморозки в конце сезона.

Страны, расположенные в умеренном и более суровых климатических поясах, такие как Россия и Канада, могут столкнуться с ещё одной проблемой: рост конкуренции между лесным и сельским хозяйствами. Из-за изменения климата станет возможным сельскохозяйственное освоение новых земель, занятых в данный момент лесами. В результате могут увеличиться темпы вырубки лесов. Даже в тех районах, где сельское хозяйство близко к экстремальному (крайний север сельскохозяйственной зоны), продуктивность 1 га земли, занятого сельскохозяйственными культурами, всё равно больше, нежели у 1 га, занятого лесом. Поэтому необходимо вдумчивое планирование сельскохозяйственного освоения новых территорий.

Во всём мире сельскому хозяйству придётся адаптироваться к новым климатическим условиям. Эксперты Международной продовольственной организации пришли к выводу, что после 2030 года во многих регионах планеты урожайность сельскохозяйственных культур будет снижаться из-за изменений климата. Прогнозы показывают, что самые серьёзные последствия вероятны в тропических регионах, где особенно высока вероятность дальнейшего сокращения уровня осадков.

В странах тропической Африки обеспечение населения продовольствием из-за усиливающихся засух, наводнений и перепадов количества осадков будет одной из главных проблем в ближайшие десятилетия. По оценкам специалистов Всемирного банка, при повышении среднемировой температуры на 1,5–2 °C и сокращении количества осадков к 2030–2040-м годам площади для выращивания кукурузы, проса и сорго сократятся на 40-80 %.

В Мексике из-за засух снижается площадь земель, пригодных для выращивания маиса (кукурузы) – основной сельскохозяйственной культуры для этой страны.





Зерновые культуры – важнейшая группа растений, дающих зерно, основной продукт питания человека, сырьё для многих отраслей промышленности и корма для сельскохозяйственных животных. К зерновым культурам относятся пшеница, рожь, рис, овёс, ячмень, кукуруза, сорго, просо, гречиха и многие другие.



Основная зерновая культура Юго-Восточной Азии – рис. Его выращивают, в частности, в дельтах крупных рек. По мере того, как поднимается уровень воды в океане, низменные участки рек оказываются затопленными солёной водой, что может привести к гибели посевов. Особенно пострадает от повышения уровня моря участок территории Вьетнама в дельте реки Меконг – одном из мировых центров выращивания риса. Повышение уровня моря даже на 30 см может привести к сокращению производства этой культуры на 11 %.



То есть для сельского хозяйства наибольшую опасность представляют такие проявления изменения климата, как повышение температуры, изменение режима распределения осадков, подъём уровня моря (для прибрежных низменностей) и частые засухи и наводнения, особенно в областях, предрасположенных к стихийным бедствиям. Эти изменения влияют на сельское хозяйство, всё более острой становится проблема обеспечения продовольственной безопасности.

Продовольственная безопасность заключается в том, что все люди в любое время имеют доступ к безопасным, питательным, а также привычным и вкусным продуктам питания, необходимым для поддержания активного и здорового образа жизни.

Мы уже наблюдаем влияние изменения климата на сельское хозяйство и продовольственную безопасность. По оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) совместно с Международной морской организацией (ИМО), по состоянию на 2021 год 2,3 млрд человек столкнулись с нехваткой продовольствия, что соответствует примерно 28 % мирового населения. Особенно пострадали Индия, Пакистан и страны Африканского рога (странами Африканского рога называют Сомали, Эфиопию, Эритрею и Джибути, которые расположены на северо-востоке континента, на полуострове, похожем по форме на рог) из-за потерь от экстремальных погодных явлений. Экстремальная жара в Индии и Пакистане привела к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, что в сочетании с запретом экспорта пшеницы и ограничениями на экспорт риса в Индии представляет угрозу для международных продовольственных рынков и стран, уже пострадавших от нехватки продовольствия. Муссонные дожди привели к беспрецедентным наводнениям в Пакистане, что привело к росту заболеваний, передающихся через воду, которые распространились по наиболее уязвимым и необеспеченным продовольствием регионам Пакистана. В Эфиопии, Кении и Сомали примерно 22,5–23,4 млн человек столкнулись с продовольственным кризисом из-за засухи и других факторов. 75 % от общего числа беженцев пострадали от значительного сокращения продовольственной помощи.



Нельзя забывать и о том, что сельское хозяйство – это источник дохода для 1/3 всех работающих на Земле людей. В некоторых странах Азии и Африки больше половины населения заняты в сельском хозяйстве! Изменение климата не только снижает объёмы производства продовольствия, но и влияет на доходы населения, связанного с этой отраслью! Эту цепочку можно продолжить: если вследствие жары и засухи дефицитная пища готовится в грязной посуде грязными руками и не может правильно храниться, то она становится опасной для здоровья людей.

То есть одних лишь плюсов изменение климата для сельского хозяйства даже в северных странах не принесёт, и выращивать ананасы на даче в ближайшем будущем мы с вами вряд ли сможем. Поэтому надо очень внимательно спланировать изменение сельского хозяйства, чтобы избежать больших убытков и, если есть такая возможность, извлечь какую-то выгоду от потепления климата.

Каковы выводы учёных о возможных мерах адаптации в сельском хозяйстве? МГЭИК ОД6 даёт нам ответ на этот вопрос. Большинство адаптационных подходов в сельском хозяйстве напрямую связаны с эффективным использованием водных ресурсов и сосредоточены, прежде всего, на орошении, включая повышение эффективности поливных систем, например, за счёт использования капельного орошения, расширения орошаемых площадей, сбора и использования дождевой воды для орошения или корректировки сроков орошения.

Другие варианты, связанные с водными ресурсами, включают восстановление водосбора рек и схемы комплексного управления водными ресурсами. Варианты, специфичные для сельского хозяйства, включают содействие устойчивому сельскому хозяйству и агролесомелиорации, увеличение разнообразия видов растений и домашнего скота, изменения в структуре сельскохозяйственных культур и системах их выращивания путем посадки жаростойких и засухоустойчивых растений, а также изменения в сельскохозяйственных методах, таких как посадка деревьев по краям поля для защиты от ветра, установка противоградовых сеток и дополнительных теплиц. Учёные предупреждают нас, что орошение сельскохозяйственных культур, корректировка сроков посева, изменения в структуре посевов и системах выращивания культур могут всё больше достигать пределов адаптации по мере того, как глобальное потепление превысит 1,5 °C и 2 °C. Особенно это касается Африки, где адаптация становится гораздо менее эффективной уже при потеплении на 1,5 °C.

Рис. 2.5.1 **«Умные» ирригационные системы – шаг вперёд в экономии воды и адаптации к изменению климата.**



Как изменение климата влияет на сельское хозяйство Таджикистана

Сельское хозяйство, или земледелие и животноводство, – это очень важная часть жизни в Таджикистане. Представьте себе: больше половины всех работающих людей в стране трудятся на полях, фермах и пастбищах. Сельское хозяйство дает стране значительную часть дохода и помогает обеспечивать людей пищей.

Ожидается, что в связи с изменением климата, воздействие на сельское хозяйство страны, особенно в форме стихийных экстремальных и разрушительных гидрометеорологических явлений, таких как селевые паводки и наводнения, будет возрастать.

Рис. 2.5.2 **Горное село после селевого потока.**



Как страдают разные типы сельскохозяйственных земель

В Таджикистане есть разные виды сельскохозяйственных земель, и изменение климата влияет на них по-разному.

ЧТО ТАКОЕ БОГАРНЫЕ ЗЕМЛИ?
Представьте себе поля, которые пьют воду только тогда, когда идет дождь или тает снег. Фермеры их специально не поливают из шлангов или каналов. Такие поля называют «богарными» (богарные земли). Они часто находятся на склонах холмов или по краям орошаемых оазисов.

Трудности для богарных хозяйств

Эти земли очень чувствительны к «капризам» погоды. Если дождей мало или они идут не вовремя, если стоит сильная засуха, то урожай на богарных землях может быть очень маленьким или совсем не вырасти. Например, фермеры рассказывали, что уже несколько лет не могут вырастить на богаре особые поздние арбузы, потому что из-за жары вся влага уходит глубоко в землю. Прогнозы показывают, что урожайность на таких неорошаемых землях может упасть на 20 % из-за изменения климата.

Рис. 2.5.3 **Засуха в Таджикистане.**



Удар по пастбищам

Пастбища – это земли, где пасутся овцы, козы, коровы. Они тоже страдают от изменения климата. Из-за засух травы на пастбищах растет меньше, и животным не хватает корма. Сильная жара вредит и самим животным.

Кроме того, существует проблема деградации земель – когда почва теряет свое плодородие, становится сухой и неплодородной. Это происходит и из-за климатических изменений, и из-за того, что на некоторых пастбищах пасется слишком много скота (это называется перевыпас). Уже сейчас больше половины земель Таджикистана считаются деградированными. Ущерб от деградации земель очень велик – только в 2023 году он составил почти 325 млн долл. США, и эта цифра может удвоиться к 2050 году.

Все это особенно сильно бьет по жителям горных сел, для которых разведение скота и земледелие на богарных землях – основной источник дохода. Когда пастбища и поля приходят в негодность, людям становится труднее прокормить свои семьи, растет бедность, и некоторые вынуждены уезжать в поисках работы.

Рис. 2.5.4 **Разведение яков в Таджикистане.**



Нашествие вредителей

Изменение климата приносит еще одну беду – вредителей. Теплая погода и меняющиеся условия помогают разным насекомым и болезням растений быстрее размножаться и распространяться. Иногда появляются даже новые виды вредителей, которых раньше в Таджикистане не было. Фермеры жалуются, что из-за этого теряют часть урожая.

Угроза саранчи

Рис. 2.5.5 **Саранча.**



Особенно опасным вредителем для Таджикистана является саранча, в частности, мароккская саранча. Представьте себе огромную тучу из миллионов голодных кузнечиков, которые летят и съедают все зелёные растения на своем пути! Изменение климата – например, засуха, а потом дожди, или более тёплые зимы – создает для саранчи очень хорошие условия для размножения.

В последние годы нашествия саранчи стали происходить чаще, особенно страдают южные районы Таджикистана. Эти тучи насекомых могут уничтожить целые поля хлопка, пшеницы и других культур, оставляя фермеров без урожая и угрожая продовольственной безопасности страны. В 2023 году пришлось обработать специальными средствами более 113 тыс. га земли по всей стране, чтобы бороться с саранчой. И в 2024-2025 годах специалисты продолжают следить за ситуацией и бороться с этим вредителем.

Получается, что изменение климата вредит сельскому хозяйству дважды: оно ослабляет растения из-за жары и засухи, и одновременно помогает вредителям, таким как саранча, размножаться. Это делает борьбу за урожай ещё труднее.

Еды становится меньше: угроза для всех

Все эти проблемы – экстремальная погода, нехватка воды, деградация земель, нашествия вредителей – приводят к главному негативному последствию: фермерам становится все труднее выращивать достаточное количество еды.

Падение урожайности

Ученые подсчитали, что к 2050 году из-за изменения климата урожайность таких важных культур, как пшеница и кукуруза, может снизиться примерно на 15 % и 22 % соответственно. Урожаи овощей и фруктов тоже могут уменьшиться на 9-11 %. Урожайность на неорошаемых (богарных) землях может упасть на 20 %. Хотя некоторые культуры, например, хлопок или картофель, могут пострадать меньше или даже показать небольшой рост в некоторых условиях, в целом для продовольственных культур прогноз неутешительный.

Рис. 2.5.6 **Выращивание хлопка – традиционная отрасль сельского хозяйства в Таджикистане.**



Фермеры уже сейчас видят эти проблемы своими глазами. Они рассказывают, как помидоры и огурцы на открытых полях внезапно высыхают от жары, или как из-за необычной погоды (например, жарко днем, а утром холодная роса) растения болеют и плохо плодоносят. Это показывает, что даже резкие колебания погоды, а не только постепенное изменение средних показателей, уже сейчас мешают получать хороший урожай некоторых культур.

Угроза продовольственной безопасности

Когда фермеры собирают меньше урожая, еды в стране становится меньше, и она может стать дороже. Это создает проблемы с продовольственной безопасностью, особенно для бедных семей, детей и пожилых людей. Изменение климата делает эту проблему в Таджикистане ещё серьёзнее. По некоторым оценкам, из-за последствий изменения климата ещё более 100 тыс. человек в стране могут оказаться за чертой бедности.

Изменение климата – это серьёзный вызов для сельского хозяйства Таджикистана. Более частые и сильные наводнения, сели, засухи и жара, таяние ледников и изменение стока рек, деградация земель и нашествия вредителей – все это усложняет работу фермеров, снижает урожаи и угрожает продовольственной безопасности всей страны. Понимание этих проблем – первый шаг к поиску решений и адаптации к новым условиям.

ВОПРОСЫ

1. Чем яровая пшеница отличается от озимой?
   Какую лучше сеять в вашем регионе? Почему?

2. Какие из зерновых культур выращиваются в вашем регионе?
   Грозит ли им изменение климата?

3. Почему повышение уровня моря опасно для производства риса в Юго-Восточной Азии?

4. Что такое продовольственная безопасность? Объясните на примере.

5. Какая доля людей во всем мире занята в сельском хозяйстве?

6. Какие меры по адаптации, упомянутые в этой и других главах, рекомендуются для устранения негативного воздействия изменения климата на сельское хозяйство? Как эти меры связаны с водными ресурсами?

7. Какие главные трудности изменение климата создаёт для фермеров в Таджикистане?





ЗАДАНИЯ

Вместе с учителем географии составьте список основных сельскохозяйственных культур, которые выращиваются в Таджикистане.

Найдите информацию об урожайности этих культур за последние годы. Она увеличивается или сокращается? Были ли за это время неурожаи, и с чем они были связаны?

Подумайте, как изменения климата могут отразиться на продуктивности этих и других культур в нашей стране. Может быть, новые климатические условия позволят выращивать какие-то другие культуры?



2.6 Как изменения климата влияют **на прибрежные регионы**



В прибрежной зоне проживает около 40 % мирового населения, оно производит более 70 % всей мировой продукции. Здесь расположены многие крупнейшие города, порты, туристские зоны, происходит интенсивная экономическая деятельность.

Более того, прибрежные зоны тесно экономически связаны с удалёнными от берега районами. Поэтому воздействия на береговые зоны серьёзно влияют на экономику и условия жизни даже вдали от них. Прибрежные территории сильно подвержены воздействию изменений климата. Основные угрозы для них – это повышение уровня океана, увеличение интенсивности штормов, которые вызывают наводнения и размывы берегов, а также увеличение числа опасных погодных явлений.

Повышение уровня Мирового океана

Уровень Мирового океана вот уже более 100 лет неуклонно растёт. С 1901 по 2018 гг. он повысился на 15-25 см, что составляет в среднем 1-2 мм в год. Казалось бы, это совсем немного, однако для стран, расположенных близко к уровню моря (или даже ниже него) это может быть чрезвычайно опасно! Одна из основных причин данного процесса – глобальное изменение климата.

МГЭИК отмечает, что повышение уровня Мирового океана с середины XIX века происходило быстрее, чем в среднем за два предыдущих тысячелетия. В последнее столетие уровень океана повышается всё быстрее и быстрее.

Судите сами: скорость повышения уровня Мирового океана между 1901 и 2018 годами в среднем составила 15-25 см или 1-2 мм в год, а между 2013 и 2022 годами – 4,62 мм в год.

Изменение климата, вызванное человеком, является основной причиной повышения уровня океана вследствие:

1. таяния ледников Гренландии и Антарктиды, в результате чего в Мировой океан поступает дополнительный объём воды;

2. термического расширения воды. При повышении температуры вода расширяется и занимает больший объём в пространстве.

Для прогнозов изменения климата учёные используют сложные математические модели, которые учитывают самые разные факторы, приводящие к изменению климата. Конечно, эти модели не могут точно предсказать, на сколько сантиметров вырастет уровень океана через 30, 50 или 100 лет. Но диапазон, в пределах которого будет расти уровень океана, определить можно. По сравнению с 1995-2014 гг. при различных сценариях уровень Мирового океана поднимется на 15–29 см к 2050 г. и на 28 см –1,01 м к 2100 г. В течение следующих 2000 лет уровень Мирового океана поднимется примерно на 2–3 м, если потепление будет в пределах 1,5 °С, и на 2–6 м, если будет в пределах 2 °С.

Ожидаемое повышение уровня моря к концу этого столетия представляет собой серьёзную угрозу и риск для прибрежных зон, людей, живущих там, прибрежной инфраструктуры и экосистем, особенно для небольших коралловых островов и низменного тихоокеанского побережья Юго-Восточной Азии. Повышение уровня моря будет неравномерным и, как ожидается, будет намного сильнее в тропиках, где в XXII веке может наблюдаться повышение уровня моря на 1–3 м, а ещё через одно столетие последует повышение на 5–10 м по сравнению с нынешними уровнями.

Высокие темпы роста населения и урбанизация в низменных прибрежных зонах станут основными факторами увеличения рисков, связанных с повышением уровня моря в ближайшие десятилетия. К 2030 году 108–116 млн чел. будут находиться в зоне риска из-за повышения уровня моря в Африке (по сравнению с 54 млн чел. в 2000 году), а к 2060 году их число увеличится до 190–245 млн чел. (средняя степень достоверности). К 2050 году более миллиарда человек, проживающих в низинных городах и поселениях, будут подвергаться климатическим рискам, характерным для побережья.

Жители Нидерландов готовятся к климатическому удару

Нидерланды расположены на низменности. Большая часть территории этой небольшой, но чрезвычайно промышленно развитой страны была получена путём осушения прибрежных зон.

Технологии откачки воды совершенствуются уже не первое столетие. Изобретательные нидерландские инженеры, предвидевшие изменение уровня моря, давно совершенствуют конструкции гидротехнических сооружений, которые способны сдерживать всё возрастающий натиск водных масс.

Рис. 2.6.1

Ветряные мельницы использовались для откачки воды из озёр.



Рис. 2.6.2

Афслёйтдейк – самая большая дамба в Европе.



Прибрежные районы окажутся под водой?

Из-за повышения уровня Мирового океана окажутся затопленными приморские равнины, берега будут постепенно поглощены морем, а водоснабжение прибрежных районов может нарушиться. Это серьёзные угрозы для густонаселенных прибрежных стран, таких как Бангладеш, Нигерия или Индонезия. Пострадают от повышения уровня океана и отдельные крупные города, в том числе Шанхай, Бангкок, Мумбаи, Джакарта, Буэнос-Айрес, Рио-де-Жанейро, Майами, Новый Орлеан.

При повышении уровня океана на 1 м будет затоплено до 15 % пахотных земель Египта и 14 % посевных площадей в Бангладеш, что вызовет переселение миллионов людей! Солёная морская вода попадёт в прибрежные грунтовые воды, которые во многих районах земного шара представляют собой основной источник пресной воды.

По прогнозам даже повышение уровня моря на 0,5 м приведёт к затоплению около 40 тыс. км^2 плодородных равнин в Китае. Наиболее уязвимыми окажутся обширные низкие равнины и низовья крупных рек: Хуанхэ, Янцзы и других, где средняя плотность населения иногда достигает 800 чел./км^2.

Во многих малых островных развивающихся государствах суша возвышается всего на несколько десятков сантиметров над уровнем моря. Они могут быть затоплены из-за поднимающегося уровня океана, а их жители вынуждены искать убежище в других странах.

Рис. 2.6.3 **Прогнозируемое затопление прибрежных территорий на различных материках при повышении уровня Мирового океана на 5 м.**



Штормовое предупреждение

В последнее время штормы в прибрежных районах или открытом море стали происходить всё чаще. Экстремальные штормовые ветры как вблизи берега, так и в открытом море вызывают штормовые нагоны – так называют резкий подъём уровня воды в полуоткрытых морю водоёмах (заливах, низовьях рек). Обрушиваясь на побережье, штормовые нагоны часто сопровождаются экстремальными осадками и наводнениями. Это мешает движению судов, работам на нефтяных и газовых платформах, вызывает эрозию берегов, мешает отдыху на побережье (Рис. 2.6.4).

Рис. 2.6.4 **Из-за изменения климата участились штормы в прибрежных районах и открытом море.**



Трагедия на Филиппинах

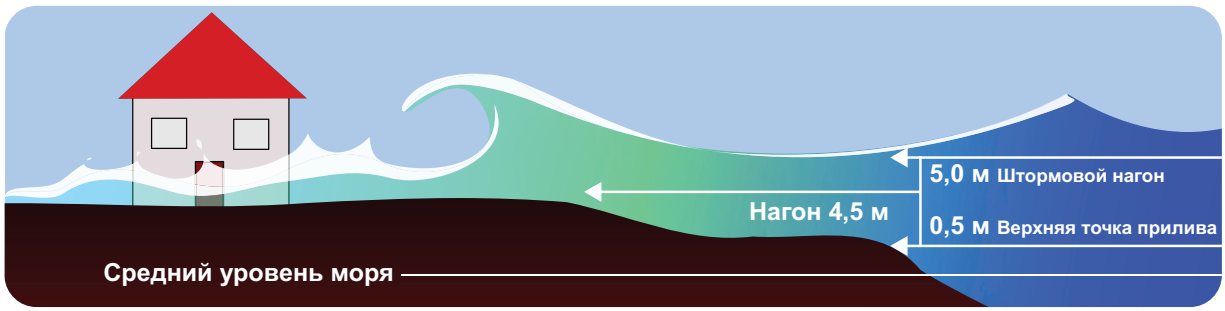


В ноябре 2013 года на Филиппинах случилась масштабная природная катастрофа. Эта страна, расположенная на гористом архипелаге, обычно принимает на себя львиную долю всех тихоокеанских тайфунов, прикрывая собой азиатский материк. Так было и в этот раз.

Сначала на Филиппинах бушевал супертайфун «Йоланда», который унёс жизни 1,8 тыс. человек, затем на острова пришла новая буря – «Зорайда». По данным филиппинских властей, от супертайфуна пострадали 6,94 млн филиппинцев, свыше 580 тыс. человек лишились крова, поскольку стихия полностью разрушила 21,2 тыс. домов и почти 20 тыс. повредила.

Но страшнее всего по Филиппинам ударил штормовой нагон, который в некоторых районах достигал 5 м. Штормовые нагоны часто случаются, например, в устье Невы, вызывая наводнения в Санкт-Петербурге, но Санкт-Петербург от штормовых нагонов защищают дамбы, а на Филиппинах к этому явлению оказались не готовы.

Рис. 2.6.5 **Штормовой нагон.**



Разрушение берегов

Ещё одно следствие подъёма уровня моря – размыв и разрушение волнами и прибоем берегов (Рис. 2.6.6–2.6.9). Особенно сильно разрушение затронуло побережье Арктики. Раньше берега были лучше защищены льдом, теперь из-за потепления льда стало меньше, а штормов больше, и разрушение берегов резко ускорилось. Есть районы, где берега отступают на 10–25 и более метров в год!

Рис. 2.6.6 **Примеры разрушения берегов в Арктике.**





Конечно, волны и паводки «съедали» берега и раньше. Знаете ли вы, что такое едомы? Этим словом называли острова, которые съедались водой. Если посмотреть на карту, составленную более 100 лет назад, мы увидим, что многих островов уже нет (Рис. 2.6.8)! Сейчас скорость этих процессов увеличилась. Падают маяки, которые ставили на безопасном расстоянии от обрыва (Рис. 2.6.9), «съедаются» даже довольно крупные посёлки, а людей остается только переселять! Уже есть примеры, когда здания, навигационные маяки или участки дорог пришлось просто бросить из-за эрозии, спасти их было невозможно. Более того, спасти нельзя даже некоторые населённые пункты!

Рис. 2.6.7 **Пример морского побережья, подвергшегося эрозии.**





Рис. 2.6.8

Примеры эрозии в Арктике. Красным обведены острова, которые уже не существуют, их «съели» шторма. Фрагмент карты 1890 г. Море Лаптевых, Новосибирские острова.



Рис. 2.6.9

Навигационный знак «Ванькин» больше не существует. Восточно-Сибирское море, о. Большой Ляховский.

Например, на Аляске пришлось бросить целый посёлок Кивалуна, расположенный на узкой полоске суши на берегу Северного Ледовитого океана и переселить 400 жителей подальше от берега. Стоимость такого проекта – более 200 млн долл, хотя посёлок был небольшой, около 70 домов.

Пляжи Португалии исчезают

Экологи встревожены тем, что побережье этой европейской страны находится под воздействием сильной эрозии: уже в ближайшее время многие португальские пляжи могут исчезнуть.

По оценкам исследователей, в некоторых местах океан ежегодно поглощает до нескольких метров берега. Хуже всего обстоят дела в районе Эшпинью на севере страны, где в течение последнего десятилетия исчезло до 70 м побережья. Этот процесс необратим!



Опасность для прибрежных экосистем

Повышение уровня моря отражается не только на людях и их экономической деятельности, но и на прибрежных экосистемах, обитающих как на суше, так и в море.

Особенно уязвимы экосистемы прибрежных низменностей. Как правило, они располагаются на уровне всего нескольких сантиметров над уровнем моря. Эти низменности – местообитание многих видов животных и растений, они играют ключевую роль в накоплении питательных веществ. К таким экосистемам относятся экосистемы солёных маршей – низменных прибрежных районов, заливаемых солёной морской водой во время приливов. Мангровые леса, которые распространены в прибрежных низменностях в зоне влажного тропического климата, также пострадают при повышении уровня океана.

Потепление океана представляет существенную угрозу для коралловых рифов. Рост температуры воды выше определённого уровня приводит к гибели микроскопических водорослей, живущих в симбиозе с кораллами и поставляющих им энергию для роста и размножения. Без поддержки водорослей кораллы испытывают стресс и обесцвечиваются. Длительное повышение температуры морской воды может привести к деградации всей экосистемы коралловых рифов, которые служат средой обитания для множества живых организмов (Рис. 2.6.10). По прогнозам, 18 % коралловых рифов мира будут потеряны в ближайшие три десятилетия.



Рис. 2.6.10 **Последствия изменения климата для экосистемы коралловых рифов.**



Изменения климата и рыболовство

Учёных и рыбаков беспокоит повышение температуры и кислотности океанских вод. По мере роста концентрации CO_2 в атмосфере растёт и поглощение его океаном, что увеличивает кислотность (pH) морской воды. Пока изменения pH и температуры вод в океане не так велики, но и их оказывается достаточно для обесцвечивания кораллов. К середине этого века кислотность может возрасти на 0,06-0,34 единицы pH, что в 100 раз быстрее её изменений в прошлом, по крайней мере за последние 20 млн лет.

При столь быстрых изменениях многим морским организмам будет сложно адаптироваться к новым условиям. Изменения свойств воды в океане уже приводит к массовому перемещению морских и пресноводных видов рыб, причём перемещаются они не хаотично, а довольно целенаправленно. Тепловодные рыбы смещаются к более холодным высоким широтам. В результате меняются места проживания этих рыб. Причиной миграции является не столько повышение температуры воды, сколько уменьшение объёма фитопланктона – основного корма для океанских рыб. Отмечено, что численность трески у берегов Гренландии, норвежской сельди, японской и адриатической сардины возрастает в периоды потеплений климата и сильно сокращается при похолодании.

Рис. 2.6.11 **Прогноз изменения кислотности поверхности океана к концу XXI века при наиболее благоприятном (слева) и наименее благоприятном (справа) сценариях воздействия человека на климатическую систему.**

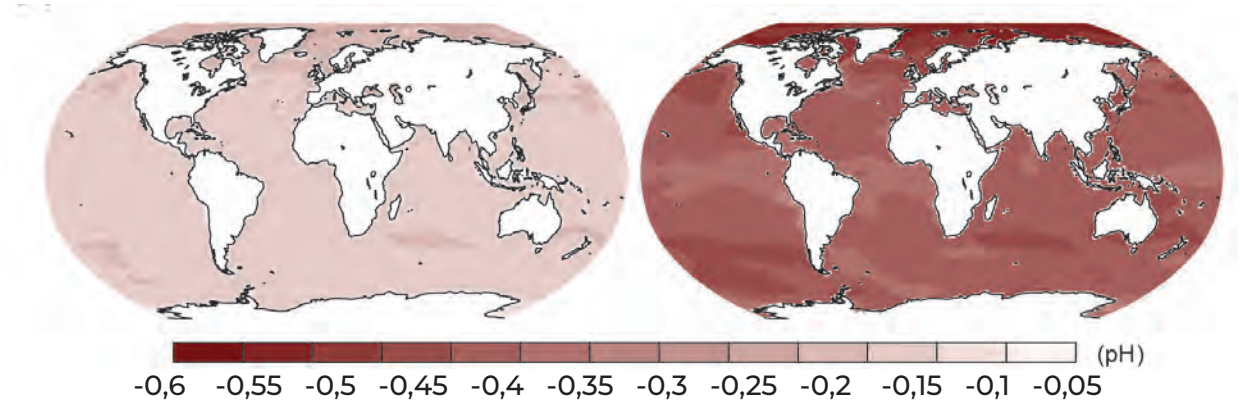
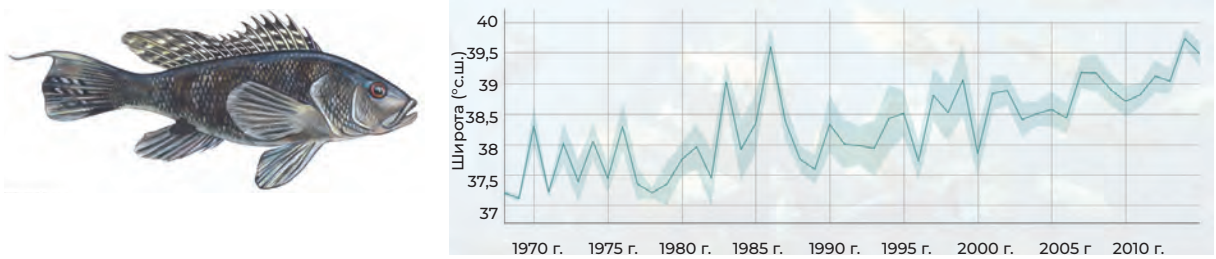


Рис. 2.6.12 **Чёрный морской окунь смещается на север по мере роста температуры океана.**



Специалисты Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA) и Ратгерского университета разработали интерактивную программу OCEANADAPT для отслеживания перемещения рыб и беспозвоночных в результате изменения климата и потепления океана. Программа предоставляет всем желающим доступ к информации о смещении зоны распространения почти 650 морских видов в течение последних 40-50 лет. Этот ресурс особенно полезен рыбакам и представителям рыбной промышленности, которые могут вовремя адаптировать свою деятельность с учётом наблюдаемых изменений.

Проблема заключается в том, что сегодня многие виды рыб вылавливаются человеком на пределе способности к восстановлению. Это вызывает беспокойство: неизвестно, смогут ли эти популяции адаптироваться и сохраниться.

Потеря прибрежной среды обитания, включая коралловые рифы и мангровые заросли, также является существенным фактором, негативно влияющим на продуктивность рыб.

Всемирная продовольственная программа отмечает, что рыба для более 2,9 млрд людей – это 15 % средней нормы белка на человека. В малых островных и развивающихся государствах, таких как Бангладеш, Камбоджа, Экваториальная Гвинея, Французская Гвиана, Гамбия, Гана, Индонезия и Сьерра-Леоне рыба является источником не менее 50 % употребляемых в пищу животных белков. Для людей в этих странах, находящихся в зависимости от рыболовства, любое сокращение местных рыбных ресурсов представляет собой серьёзную проблему.

Повышение уровня моря является одним из изменений в глобальной системе, вызванных изменением климата, к которому труднее всего адаптироваться. Стратегии по адаптации включают повышение осведомлённости об ожидаемом повышении уровня моря, совершенствование систем раннего предупреждения, укрепление береговой линии и комплексное управление прибрежными зонами.





ВОПРОСЫ

1. Какая из стран пострадает больше, если уровень океана поднимется более чем на полметра – Швейцария или Нидерланды?
2. Почему усилилось разрушение берегов морей?
3. Что такое едомы?
4. Приведите примеры влияния изменения климата на прибрежные экосистемы.
5. Почему рыба «уходит» в более высокие широты?
6. Что можно сделать для адаптации к изменению климата в прибрежных зонах?



ЗАДАНИЯ



1 Найдите на физической карте мира государства Республика Мальдивы и Тувалу. Определите их высоту над уровнем моря и объясните, чем для них опасен подъём уровня Мирового океана. Найдите среди островных и прибрежных государств различных материков те, которые также подвергнутся опасности быть полностью или частично затопленными в ближайшие 50–100 лет. Предложите пути решения проблемы.

2 Покажите на контурной карте, как изменится облик материка Южная Америка, если уровень Мирового океана поднимется на 100 м: раскрасьте цветными карандашами участки суши, которые окажутся затопленными. Придумайте географические названия для этих участков суши. Что случится с местными животными и растениями, погибнут ли они? Запишите свои предположения в тетради.

3 Те из вас, кто владеет английским языком, могут использовать программу OCEANADAPT в Интернете (http://oceanadapt.rutgers.edu/) и определить, насколько изменилась зона распространения различных видов рыб и морских животных за последние 40-50 лет.
Какие виды сместились к северу больше всего и почему?



2.7 Как изменения климата влияют **на горные регионы**

Что такое горы?

«Лучше гор могут быть только горы, на которых ещё не бывал». Эти строки принадлежат одному из самых известных и любимых советских авторов-исполнителей Владимиру Высоцкому. Действительно, горы – одно из величайших творений природы. Мало что может сравниться с захватывающим дух ощущением, когда стоишь на вершине горы: над головой – только голубое небо, а внизу – кажущийся таким маленьким с огромной высоты мир и белые облака... В такие моменты особенно остро чувствуешь красоту и могущество природы и в то же время её хрупкость.

С научной точки зрения горы – это приподнятая форма рельефа, возвышающаяся над окружающей равниной. Горы, если это не вулканы, редко встречаются поодиночке и чаще всего образуют горные цепи и хребты. Хребты, в свою очередь, объединяются в горные страны или горные системы. Горы принято делить на высокие (высотой более 3 тыс. м), средние (1–3 тыс. м) и низкие (до 1 тыс. м). Низкогорья обычно имеют округлые вершины и пологие склоны. Высокие горы, напротив, отличаются крутыми склонами и остроконечными пиками.

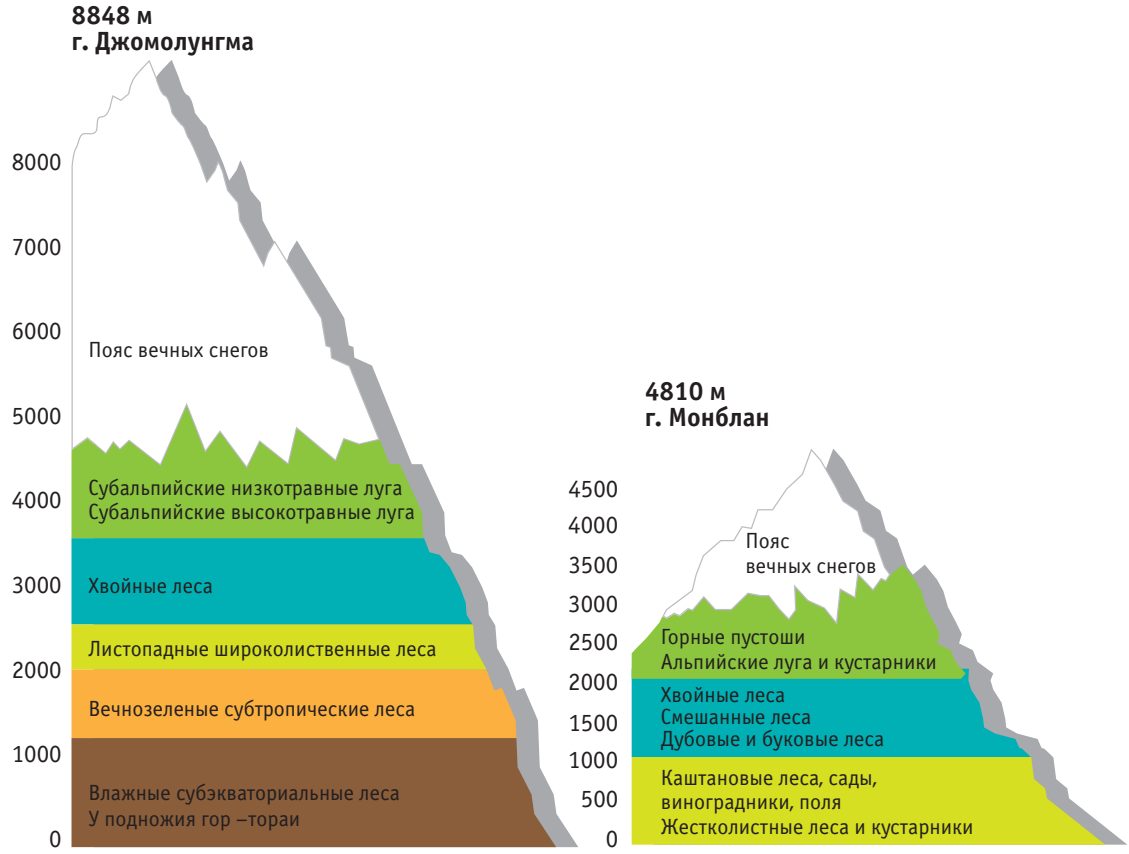


Горы и климат

Горы играют важную роль в формировании климата. Они создают барьер для воздушных масс, которым сложно преодолеть высокие вершины. По этой причине разные склоны гор часто имеют непохожие климатические условия: с одной стороны осадков выпадает больше, с другой – меньше; также могут сильно отличаться средняя температура воздуха и ландшафты.

Ещё одна уникальная особенность гор – высотная поясность. Проявляется она следующим образом: по мере нарастания высоты в горах происходит смена климатических и ландшафтных зон (Рис. 2.7.1).

Рис. 2.7.1 **Высотная поясность: г. Джомолунгма (Гималаи) и г. Монблан (Альпы).**







Самые высокие горы на Земле

Самая высокая горная система на Земле – Гималаи, что в переводе с санскрита означает «обитель снегов». Десять из двенадцати «восьмитысячников» (так называют горы высотой более 8 тыс. м) находятся здесь. Здесь же расположена самая высокая точка суши – гора Эверест, известная также как Джомолунгма или Сагарматха. Её высота 8848 м!

Самая протяжённая горная система на суше – Анды. Эта гигантская горная цепь Южной Америки простирается вдоль всего побережья Тихого океана. Высшая точка Анд, а также западного и южного полушарий Земли – гора Аконкагуа (6960 м).

Главная горная система Европы – Альпы. Они проходят по территории восьми государств: Австрии, Германии, Италии, Лихтенштейна, Монако, Словении, Франции и Швейцарии. Гора Монблан (4807 м) на границе Франции и Италии – самая высокая точка Альп и Западной Европы.

В России самая высокая горная система – Большой Кавказ, который простирается от Чёрного до Каспийского моря. Высшая точка Большого Кавказа, России – а по некоторым оценкам и всей Европы – двуглавый вулкан Эльбрус, высота которого 5642 м.

Североамериканские Кордильеры состоят из нескольких горных цепей, наиболее высокие из которых Аляскинский хребет и Скалистые горы. На Аляске находится высшая точка Северной Америки и США гора Мак-Кинли (6193 м). 31 августа 2015 года бывший президент США Барак Обама объявил о решении переименовать гору Мак-Кинли в Денали, как её называет коренное население Аляски. Самая высокая гора Африки – вулкан Килиманджаро (5895 м). Высшая точка Австралии – гора Косцюшко (2228 м).

Рис. 2.7.2

Н. Рерих. Гималаи. Эверест. 1938 г.



Рис. 2.7.3

Двуглавый вулкан Эльбрус (5642 м) – самая высокая точка России и всей Европы.



Вы наверняка задумывались, почему горные вершины часто бывают покрыты снежной шапкой даже в тропических широтах. Ещё первые покорители гор обнаружили, что при подъёме вверх температура воздуха заметно понижается и становится трудно дышать. Воздух нагревается солнцем и поверхностью земли. Нагревшись, он поднимается и расширяется, теряя при этом тепло. То есть с повышением высоты над уровнем моря постепенно снижаются давление воздуха и его температура.

Известно, что при подъёме на каждый километр температура воздуха снижается на 6 °С. То есть если у подножия горы высотой в 4000 м температура +24 °С, то у вершины она будет около 0 °С! Вот почему, даже если среднегодовая температура воздуха в тропических широтах никогда не опускается ниже нулевой отметки, на большой высоте в горах всё равно может лежать снег.

Горы не только влияют на климат, но и сами сильно зависят от него. Горные регионы одними из первых реагируют на изменения климатических условий! Основной «индикатор» изменения климата в горах – это ледники, которые по мере потепления или похолодания сокращают или наоборот наращивают свою массу.

Тающая красота

Ледники в горах образуются тогда, когда накопившийся в высокогорье снег превращается в лёд. Для образования ледника необходим холодный и влажный климат, при котором в течение года выпадает больше снега, чем успевает растаять. Как только температура повышается и сокращается количество осадков в горах, ледник перестает накапливать массу и начинает таять.

Рис. 2.7.4 **Ледниковые области Земли.**



Горные ледники во всём мире начали таять, или, как ещё принято говорить, отступать, около 15 тыс. лет назад, когда на смену ледниковому периоду пришла новая эпоха глобального потепления. Периодически их таяние сменяется временным наступлением. Из истории известно, что в V–VII веках многие горные перевалы, занятые в настоящее время ледниками, служили караванными путями. Затем климат стал более холодным, ледники начали расти, и с XVII-XVIII веков эти перевалы стали труднодоступными. Один из таких примеров – знаменитый перевал Сен-Готард в Альпах, который на рубеже XVIII и XIX веков с большим трудом смог преодолеть великий русский полководец Александр Суворов.

Рис. 2.7.5 **А. Попов. Переход через Альпы. 1904 г .**



Однако за последние 70 лет ледники по всему миру отступают особенно быстро (Рис. 2.7.6). Учёные бьют тревогу: стремительное таяние ледников в горах, которое происходит в наши дни, никак не вписывается в естественные циклы! Самое опасное то, что сокращение объёма льда в горах может привести к катастрофическим последствиям для природы и экономики горных регионов, а также предгорных равнин, на которых проживает, ни много ни мало, 1/6 населения Земли!

Рис. 2.7.6 **Изменение массы горных ледников по всему миру, 1950–2022 годы.**

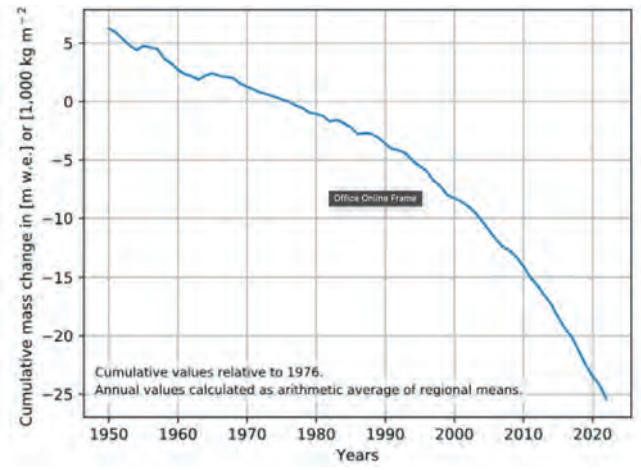


Рис. 2.7.7 **Так учёные изучают ледники.**



Горные ледники отступают

Ледники Гималаев отступают в среднем на 10–15 м в год. Особенно быстро тает ледник Ганготри, откуда берёт своё начало река Ганг. Каждый год он сокращается на 30 м. Ганготри – один из самых главных источников воды для 500 млн человек, живущих в долине Ганга.

Чрезвычайно быстро отступают ледники в Перу. За последние 30 лет их площадь уменьшилась, по самым скромным подсчётам, на треть.

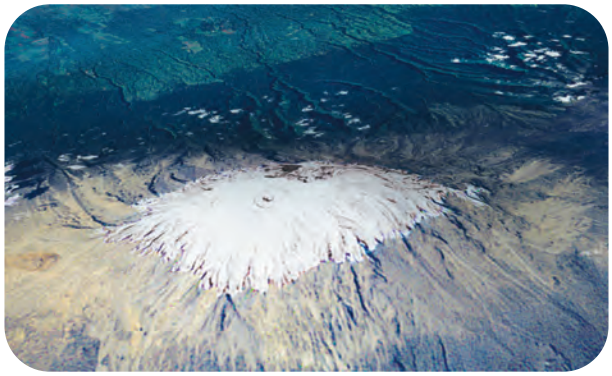
Катастрофа настигла вулкан Килиманджаро в Африке: знаменитая ледовая шапка, прославленная некогда американским писателем Э. Хемингуэем в рассказе «Снега Килиманджаро», практически растаяла!

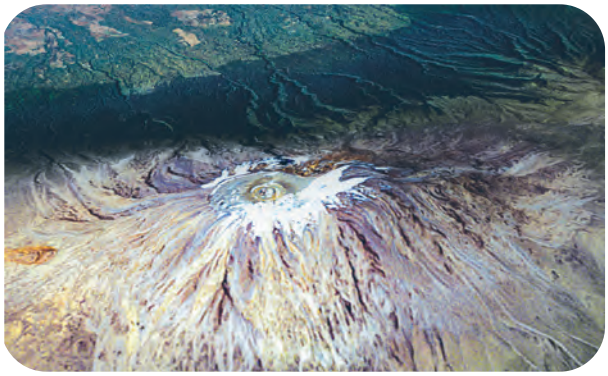
Рис. 2.7.8

Ледник Ганготри.



Рис. 2.7.9 **Снежная шапка вулкана Килиманджаро практически растаяла.**





Ледники в Альпах тают быстрее, чем когда-либо. Согласно исследованию, проведенному в 2023 году Швейцарской сетью мониторинга ледников (GLAMOS), ледники Швейцарии за два года потеряли столько же льда, сколько за три десятилетия до 1990 года. Учёные пришли к выводу, что причиной катастрофы является изменение климата, в т.ч. необычно жаркое лето и тёплые зимы с очень малым объёмом снега, что привело к ускорению таяния ледников. Объём ледников, потерянный за жаркое лето 2022 и 2023 годов, такой же, как и за весь период с 1960 по 1990 год. Европейское агентство по охране окружающей среды ожидает, что 75 % альпийских ледников растают к 2050 году.

Национальный парк «Глейшер» (от англ. glacier – ледник) на границе США и Канады был назван так первооткрывателями в честь многочисленных ледников, которые они обнаружили в здешних Скалистых горах. Из 150 ледников, которые можно было увидеть там в середине XIX века, к началу XXI осталось только 25 (Рис. 2.7.10)! Стоит поторопиться с поездкой в этот красивейший уголок планеты: по прогнозам учёных, в ближайшие десятилетия ледники парка могут полностью исчезнуть.

Рис. 2.7.10 **Национальный парк «Глейшер», август 2013 года.**



В Новой Зеландии с 1975 по 2005 годы объём ледников сократился на 11 %. Среди самых быстро тающих – ледники Тасманский, Классен, Мюллер и Мод.

Значительные изменения произошли с ледником Азау на Кавказе. В конце XIX века в процессе таяния он разделился на две части, которые получили название Малого и Большого Азау. Сегодня Большой Азау уже совсем небольшой. За период с 1957 по 1976 годы ледник отступил на 360 м, а с 1980 по 1992 годы – на 260 м. Средняя скорость отступания ледника Малый Азау сегодня составляет около 16 м в год.

Рис. 2.7.11 **Ледник Большой Азау на Кавказе. Фото в руках девушки датировано 1956 годом, а за спиной – то, что осталось от ледника к 2007 году.**



В российском Горном Алтае количество ледников с 1952 по 1998 годы уменьшилось на 7,5 %. По сравнению с их положением в середине XIX века, ледники отступили на 100–120 м. Например, Софийский ледник, за которым наблюдают специалисты Алтайского государственного университета, за последние 150 лет отступил на 1,5–2 км. При этом ледник «поднимается» со скоростью 20-30 м в год.

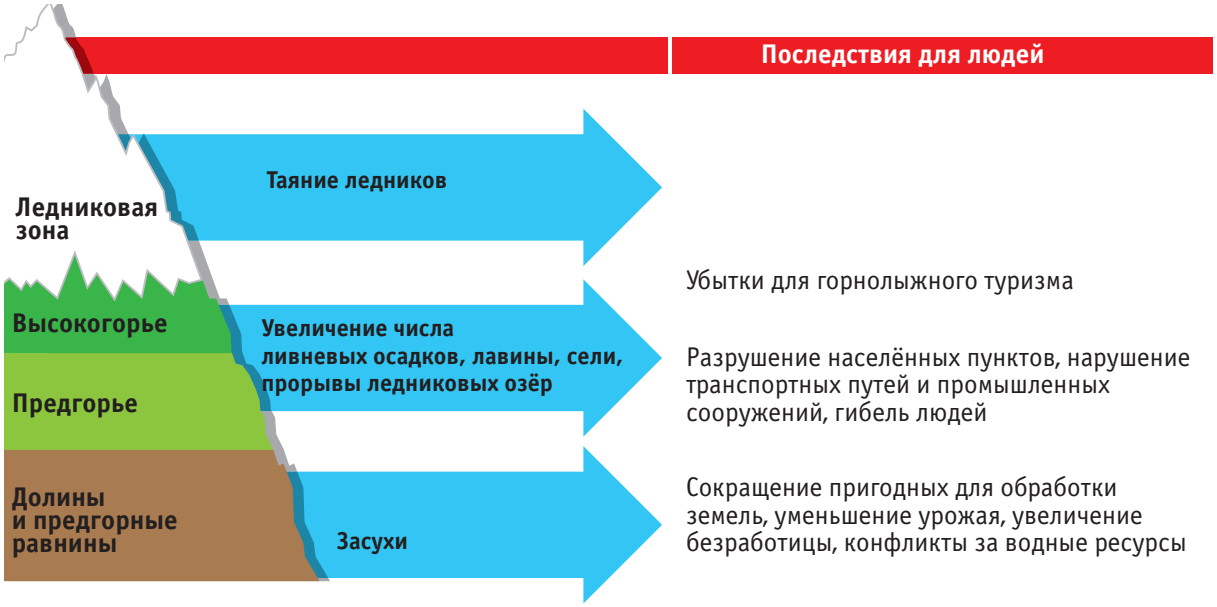
Как изменение климата влияет на жизнь человека в горах

Жизнь человека в горах протекает в суровых условиях. Большие высоты, сложный рельеф и часто меняющаяся погода гораздо менее благоприятны для ведения хозяйства в горах, чем на равнине.





Рис. 2.7.12 **Влияние изменений климата на жизнь человека в горах.**



С давних времён люди селились в узких межгорных долинах, которые были отделены друг от друга высокими горными хребтами с крутыми склонами. По этой причине контакты между соседними долинами (и народами) часто были затруднены. До сих пор в горных регионах каждый народ имеет свои уникальные обычаи, культуру и особенности ведения хозяйства. При этом уклад жителей гор, их основная занятость – сельское хозяйство и туризм – напрямую зависят от климатических условий. Даже незначительные изменения климата могут крайне негативно сказаться на благополучии горных регионов.

Туризм катится по склону

Пример Альп наглядно показывает, как изменения климата влияют на туристскую привлекательность горных районов. Сегодня здесь одна из наиболее прибыльных отраслей – горнолыжный туризм, за счёт которого формируется до 20 % дохода альпийских стран (Рис. 2.7.13). Для 13 млн жителей Альп в Австрии, Германии, Швейцарии и Франции отсутствие снега означает экономическую катастрофу: 2/3 туристов приезжают туда, чтобы покататься на лыжах и сноубордах.

Однако прогнозы неутешительны: к 2030 году снег в Альпах практически перестанет выпадать ниже отметки 1000 м, в результате чего многие популярные горнолыжные курорты могут прекратить своё существование. В Австрии половина всех горнолыжных баз расположена на высотах до 1300 м – и они будут вынуждены закрыться из-за отсутствия снега. Пессимистические прогнозы уже начинают сбываться: зимой 2006–2007 годов из 660 альпийских курортов были закрыты 60. Многие из оставшихся действовали только благодаря установкам, производившим искусственный снег. Это очень повысило стоимость отдыха на альпийских курортах, и без того самых дорогих в Европе, и снизило в целом спрос на отдых в Альпах.

Что делать без снега? Спортивная индустрия в меру сил адаптируется к глобальному потеплению. Идёт поиск других видов туризма и отдыха, которые меньше зависят от снега. Территории, предназначенные для лыж, превращаются в парки аттракционов и круглогодичные санатории. Может настать время, когда в Альпы туристы будут приезжать не ради зимних видов спорта, а для того, чтобы погулять вдоль живописных озёр, отведать местных продуктов и подышать свежим горным воздухом.

Рис. 2.7.13

Туристическая индустрия составляет большую долю доходов горных регионов.





Показателен пример озера Трифт в Швейцарском регионе Берн. В 1990-х годы находившийся здесь ледник стал заметно сокращаться, вода начала наполнять небольшое озеро, а долина постепенно обнажаться. Раньше, чтобы добраться от одной вершины до другой, можно было просто перейти по леднику. Не дожидаясь, пока ледник полностью растает, местные власти решили провести подвесной мост. Сразу же после открытия мост стал визитной карточкой региона. Теперь он привлекает сюда туристов со всего мира!

Рис. 2.7.14

Мост над озером Трифт, Швейцария.



Ледник Пасторури в Перу отступает

Возвышавшийся над Андами ледник Пасторури до недавнего времени привлекал в Перу толпы туристов и профессиональных скалолазов. Однако за последние 35 лет ледник уменьшился на четверть, а ещё через несколько десятилетий, по мнению учёных, он может полностью исчезнуть. На смену красивейшему пейзажу из снега и льда пришли чёрные скалы. При этом чиновники запретили восхождения на гору из-за нестабильности грунта, связанной с таянием ледника.

По сравнению с началом 1990-х годов количество туристов, приезжающих полюбоваться ледником Пасторури, сократилось в 3 раза. Всё это весьма негативно сказалось на туризме Перу и доходах местных жителей. Но перуанские бизнесмены не сдались и придумали весьма необычный способ, как использовать эту достопримечательность. Теперь они показывают ледник как плачевный результат изменения климата, что и в самом деле привлекает в регион всё больше экологов и любознательных туристов.

Но хотя бизнесмены и нашли, как получить выгоду от потепления климата, природу этим, увы, не восстановишь!

Рис. 2.7.15 **Отступление ледника Пасторури в Перуанских Андах.**



Стихийные бедствия в горах

Убытки в туристской сфере ещё не самое страшное. Есть угрозы и посерьёзнее. Это стихийные бедствия: лавины, сели, наводнения, которые из-за изменений климата стали происходить в горах всё чаще. Результат – большие экономические потери и риски для жизни людей.

Когда ледник отступает, с него стекает талая вода. Скапливаясь в горной долине, она образует ледниковое озеро. Когда воды становится слишком много, озеро может переполниться и выйти из берегов, происходит сильное наводнение. По оценкам учёных, 20 ледниковых озёр в Непале и 24 в Бутане представляют большую опасность для людей, живущих ниже по долине. Если произойдёт прорыв этих озёр, и вода хлынет в долину, многие люди могут погибнуть или остаться без крыши над головой. Подобные наводнения уже не раз происходили за последние годы, в том числе в долинах рек Тхимпху, Паро и Пунакха-Вангду в Бутане. Опасность для местного населения можно снизить, если до наступления таких наводнений прорыть защитные каналы и дамбы.

Озеро Тшо Ролпа в Непале образовалось из воды тающих ледников. За последние 50 лет оно увеличилось в семь раз: так быстро тают ледники в этом регионе. Согласно исследованиям, свыше 20 ледниковых озёр в Непале и 24 в Бутане могут в скором времени выйти из берегов. Если не будут предприняты соответствующие предупредительные меры, это может обернуться катастро фическими последствиями для жизни людей и экономики этих стран.

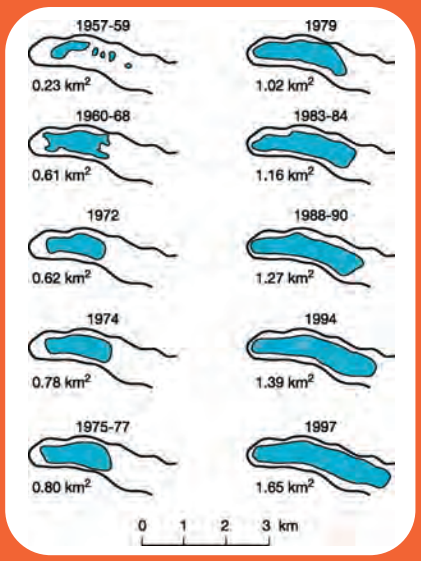
Рис. 2.7.16

Ледниковые озёра в Гималаях.



Рис. 2.7.17

За последние 50 лет оз. Тшо Ролпа увеличилось в 7 раз.



Лавина – огромная масса снега, падающая или соскальзывающая со склонов гор. Снежные лавины могут принести катастрофические последствия. Так, в феврале 1999 года лавина массой в 170 тыс. т полностью разрушила посёлок Гальтур в Австрии и унесла жизни 30 человек. В начале марта 2012 года серия лавин в Афганистане разрушила жилые дома, погубив более 100 человек. Совсем недавно, в январе 2023 года, лавина сошла на дорогу в Ньинчи, Китай, в результате чего 28 человек погибли и 53 получили ранения.

Сель – грязекаменный поток большой силы, который внезапно возникает в долинах горных рек. Причиной возникновения селя, как правило, становятся ливни, бурное таяние снега. Ещё одна распространённая причина образования селевых потоков – прорыв ледниковых озёр. Как и лавины, сели могут производить огромные разрушения.





Сокращение запасов пресной воды

Очень серьёзный вопрос – грядущий недостаток пресной воды. Это проблема уже не только для горных регионов, но и для предгорных равнин. Ледники – один из главных источников пресной воды на Земле, так как многие реки берут в них свое начало. Сокращение объёма льда приведёт к ухудшению водоснабжения предгорий, а значит и невозможно будет дальнейшее развитие здесь сельского хозяйства, добывающей промышленности, электроэнергетики. Уже сейчас дефицит пресной воды в предгорных районах становится причиной серьёзных политических конфликтов.

Горы таят в себе множество опасностей. По мере того, как меняется климат на Земле, эти опасности могут усиливаться. Рост температуры, изменение количества осадков, таяние горных ледников и более частые непредсказуемые стихийные бедствия приводят к катастрофическим последствиям для природы, населения и экономики горных регионов, а также обширных предгорных равнин.

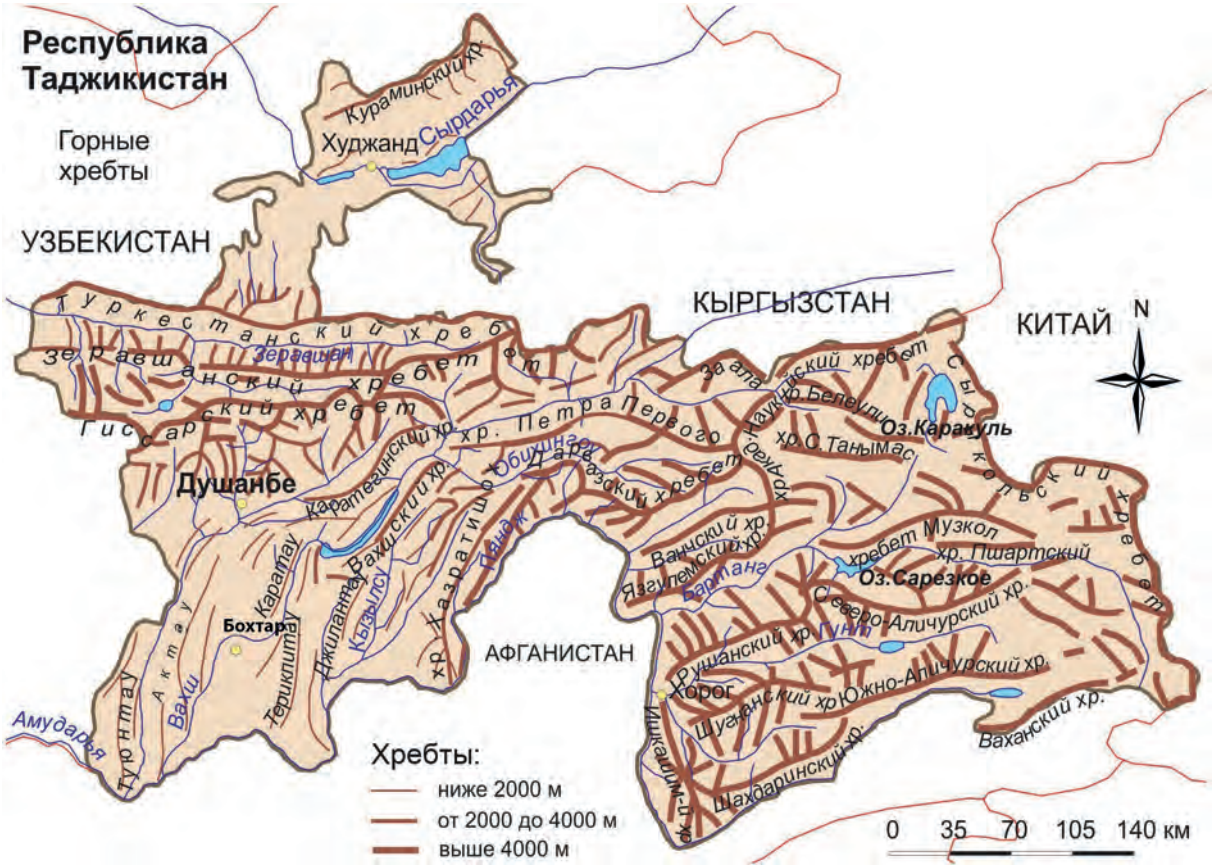
Горы и ледники Таджикистана

Таджикистан – страна высоких гор

Представьте себе страну, где почти повсюду видны величественные горы! Это Таджикистан. Его часто называют «Крышей мира», потому что его горы, особенно могучий Памир, одни из самых высоких на планете. Почти вся территория страны – более 93 % из 100 % – занята горами. Некоторые вершины взмывают в небо выше 7000 метров – это выше, чем самые высокие горы в Европе!

Именно из-за такой огромной высоты и сурового климата в горах Таджикистана рождаются и живут ледники. Эти ледяные шапки на вершинах гор – настоящее сокровище страны и всего региона Центральной Азии.

Рис. 2.7.18 **Горные хребты Таджикистана.**



Ледяные сердца гор: почему ледники так важны?

Что же такое ледник? Представьте себе огромную реку, только не из воды, а изо льда. Ледники образуются высоко в горах, где снег выпадает год за годом, не успевая растаять. Слой за слоем снег накапливается, спрессовывается под собственным весом и постепенно превращается в плотный лёд. Этот лёд под действием силы тяжести очень медленно течет вниз по склонам гор.

Почему же ледники так важны для Таджикистана и его соседей?

- **Огромные запасы пресной воды:** ледники – это гигантские природные хранилища замерзшей пресной воды. В ледниках Таджикистана сосредоточено более половины всех ледниковых запасов воды в Центральной Азии!

- **Источник рек:** когда ледники подтаивают (особенно весной и летом), вода стекает с гор, образуя ручьи и реки. Этот процесс называется сток. Представьте, как тает большой кусок льда на солнце – стекающая с него вода и есть сток. Именно ледниковый сток питает крупнейшие реки Центральной Азии – Амударью и Сырдарью, а также их притоки, такие как Вахш, Пяндж, Зеравшан, Кафирниган. Эти реки дают воду для питья, для полива полей (орошения) и для производства электроэнергии на гидроэлектростанциях (ГЭС) для миллионов людей в Таджикистане, Узбекистане, Туркменистане, Казахстане и Афганистане. Более 60 % всей воды этих рек берет начало в горах Таджикистана.

- **Регуляторы стока:** ледники работают как природные регуляторы. Они отдают воду постепенно, особенно в жаркие и сухие летние месяцы, когда дождей мало. Благодаря ледникам реки не пересыхают летом. В обычные годы таяние ледников дает рекам 10-20% их воды, а в очень засушливые годы – до 70%! Эта способность ледников «поддерживать» реки в сухое время называется буферной функцией, и она критически важна для стабильности водоснабжения и сельского хозяйства в регионе.

- **Влияние на климат:** большие массы льда отражают солнечный свет, помогая охлаждать окружающую местность и влияя на региональный климат.

Таким образом, ледники Таджикистана – это не просто замерзшая вода. Это основа жизни и благополучия для всего огромного региона Центральной Азии, обеспечивающая водную безопасность и стабильность климата. И поскольку реки, питаемые этими ледниками, пересекают границы нескольких государств, состояние таджикских ледников – это вопрос не только экологии, но и добрососедских отношений и стабильности во всей Центральной Азии.

Рис. 2.7.19 Памирские горы.



Рис. 2.7.20 Снежная лавина на Памире.



Сколько льда в Таджикистане?

Считаем ледники

Точно посчитать все ледники в огромных горах – задача непростая. Раньше ученые использовали карты и аэрофотоснимки. Сейчас на помощь пришли спутники и современные технологии, которые позволяют получить более точные данные. Поэтому старые подсчеты, например, сделанные во времена СССР, уже устарели.

Оледенение – это научный термин, который обозначает всю площадь, покрытую ледниками и многолетним снегом, который не тает летом.

Рис. 2.7.21

Ледник Ванджях (Федченко) – крупнейший ледник Таджикистана.



Согласно последним национальным оценкам, основанным на современных данных (включая Четвёртое Национальное Сообщение Республики Таджикистан по Рамочной Конвенции ООН по изменению климата), в стране насчитывается около 14 тысяч ледников. Их общая площадь составляет 11 146 квадратных километров – это примерно 8% всей территории Таджикистана. Представьте себе ледяное поле размером с небольшую европейскую страну! В этих ледниках хранится колоссальный объем льда – около 845 км^3. Этого объема хватило бы, чтобы покрыть всю территорию Таджикистана слоем льда толщиной почти 6 метров!

Главный гигант – ледник Ванджях (Федченко)

Самый знаменитый ледник Таджикистана и всей Центральной Азии – это ледник Федченко (в 2023 году был переименован в Ванджях, что означает «лед Ванджа»). Он носит титул самого длинного ледника в мире за пределами полярных регионов (Арктики и Антарктиды). Его длина достигает 77 км! Площадь этого ледяного гиганта составляет около 700 км^2, а объем льда оценивается в 130-144 км^3. Это сравнимо с общим объемом льда во всех Альпийских горах Европы! У ледника Федченко есть множество ледников-притоков, которые вливаются в него, словно реки. Состояние этого ледника – важнейший показатель здоровья всей ледниковой системы региона.

Кроме Федченко, в Таджикистане есть и другие крупные ледники, например, Зеравшанский, Гармо, Грумм-Гржимайло, длина каждого из которых превышает 25 км.

Когда горы плачут: ледники и изменение климата

К сожалению, ледяные сокровища Таджикистана находятся под угрозой. Из-за повышения температуры ледники Таджикистана начали таять быстрее, чем накапливать новый снег. Этот процесс называется деградация ледников. Представьте себе снеговика весной: он начинает таять, уменьшаться в размерах, оседать – примерно то же самое происходит и с ледниками, только гораздо медленнее.

Ученые наблюдают, что ледники отступают – их языки (нижние части) становятся короче.

- **Ледник Федченко:** за последние десятилетия он отступил примерно на 1 км, а в среднем отступает на 16 м каждый год. Некоторые исследования показывают, что за последние 10 лет он мог отступить даже на 500 м.
- **Зеравшанский ледник:** Этот ледник тает еще быстрее. Если раньше он отступал на 43 м в год, то в последние десятилетия скорость отступления выросла до 88-94 м в год!
- **Ледник Гармо:** С 1940 по 1985 год он отступил почти на 3 км.
- **Другие ледники:** Многие другие ледники также отступают со скоростью 7-13 м в год.

Самое тревожное, что более 1000 небольших ледников в Таджикистане уже полностью исчезли! Это как первые ласточки, показывающие, что процесс идет полным ходом. Ученые прогнозируют, что если потепление продолжится, то:

- Общая площадь ледников может сократиться еще на 15-20 % в ближайшие десятилетия.
- Большинство оставшихся малых ледников исчезнут в ближайшие 30-40 лет.

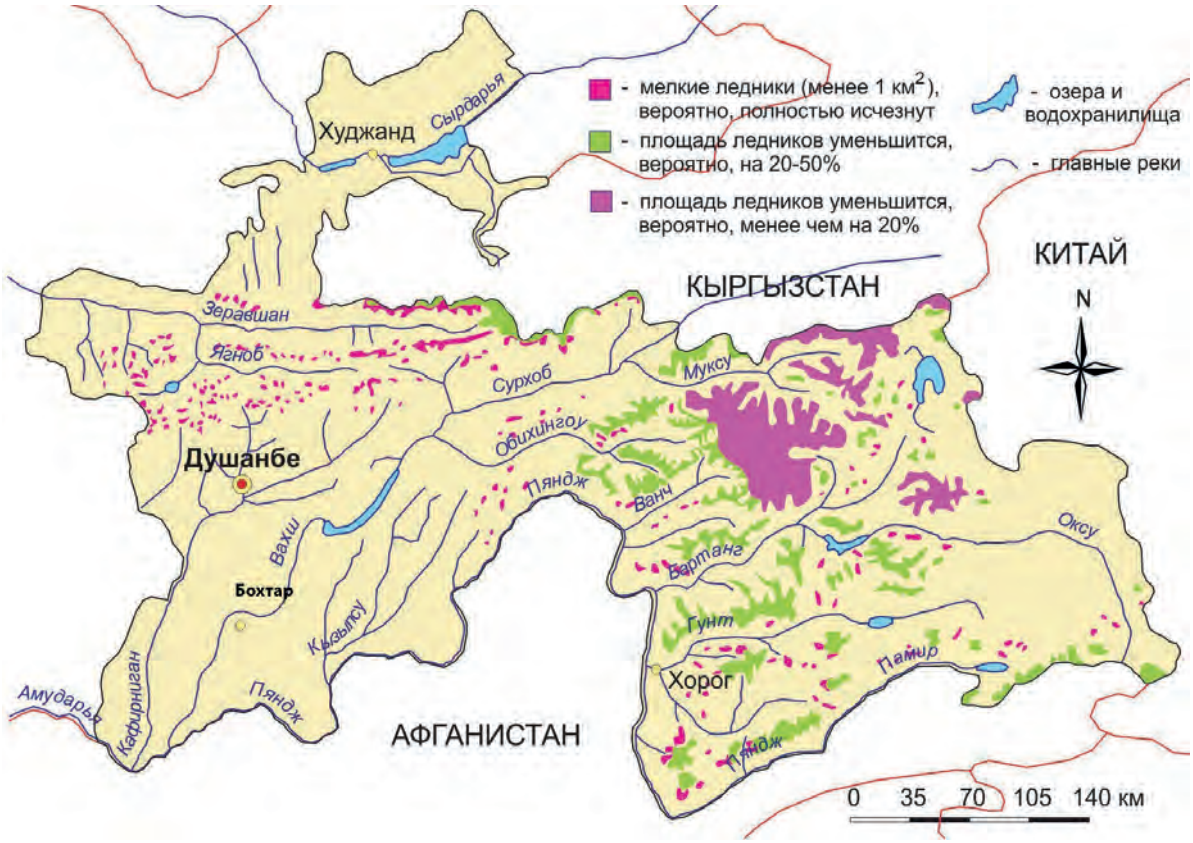
Рис. 2.7.22 **Деградация ледника Гармо с 1930 по 2005 годы.**



К концу XXI века Таджикистан может потерять от 50 % до 70 % всего объема своих ледников (по некоторым оценкам, половина объема может быть потеряна уже к 2050 году).

Еще один фактор, ускоряющий таяние – это пыль. Пыльные бури, которые стали чаще приходить в Таджикистан, приносят темную пыль и сажу даже на самые высокие ледники. Темная поверхность поглощает больше солнечного тепла, чем чистый белый лед, и из-за этого ледник тает быстрее.

Рис. 2.7.23 **Ожидаемая деградация ледников Таджикистана к 2050 году в связи с изменением климата.**



Прорыв ледниковых озер: внезапная угроза

Как уже было отмечено выше, из-за потепления климата ледники тают. Талая вода скапливается, образуя озера прямо у края ледника или за естественными плотинами из камней и льда (морен). Иногда такая природная плотина не выдерживает давления воды и прорывается. Тогда вся вода из озера устремляется вниз мощным потоком, сметая всё на своем пути. Это явление называется прорывом ледникового озера (ПЛО).

Таджикистан, с его многочисленными ледниками, подвержен риску ПЛО. На юго-западном Памире насчитывается около 335 озёр с потенциалом прорыва. Ученые считают, что из-за продолжающегося таяния ледников риск ПЛО в будущем будет только расти.

ПЛО опасны своей внезапностью и разрушительной силой. Поток воды, грязи и камней может нестись на десятки километров вниз по долине, угрожая селам, дорогам, мостам и полям.

Недавний пример такого события произошел 9 ноября 2024 года в Таджикабадском районе. Там прорыв ледникового озера вызвал селевой поток, от которого пострадали 28 домохозяйств. Важно помнить, что не все сильные наводнения или сели связаны с ПЛО. Например, крупные сели и паводки в мае 2021 года произошли в Хатлонской области, далеко от ледниковых зон, и были вызваны сильными дождями, а не прорывом озер.

Поскольку ПЛО зарождаются в конкретных местах – у ледниковых озёр, их можно и нужно отслеживать. Ученые используют спутниковые снимки и обследуют озера в горах, чтобы определить, какие из них наиболее опасны. Для самых рискованных озер создаются системы раннего предупреждения (СРП), чтобы вовремя оповестить жителей долин об угрозе. Это яркий пример того, как знание о последствиях изменения климата (таяние ледников) помогает разработать конкретные меры защиты.

Так как реки, берущие начало в ледниках Таджикистана (такие как Пяндж, Вахш, Зеравшан), текут и в соседние страны, проблема ПЛО и таяния ледников важна не только для Таджикистана, но и для всего региона Центральной Азии. Сохранение ледников и управление рисками ПЛО требует сотрудничества между странами.

Что мы делаем для спасения ледников?

Остановить таяние ледников полностью можно только совместными усилиями всех стран мира, сокращая выбросы парниковых газов, которые вызывают глобальное потепление. Но Таджикистан, понимая огромную важность своих ледников, предпринимает активные шаги на национальном и международном уровнях.

На национальном уровне:

- **Государственная программа изучения и сохранения ледников (2010-2030):** В Таджикистане действует специальная государственная программа. Её цель – постоянно наблюдать за состоянием ледников и снежного покрова, изучать риски (например, схода лавин или прорыва озер), создавать каталоги ледников и разрабатывать прогнозы. В рамках программы организуются научные экспедиции в горы, устанавливаются автоматические метеостанции, используются спутниковые данные для мониторинга.

- **Закон «О защите ледников» (2023 год):** В 2023 году в Таджикистане был принят очень важный **Закон «О защите ледников».** Этот закон официально объявляет ледники **исключительной собственностью государства** и стратегическим источником водных ресурсов. Он создает правовую основу для их сохранения, изучения и мониторинга. Закон также предусматривает создание специального **Фонда защиты ледников** для финансирования этих работ. Принятие такого закона подчеркивает, насколько серьезно страна относится к проблеме сохранения своего ледяного богатства, приравнивая его к другим стратегическим национальным ресурсам.

На международном уровне:

Таджикистан активно выступает на мировой арене, привлекая внимание всего мира к проблеме таяния ледников.

- **Международный год сохранения ледников (2025):** именно по инициативе Президента Таджикистана Эмомали Рахмона Организация Объединенных Наций (ООН) объявила **2025 год Международным годом сохранения ледников.** Цель этого года – повысить осведомленность людей во всем мире о важности ледников и необходимости срочных действий для их спасения. В рамках этой инициативы также предложено объявить 21 марта Всемирным днём ледников и создать специальный фонд при ООН для поддержки сохранения ледников.

- **Международные конференции:** Таджикистан регулярно проводит в своей столице, Душанбе, крупные международные конференции, посвящённые проблемам воды и ледников. На этих конференциях ученые, политики и эксперты со всего мира обсуждают последние исследования, делятся опытом и ищут совместные решения. Например, в 2025 году в Душанбе проведена большая международная конференция, посвященная сохранению ледников.

Таким образом Таджикистан не только изучает проблему внутри страны, но и активно призывает всё мировое сообщество к совместным действиям, понимая, что спасение ледников – это глобальная задача.

Будущее рек и людей: последствия таяния

Таяние ледников – это не просто красивое и немного грустное зрелище. Это процесс, который имеет очень серьезные последствия для природы и для жизни миллионов людей в Таджикистане и во всей Центральной Азии.

Все эти последствия взаимосвязаны. Меньше воды – меньше урожая и меньше энергии. Больше стихийных бедствий – больше разрушений и экономических потерь. Все это показывает, насколько важно изучать ледники, адаптироваться к изменениям и призывать весь мир к совместным действиям по борьбе с изменением климата. Будущее рек и людей в Центральной Азии напрямую зависит от будущего ледников Таджикистана.

Рис. 2.7.24 **Изменение площади ледников Центральной Азии за вторую половину XX века.**



ВОПРОСЫ

1. На какую высоту поднялся альпинист, если на отметке, на которой он сейчас находится, температура составляет -9 °C, а у подножия горы в этот же момент температура +18 °C?

2. Будет ли на вершине горы высотой 5200 м круглый год лежать снег, если в самый жаркий летний день температура воздуха у ее подножия +30 °C

3. Почему горные ледники часто называют индикаторами изменений климата?

   Что с ними происходит при изменении температуры воздуха?

4. Почему горные регионы часто отличаются этническим разнообразием?

5. Назовите основные отрасли хозяйства горных регионов. Как на них влияет изменение климата?

6. Что можно сделать, чтобы сохранить основные средства существования людей, живущих в горных регионах, и адаптироваться к последствиям изменения климата?

7. Как изменение климата влияет на ледники, и почему их сохранение так важно для Таджикистана и всей Централйной Азии?





ЗАДАНИЯ

1 Отметьте на контурной карте мира высочайшие горные вершины для каждого материка. К каким горным системам они относятся? На территории каких государств расположены?

2 Красота и неприступность горных вершин всегда служили источником вдохновения для известных поэтов, писателей, художников и композиторов. Назовите известные литературные или живописные произведения, в которых изображены различные горные системы или отдельные горные вершины. Выберите любое понравившееся вам произведение и расскажите, как и что в нём пришлось бы поменять автору, если бы он жил в эпоху глобального изменения климата.



3

Игра

Участники игры делятся на две команды.

Команда №1 – жители горного кишлака Саричашма, который расположен высоко в горах в долине реки Сурхоб. В последние годы из-за ускоренного таяния ледников река **Сурхоб** часто выходит из берегов, участились **сели,** угрожающие поселению. Поэтому местные жители хотят построить **небольшую плотину** на реке, чтобы уберечься от наводнений и селей, а заодно производить немного электроэнергии на малой ГЭС и создать новые рабочие места. Горный кишлак небогат, денег на строительство плотины нет, а сами жители живут в основном за счёт домашнего хозяйства. В последнее время из-за потепления жители Саричашма стали пробовать выращивать новые для их высоты культуры.

Команда №2 – жители кишлака Гулистон, который находится в плодородной долине, ниже по течению реки **Сурхоб**. Кишлак живёт весьма благополучно, его жители занимаются фермерским хозяйством, а воду из реки Сурхоб используют для орошения полей и для питья. Жители Гулистона ценят стабильное водоснабжение для своего хозяйства. У общины Гулистона есть большие ресурсы для финансирования новых проектов.

Членам команд необходимо обсудить следующие вопросы (учитель или кто-то из ребят может выступить в роли **представителя местного органа власти** который будет вести переговоры):

1. Какие последствия будут для кишлака **Гулистон**, если жители **Саричашма** построят плотину без их согласия?
2. На каких условиях кишлак **Гулистон** может согласиться на строительство плотины и, возможно, помочь с финансированием или ресурсами?
3. Может ли кишлак **Саричашма** как-то иначе защититься от наводнений и селей, вызванных изменением климата?
4. Какие новые совместные проекты могли бы развивать оба кишлака, учитывая их ресурсы и изменения климата?

2.8 Как изменения климата влияют на арктические регионы

Арктика – это северная полярная область Земли, в состав которой входят Северный Ледовитый океан и его моря, северные части Тихого и Атлантического океанов, Канадский Арктический архипелаг, Гренландия, остров Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские острова и остров Врангеля, а также северные побережья материков Евразия и Северная Америка.

Общепринятых границ Арктики не существует. Чаще всего в качестве южной границы Арктики используют полярный круг (66° 33' с. ш.). При таком определении общая площадь территории Арктики составляет 21 млн км^2.

Второй (климатический) способ определения границ Арктики – по изотерме июля. Изотерма – это воображаемая линия, за пределами которой средняя температура в самый тёплый месяц года не превышает 10 °С. Эта климатическая граница практически совпадает с границей древесной растительности, севернее которой деревья почти не выживают.

В Арктическом регионе расположены такие страны, как Россия, США (Аляска), Канада, Норвегия, Швеция, Финляндия, Исландия, Дания (Гренландия).

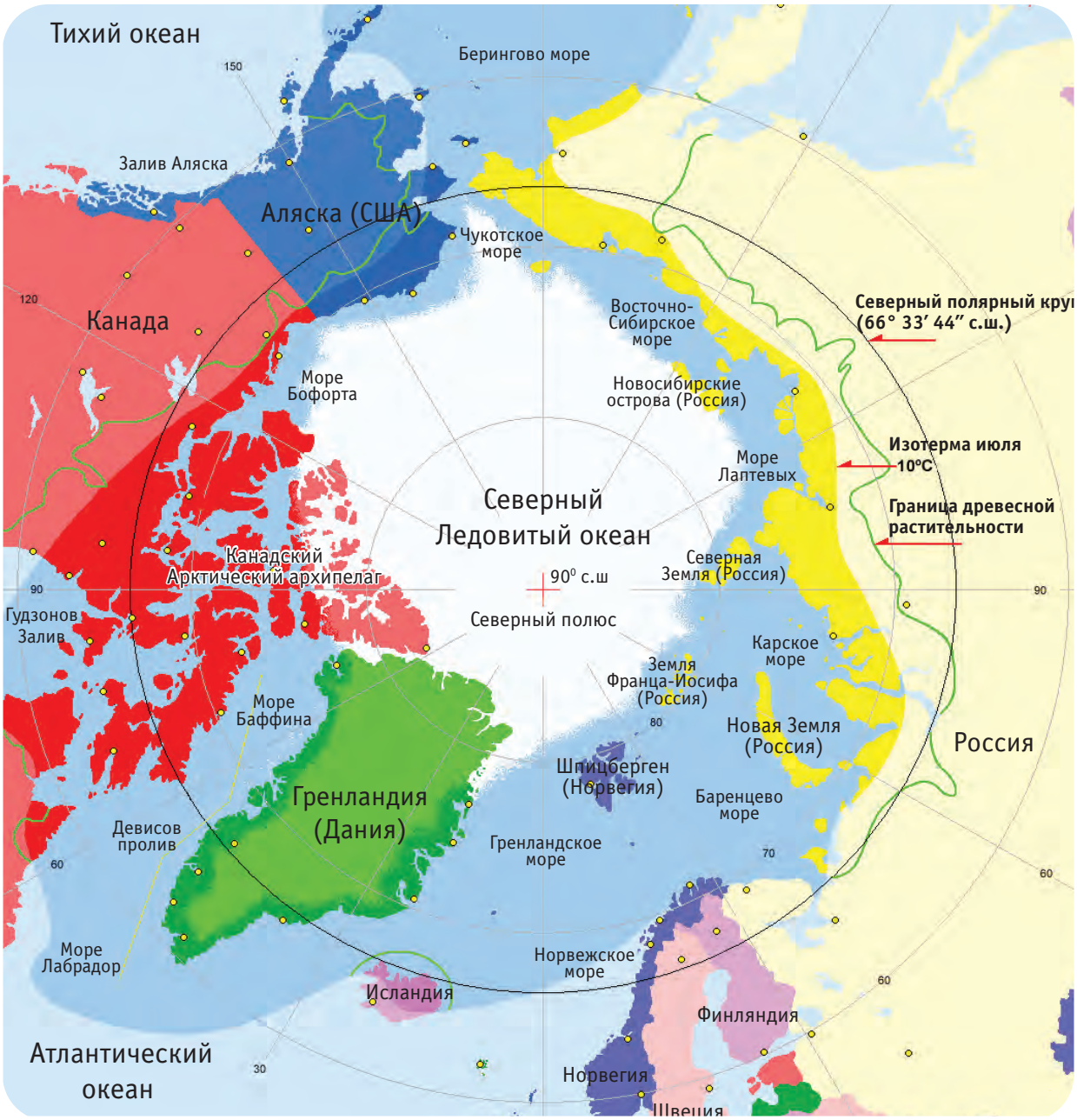


В Арктике теплеет быстрее, чем на планете в целом

В Арктике изменения климата ощущаются гораздо сильнее, чем в среднем на Земле. За последние десятилетия на арктическом побережье Евразии потеплело на 2–3 °С.

Ещё нагляднее в Арктике перепады погоды. Если в умеренном климате «скачки» обычно не более 10 °С – сегодня тепло, завтра на 10 °С холоднее, а через неделю снова теплеет, то в Арктике они достигают 20 °С. Часто бывает так, что в одном арктическом регионе лето на 5 °С теплее, чем это было в середине XX века, а в соседнем регионе на 5 °С холоднее, чем было обычно в прошлом.

Рис. 2.8.1 **Определение границ Арктики.**



Может показаться, что тепло в Арктике – это хорошо, но ведь далеко не всегда так! Что лучше: мороз –35 °С с ясной безветренной погодой или –20 °С, но с метелью? Конечно, мороз без метели лучше, тем более, что к нему все давно приспособились. Дело не в температуре как таковой, ведь в Арктике не может быть сильной жары, когда люди и животные страдают от перегрева.

В метеорологии существует понятие ветро-холодовой индекс, который отражает личные ощущения человека при одновременном воздействии на него мороза и ветра. Например, при температуре -10 °С и скорости ветра 30 км/ч ветро-холодовой индекс будет равен -20 °С, то есть ощущения человека и реакция его организма на холод будут соответствовать именно этому значению, то есть морозу в -20 °С!

На жизнь людей и на экосистемы в Арктике влияют другие климатические параметры: сила ветра (метели и шторма), сокращение морских и речных льдов, сильное разрушение берегов, таяние многолетней мерзлоты. Причём их изменения – не просто следствия повышения температуры, это активные силы, сами повышающие температуру. Учёные называют это обратными связями, которых как минимум две.

1. Из-за повышения температуры ледяные поля тают и ломаются, а между льдинами появляется много открытой воды, поэтому воздух начинает быстро прогреваться. Тёмная поверхность воды, в отличие ото льда, не отражает, а поглощает солнечное излучение, вода нагревается, льды тают ещё сильнее и эффект усиливается.

2. Чем больше открытой воды, тем больше испарение влаги и количество облаков. Вспомните, в облачную погоду ночи тёплые, а в ясную – холодные, так как облака задерживают тепло. Так же и в Арктике: когда много открытой воды и облаков, температура выше, особенно ночью, что также способствует более быстрому таянию льда.

Экономика Арктики сочетает два диаметрально противоположных вида деятельности. С одной стороны, это традиционные способы ведения хозяйства коренного населения: охота, рыболовство и оленеводство. С другой стороны, существует крупномасштабная добыча природных ресурсов: нефти и природного газа, железа, цинка, золота, алмазов, древесины и морепродуктов для международного рынка. Крупнейшие экономики в Арктике – это Россия и США (Аляска), в основном из-за их добывающей и нефтегазовой отраслей. Традиционные виды деятельности преобладают в арктических регионах Канады и Гренландии.



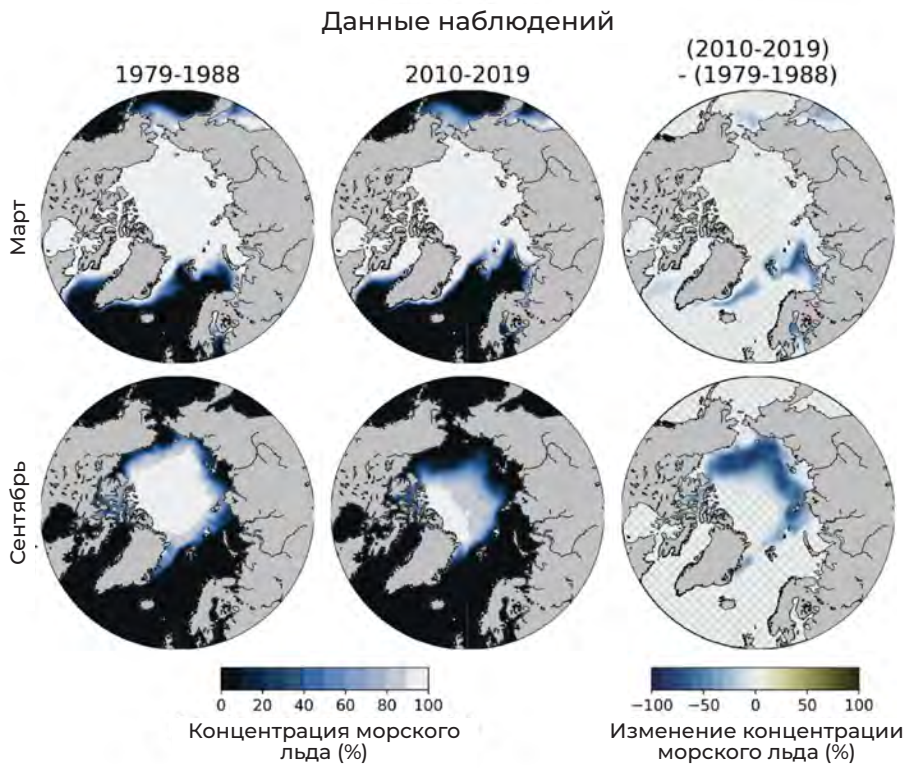


Исчезающие льды Арктики

С 1979 года за льдами Арктики учёные наблюдают при помощи спутников. Спутниковые данные показывают, что количество льдов в Арктике резко пошло на убыль (Рис. 2.8.2). Карты арктического морского льда, созданные на основе спутниковых данных, показывают среднюю концентрацию морского льда за 1979–1988 и 2010–2019 гг., а также абсолютное изменение концентрации морского льда между этими двумя десятилетиями. За последние 40 лет концентрация льдов в Северном Ледовитом океане и его морях сократилась на 20 %.

О площади льда принято судить по его минимальному количеству за год – обычно минимум льда приходится на конец сентября. В сентябре 2012 года был достигнут абсолютный рекорд – площадь морских льдов сократилась до 3,41 млн км^2 (Рис. 2.8.3).

Рис. 2.8.2 **Карты арктических льдов Арктики в марте и сентябре (когда наблюдается максимальная и минимальная площадь льда).**

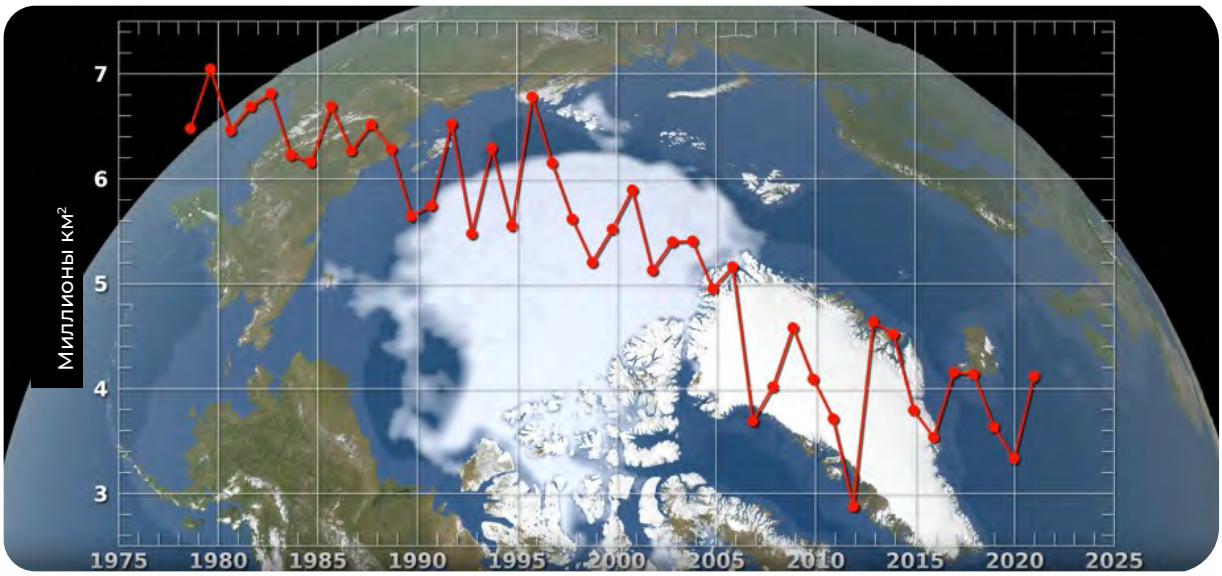


Конечно, зимой лёд по-прежнему покрывает всю Арктику. Даже гигантское потепление на 15–20 °С не сделает зимние температуры в полярных регионах положительными, замерзать моря будут. Однако толщина льда будет гораздо меньше.

Сокращение площади и толщины морских льдов, по оценкам российских специалистов из Арктического и антарктического научно-исследовательского института, откроет новые возможности для более активного использования Северного морского пути для транспортировки грузов из Европы в Азию и наоборот. Этот транспортный маршрут по морям Северного Ледовитого океана гораздо короче традиционного – через Суэцкий канал – можно существенно сократить расходы на грузовые перевозки!

Наибольшие шансы у судов пройти Северным морским путём по открытой воде в сентябре, когда площадь льда минимальна. Но, как можно видеть на Рис. 2.8.2, даже рекордно малая площадь льдов не гарантирует, что открыты все проливы, прежде всего, пролив Вилькицкого между Таймыром и Северной Землёй – узкое место всего Северного морского пути. Так было в 2007 году. И наоборот, льдов может быть гораздо больше, а проливы будут открыты. Пока очень рано говорить о свободном ото льдов плавании вдоль арктического побережья Евразии. Климатические модели показывают, что летом Арктика может становиться совсем свободной ото льда только примерно с 2050 года.

Рис. 2.8.3 **Площадь арктического морского льда (годовая минимальная площадь) в период с 1978 по 2022 год.**



Нельзя также забывать о том, что при таянии льдов в Арктике образуются айсберги, которые могут быть опасны для судов, а также для нефтяных платформ, расположенных на шельфе в открытом море. Судоходным и нефтедобывающим компаниям необходимо в будущем предусматривать активную защиту от айсбергов, чтобы избежать столкновений с ними.

Угрозы для животных в Арктике

Таяние льдов в полярных широтах сильно влияет на морских животных, в том числе и на «хозяина» Арктики – белого медведя. Конечно, сам лёд ему не нужен, но главная пища медведя – тюлени, которые всегда держатся у кромки льда.

Арктической весной граница льдов сдвигается на север так быстро, что медведи не успевают на это отреагировать и оказываются отрезанными от тюленей огромными пространствами воды безо льда (Рис. 2.8.4). Медведь может проплыть десятки километров, но не сотни. Кроме того, медвежата этого сделать не могут! В результате на берегу остаётся большое число животных. Они часто голодают, идут в поселки и на помойки, встречаются с человеком, что опасно для обеих сторон.

Рис. 2.8.4

Белому медведю, оставшемуся на суше на расстояние более 100 км от кромки льдов и тюленей, «хочется выть» от изменений климата



Способы решения проблемы есть. Во-первых, надо чтобы у всех взрослых были средства отпугивания медведей; лучше всего ружья с резиновыми пулями. Во-вторых, надо очистить посёлки от пищевых отбросов многолетней давности и, например, отвезти их на 1–2 км от поселка, чтобы медведи пошли туда, а не к людям. В-третьих, нужно следить за медведями, иметь для этого специально обученных вооружённых людей, технику, рации, спутниковые телефоны. Тогда можно заблаговременно предотвращать как нападения медведей на людей, так и браконьерство.

В принципе и на берегу медведь может найти пищу, пусть не столь вкусную и обильную, как мясо тюленя – погибших птиц, яйца, мелких животных. Может медведь охотиться и за моржами, но справиться с взрослым моржом медведь не может. Нужно найти слабое, раненое животное или моржонка. Иногда медведям удаётся резко ворваться на лежбище и так испугать моржей, что начинается паника, давка, и огромные самцы давят молодых животных. Особенно удачна для медведя такая охота бывает, если моржи расположились не на плоском пляже, а на склоне или скальных уступах. Тогда, падая с уступов вниз, крупные животные давят молодых.

Увы, располагаться в столь неудобных местах моржей часто заставляет то же отсутствие льда. Моржам нужны не только плавучие льдины, на которых они могут отдыхать при миграции и не терять силы. Им очень важны льды у берега! Раньше у берегов был «припай» – толстый лед, частично лежащий на берегу и образующий ледовую кромку. Теперь и его гораздо меньше и шторма быстрее размывают удобные для моржей лежбища! Животные вынуждены отдыхать в других местах, где им угрожают не только медведи, но и человек.

Были случаи, когда тысячи моржей появлялись в новых местах, в частности, поблизости от аэродромов (Рис. 2.8.5). При появлении самолёта начиналась паника, и гибли десятки животных. Решение оказалось простым: до появления самолёта создавался шум, чтобы моржи без паники ушли в море. Для этого нужно тщательно отслеживать передвижения моржей, нужны люди и техника.

В Баренцевом и Карском морях обитает атлантический морж, занесённый в Красную книгу. У этих животных мало лежбищ, причём они расположены не только в удалённых районах Земли Франца-Иосифа, но и в относительно легкодоступных местах. Там проходят транспортные пути, по которым ожидаются активные перевозки, предполагается поставить платформы для добычи нефти и газа. Нужно очень тщательно следить и выявлять проблемы в самом начале, чтобы не допустить исчезновения моржа в этой части Арктики.



Рис. 2.8.5 **35 тыс. моржей на побережье Аляски в сентябре 2014 года. Из-за таяния морского льда моржам пришлось проплыть большое расстояние, чтобы найти подходящее место для лежбища.**



Ещё одна проблема – выживание гренландских тюленей в Белом море (к Гренландии эти тюлени не имеют отношения, просто их так называют). В отличие от медведей и моржей, тюлени не могут жить на берегу, поскольку там им угрожают волки, собаки и другие хищники. Длительное время гренландский тюлень был объектом морских промыслов поморов, особенно ценились белька — детёныши в возрасте до двух недель с белым пушистым мехом. В настоящее время промысел запрещён. Также много животных погибало при прохождении судов через места скоплений тюленей. Сейчас капитаны судов должны их обходить.

Есть у тюленей и другая проблема: мех у бельков очень тёплый, но не водостойкий, попадание в воду или даже в лужи, образующиеся поверх льда при его таянии, для них гибельно. Они мёрзнут, болеют и часто гибнут. Вероятно, в будущем, если льда станет совсем мало, необходимы будут заповедные острова, где бельки смогут спокойно подрастать.

Раньше тюленей в Белом море били ради меха детенышей – бельков. Потом серьёзную опасность представляли суда, идущие через места скопления животных. Теперь у тюленей другая проблема – потепление климата и уменьшение ледовитости Белого моря: без крепкого льда они не могут выращивать потомство.



Страдают от изменений климата не только морские животные, но и северные олени. На Кольском полуострове оленям мешает слабый ледовый покров на реках, в начале зимы пастухи не могут перегнать стада в нужные места. Олени могут либо переплывать реки, либо переходить их по крепкому льду. Река со слабым льдом для них непреодолимое препятствие. На Таймыре более раннее вскрытие рек и таяние тундры мешает миграции северных оленей и нередко приводит к гибели многих животных.

Немедленно прекратить изменение климата мы не можем, поэтому решение проблемы в устранении других препятствий, созданных человеком. Например, нужно, чтобы газопроводы не мешали миграции оленей. Сейчас газопроводы в зоне мерзлоты идут над землёй на специальных опорах, олени не могут ни подлезть под трубами, ни перепрыгнуть. Требуются специальные «П-образные» проходы, чтобы животные свободно проходили под трубами. Тогда оленям будет легче приспособиться к новым условиям жизни.

Таяние многолетней мерзлоты

Ещё более масштабная проблема – таяние многолетней мерзлоты. Конечно, люди уже много тысяч лет живут в Арктике и в зоне мерзлоты, но это коренные народы севера – чукчи, ненцы, якуты, эвенки, алеуты, юпики, эскимосы. Домов они не строили, и никакого ущерба от их жизни на мерзлоте не было. Когда русские пришли в Арктику и впервые встретились с тем, что земля промерзает на много метров и лишь летом оттаивает её верхний слой, они было очень удивлены. Воеводы писали царю, что земля промёрзшая и сеять пшеницу нельзя. В Якутске даже специально копали колодец, чтобы узнать глубину промёрзшего слоя. В 1686 году дошли до глубины 30 м, но дна мерзлоты не достали. Через 150 лет стали углублять колодец и дошли до 116 м, но и там была мерзлота. Понять, что такое мерзлота, смогли только в конце XIX века. Оказалось, что мерзлота в ряде мест достигает 1500 м, обычно же промёрзший слой с температурой -2–7 °С имеет толщину до 100 м.

Рис. 2.8.6 **Обнажившийся слой многолетней мерзлоты. Архипелаг Шпицберген (Норвегия).**



Заметим, что там, где нет мерзлоты, под землей всегда «тепло» – несколько градусов выше нуля, поэтому не замерзают водопроводы, а также ручьи и небольшие реки, которые в больших городах часто идут в подземных трубах и туннелях. На Рис. 2.8.12 можно видеть, что зона многолетней мерзлоты занимает около 60 % всей территории России. Верхний слой почвы летом оттаивает, но на небольшую глубину, от 10 см на самом севере, до 1 метра на южной границе мерзлоты.

Рис. 2.8.7

Вертикальный разрез многолетнемёрзлых пород с ледяными слоями



Строить на мерзлоте сложно, так как возникают проблемы с фундаментом. Промёрзший грунт невозможно копать, его удаётся только очень медленно продалбливать или прогревать и вынимать растаявшую жижу. Грунт можно бурить, пилить и даже взрывать, но всё это дороже и требует специальной техники. В мёрзлом грунте много льда, иногда встречаются целые слои (Рис. 2.8.7), поэтому когда он тает, образуется очень непрочный «полужидкий» слой, который не держит ни здания, ни опоры мостов или линий электропередач. Приходится строить на сваях, которые должны уходить глубоко в землю и стоять на крепко замёрзшем грунте.

Кроме того, летнее протаивание идёт неравномерно. Поверхность земли не идеально ровная, а грунт может быть разным буквально в паре метров влево или вправо. Представьте: где-то в тёплое время года скапливается больше воды, которая не может просочиться под землю, ведь там замёрзший грунт. Наступают холода, и вода замерзает в виде подземных вкраплений льда (линз) и слоёв. Однако лёд имеет больший объём, чем вода, поэтому земля вспучивается. Образуются бугры и неровности, которые разрушают здания и дороги (Рис. 2.8.8, 2.8.9).

Рис. 2.8.8

Участок повреждённого железнодорожного пути.



Рис. 2.8.9

Здание воинской части, разрушенное из-за неравномерного пучения и просадок.



Если климат меняется, а температура растёт, то со временем летом мерзлота оттаивает всё глубже и глубже, тогда глубины ранее забитых свай может нехватить, и они «поплывут»: здание начнёт перекашиваться и рухнет.

Но на этом процесс не заканчивается. Если температура растёт, в какой-то особо тёплый год протаивание идёт сильнее, и ледяные слои тают так, что вода может стечь. Тогда под землей образуются пустоты – грунт просаживается, в ямы может легко провалиться опора моста или линии электропередач, даже небольшое здание. Этот процесс неравномерного проседания грунта вследствие таяния подземного льда называется «термокарст». Он очень опасен, в том числе и для больших зданий, которые уже не раз обрушивались из-за быстрого развития термокарста, что совершенно не ожидалось в прошлом, когда эти здания проектировались и строились (Рис. 2.8.10, 2.8.11).

Но нередко человек и сам добавляет воды в прямом смысле слова. При более сильном таянии мерзлоты вода из-за протечки водопровода или канализации может стать большой проблемой, тогда как раньше всё сходило с рук. Также важно соблюдать правила уборки снега с крыши и вокруг дома, недопустимо, чтобы талая вода затекла под здание.

Что же делать? Ведь мы не можем немедленно остановить изменения климата, а скорость разрушений очень велика! Приходится тратить немалые средства как на прямое замораживание грунтов, так и на гораздо более дорогие конструкции, не боящиеся новых условий.

Рис. 2.8.10

Здание, рухнувшее в посёлке Черский (Россия).



Рис. 2.8.11

Обрушение угла здания. Центр г. Якутск (Россия).



Грунт в Арктике можно заморозить с помощью довольно простых устройств. Иногда бывает достаточно проложить под землей вентиляционные трубы, тогда зимой холодный воздух охладит замёрзший грунт до очень низкой температуры, и летом он не успеет оттаять. Такой метод особенно удобен для дорог, где есть насыпь. Там обычно достаточно через каждые 50 см проложить трубы диаметром около 20 см, проходящие сквозь насыпь поперёк дороги.

Часто грунт замораживают с помощью устройств, которые называются термосифоны. Это вертикальная труба, герметично закрытая с обоих концов, её нижняя часть в грунте, а верхняя на 2–3 м над землёй (Рис. 2.8.13). Внутри труба частично заполнена охлаждающим веществом (хладагентом), аммиаком или жидкой углекислотой.

Зимой термосифон замораживает грунт за счёт разницы температур между относительно тёплым грунтом (несколько градусов ниже нуля) и воздухом, который на 20–40 °С холоднее. Важно, чтобы холоднее было наверху, а теплее внизу. Внизу трубы жидкий хладагент испаряется при температуре грунта, при этом как при всяком испарении происходит охлаждение. Пары хладагента поднимаются вверх, но там очень холодно и пары конденсируются. Конечно, при этом выделяется тепло, но оно лишь чуть-чуть прогревает воздух. Жидкий хладагент стекает вниз, и всё повторяется. Фактически зимой термосифон закачивает под землю холод. Температура грунта снижается на несколько градусов, и этого хватает, чтобы он летом не растаял. Летом термосифон не работает, так как воздух теплее грунта и хладагент внутри трубы не циркулирует. Конечно, металлические стенки трубы проводят тепло под землю, но этот эффект слабее, чем зимнее замораживание. Так удаётся заморозить грунт под дорогами и опорами газопроводов, даже под большими зданиями, но стоять термосифоны должны примерно через каждый метр (Рис. 2.8.13, Рис. 2.8.14).

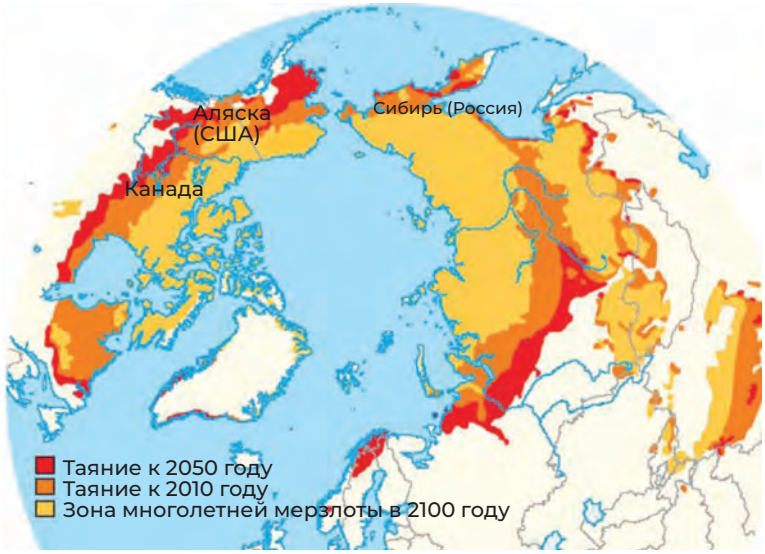


Рис. 2.8.12

Прогнозируемое таяние многолетней мерзлоты в течение XXI века. Красным отмечены зоны, где таяние может произойти до 2050 года, оранжевым – до 2100 года и жёлтым – зоны, где многолетняя мерзлота сохраниться до конца текущего столетия.

Однако было бы неверно думать, что с термосифонами таяние мерзлоты не страшно. Их надо ставить очень часто, а несмотря на простоту термосифоны дороги. Подсчитано, что для замораживания грунта под опорами газопроводов в России надо разом потратить около 10 млрд долл США! При этом термосифоны – лишь временная мера, ведь они могут понизить температуру грунта только на несколько градусов. При более сильном потеплении они уже бессильны. Приходится «ставить» дороги на специальные заглублённые в землю опоры, фактически делать сплошную эстакаду на сваях, что многократно удорожает строительство (Рис. 2.8.14).

Рис. 2.8.13

Дорога с замораживающими термосифонами.



Рис. 2.8.14

Дорога на специальных заглублённых в землю опорах.



Заморозкой грунта далеко не всегда возможно решить все проблемы; от штормов и сильной береговой эрозии заморозкой защититься не получится! Всё чаще складываются ситуации, когда спасти те или иные объекты невозможно. Приходится переселять людей на новые места.

Ещё один важный момент: в процессе таяния многолетней мерзлоты в тундре из грунта высвобождается большое количество парниковых газов, которые в избытке начинают поступать в атмосферу, усиливая парниковый эффект и ускоряя глобальное потепление на планете.

Погодные аномалии в Арктике

Теперь вы знаете, что при оценке погодных условий важна не только температура, но и ветер. Мороз без ветра во всех отношениях лучше, чем сильная метель, когда крайне сложно что-то делать на открытом воздухе, когда не может передвигаться обычный транспорт. Работать в таких условиях и сложно, и опасно. Сильных ветров в Арктике становится больше, а значит нужно больше специальной техники, одежды, спасательного оборудования и запасов на случай продолжительных метелей.

Стала выше влажность, чаще происходят чередования оттепелей и заморозков. В этих условиях дороги, мосты, линии электропередач чаще покрываются слоем льда, больше аварий и поломок. Здания и сооружения быстрее ветшают, так как они покрываются микротрещинами. При попадании в малейшую трещину воды и её замерзании лёд расширяет трещину, потом он тает, а трещина заполняется большим количеством воды, она снова замерзает, и трещина ещё расширяется. Чем чаще, тем быстрее происходит разрушение.

Для низких мест, например для полуострова Ямал, серьёзной проблемой становятся более частые случаи сильнейшего весеннего половодья, когда огромные территории покрыты слоем воды до метра и более. На Ямале стало выпадать больше снега, а тает арктической весной он теперь быстрее. Кроме того, там отмечено проникновение в грунтовые воды морской воды, что вызывает сильную коррозию подземных частей всех сооружений.

Как изменение климата влияет на коренные народы Севера?

Коренные малочисленные народы Севера сильно страдают из-за изменений климата, поскольку уклад их жизни и традиционные виды экономической деятельности напрямую зависят от климатических условий. Охота, рыболовство, собирательство и оленеводство обеспечивают людей пищей, служат для них основным источником дохода и очень важны для сохранения традиций, культуры этих народов и территории их проживания.

Рис. 2.8.15 **Образ жизни коренных народов Арктики.**





Важный вид деятельности для коренных народов в арктическом регионе – оленеводство. Из-за более частых оттепелей происходит образование слоя льда на грунте, который ограничивает доступ северному оленю к лишайникам, находящимся под коркой льда. Таяние многолетней мерзлоты, изменения снежного покрова и более раннее таяние и более позднее замерзание речного льда приводит к нарушению путей миграции северных оленей между зимними и летними пастбищами. Изменения миграционных путей диких оленей и сокращение численности морских животных, добычей которых занимаются малые народы Севера, приводит к тому, что люди вынуждены искать себе новые источники питания и доходов.

Что же можно предпринять, чтобы помочь коренным народам Арктики адаптироваться к меняющимся климатическим условиям?

1. Распространять информацию об изменениях климата и их возможных последствиях, чтобы у местного населения была возможность заранее подготовиться к возможным рискам.

2. Развивать экотуризм в этих районах.

3. Необходимо повышать уровень медицинского обслуживания на Севере, особенно в труднодоступных районах и посёлках, обеспечить гарантированное и бесперебойное теплои электроснабжение.

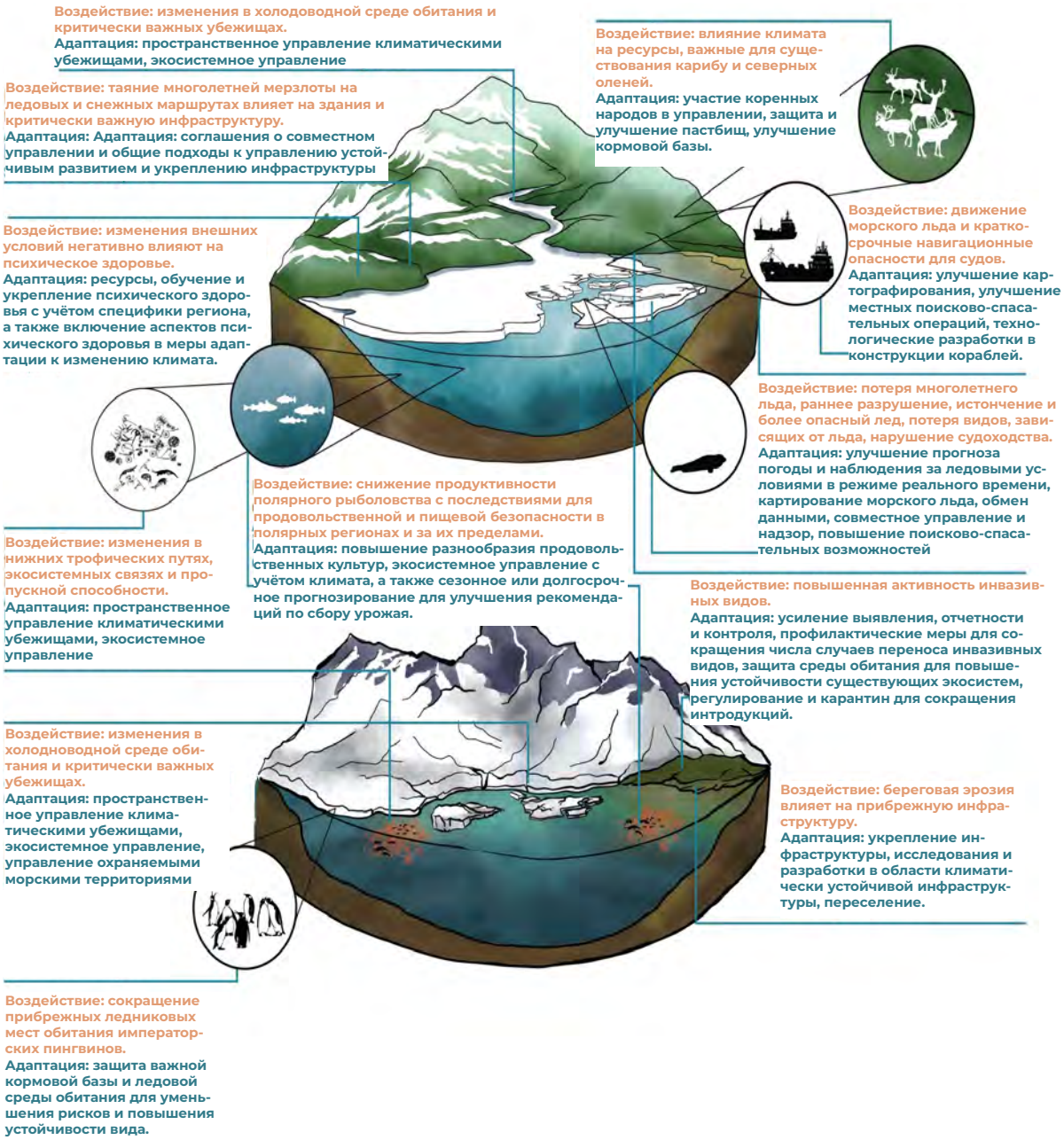
Последствия изменения климата и потенциал адаптации в Арктике и Антарктике

Мы уже знакомы с полярным усилением, которое означает, что полюса Земли нагреваются быстрее, чем в среднем по миру. Мы также уже знаем, что за последние четыре десятилетия Арктика нагревалась почти в четыре раза быстрее, чем в среднем по миру, и что Антарктика нагревается в два раза быстрее, чем в среднем по миру. Учёные сравнили последствия изменения климата и варианты адаптации в Арктике и Антарктике и выявили некоторые сходства и различия, как представлено на Рис. 2.8.16.





Рис. 2.8.16 **Последствия изменения климата и потенциал адаптации в Арктике и Антарктике.**



А как же положительные эффекты потепления?

Конечно, изменение климата в Арктике даёт и некоторые позитивные возможности. Можно меньше тратить топлива на обогрев, можно воспользоваться более свободным ото льда Северным морским путём и проще доставлять грузы из Европы в Японию, Китай и обратно. Вдоль Северного морского пути нужно построить инфраструктуру для движения судов – маяки, спасательные средства для действий в чрезвычайных ситуациях, порты, где суда могли бы переждать сильные шторма или укрыться от неожиданно появившихся ледяных полей. Кроме того, более неустойчивый климат наряду с ростом средних температур будет преподносить немало сюрпризов в виде метелей или волн сильнейших морозов.

Можно сократить отопительный сезон, но надо научиться топить с умом, глядя не на дату на календаре, а на реальную температуру за окном, на радиаторы отопления установить регуляторы, чтобы и жильцы сами могли регулировать температуру в своих домах. Для этого требуются специальные усилия и оборудование.



Во всех арктических регионах негативных явлений гораздо больше, чем позитивных. Вывод климатологов и экономистов очевиден – приспособиться к таянию мерзлоты, к эрозии, ко всем другим негативным последствиям можно, но это очень дорого. Поэтому столь важно найти способы ограничить глобальное потепление.

ВОПРОСЫ

1. Где потепление сильнее: в мире в целом или в Арктике?

2. Почему температура воздуха быстро возрастает, когда арктической весной ледяные поля ломаются и появляется много открытой воды?

3. Почему белые медведи страдают от сокращения льдов, разве им нужен лёд?

4. Какая опасность сейчас угрожает тюленям в Белом море?

5. Почему таяние многолетней мерзлоты опасно для зданий?
   Что бы вы порекомендовали для укрепления зданий и инфраструктуры в условиях ускоренного таяния многолетней мерзлоты?

6. Как изменение климата влияет на традиционный образ жизни коренных народов Арктики? Что можно сделать, чтобы помочь им адаптироваться к меняющимся климатическим условиям?





ЗАДАНИЯ

1

Эксперимент
Цель: понаблюдать, как меняется объём воды при замерзании. Материалы: герметично закрывающаяся стеклянная бутылка, вода.

Ход эксперимента. Налейте полную стеклянную бутылку воды, закупорьте её и положите в морозильник. Что произошло с бутылкой, когда вода замёрзла? Почему это произошло? Проведите параллель с процессами, происходящими с вечной мерзлотой.

2

Эксперимент
Цель: проследить изменение физических свойств веществ при их замерзании и размораживании.

Материалы: пластиковая или бумажная коробка со сметаной. Примечание. Если почва замёрзла, а потом оттаяла, она уже не будет такой, как до замерзания. В ней могут появиться ледяные слои, при оттаивании которых почва может разделиться на воду и грунт. Посмотреть, как это происходит, можно на примере сметаны.

Ход эксперимента. Возьмите бумажную или пластиковую коробочку сметаны. Положите в морозильник. Когда сметана замёрзнет, она не будет представлять собой единый кусок, в ней будут видны слои льда. При оттаивании бывшая сметана разделится на белую жидкость и белую более густую субстанцию (после перемешивания сметана станет похожей на ту, которая была в начале, и, конечно, её можно съесть).

2.9 Как изменения климата влияют на города

Половина людей в мире живёт в городах

С давних времён население каждой страны или географического региона делилось на городское и сельское. В городах исторически складывались подходящие условия для занятий ремёслами, там располагались первые производства, и в целом было безопаснее жить, укрывшись за городскими стенами. В сельской местности занимались сельским хозяйством: выращивали растения и разводили скот.

С конца XIX века люди массово потянулись в города. Этот процесс специалисты называют урбанизацией.

Рис. 2.9.1 **Старый городской квартал г. Берн (Швейцария), 1820 год.**



УРБАНИЗАЦИЯ

Процесс повышения роли городов в развитии общества. Предпосылки урбанизации – рост в городах промышленности, развитие их культурных и политических функций, углубление территориального разделения труда.



В результате урбанизации к 2008 году доля городского населения впервые за всю современную историю превысила 50 % (Рис. 2.9.2). В середине 2023 года примерно 4,6 из более чем 8 млрд чел. во всем мире проживали в городах. Это составляет 57 % мирового населения. По данным ООН, к 2030 году городское население увеличится почти на 600 млн чел., достигнув в общей сложности 5,2 млрд чел. (или 60 % мирового населения).

В настоящее время в мире насчитывается 34 города с населением более 10 миллионов человек. Большинство из этих так называемых мегаполисов расположены в Азии (21), Латинской Америке (6) или Африке (3). В настоящее время крупнейшим городом является городская агломерация Токио с населением более 38 млн жителей. Далее следуют Дели (26,5 млн чел.) и Шанхай (24,5 млн чел.). По расчётам ООН, к 2030 году ожидается, что число мегаполисов увеличится до 43. Дели может стать крупнейшим городом мира с населением почти 39 млн чел.

А значит, изучение климата городских территорий важно, как минимум, для половины населения нашей планеты.

Рис. 2.9.2 **Доля городского населения и крупнейшие города мира в 2018 году.**

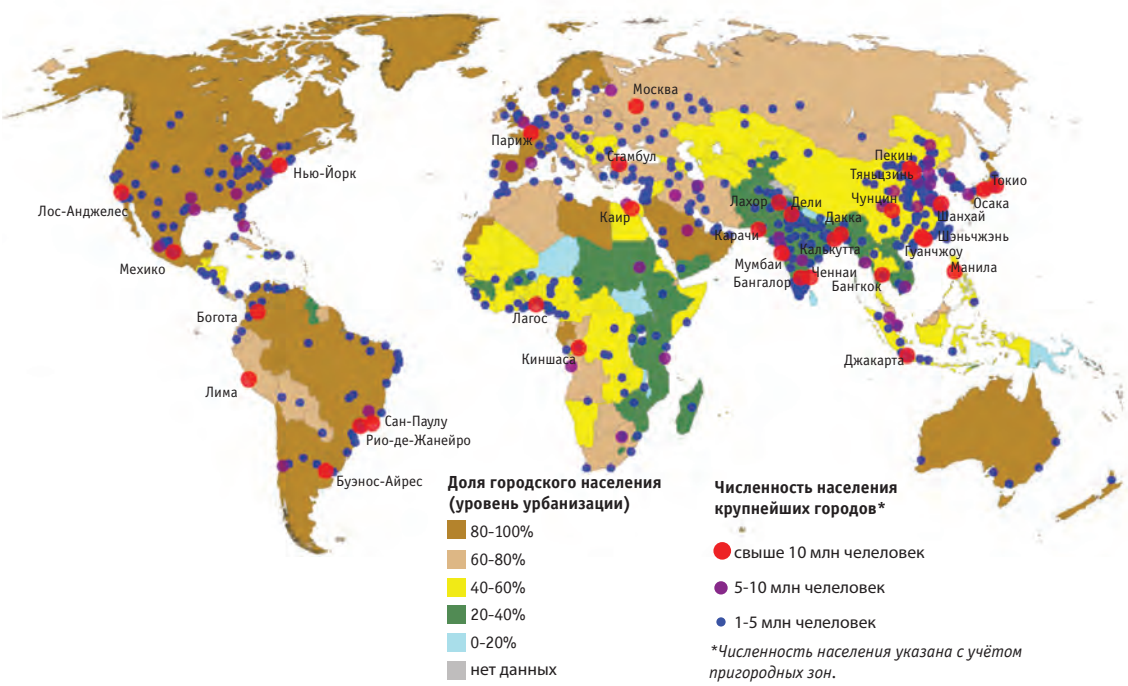


Таблица. 2.9.1 **15 самых крупных городов мира.**

№	Город	Страна	Население (млн чел.)
1	Токио	Япония	38,1
2	Дели	Индия	26,5
3	Шанхай	Китай	24,5
4	Мумбаи	Индия	21,4
5	Сан-Паулу	Бразилия	21,3
6	Пекин	Китай	21,2
7	Мехико	Мексика	21,2
8	Осака	Япония	20,3
9	Каир	Египет	19,1
10	Нью-Йорк	США	18,6
11	Дакка	Бангладеш	18,2
12	Карачи	Пакистан	17,1
13	Буэнос-Айрес	Аргентина	15,3
14	Калькутта	Индия	15,0
15	Стамбул	Турция	14,4

Рис. 2.9.3 **Токио с населением более 38 млн чел. является крупнейшим городом мира.**



Почему города называют островами тепла?

Города – это своеобразные горячие экологические точки нашей планеты. Причём слово «горячие» здесь можно понимать буквально: выбросы различных веществ от предприятий и автотранспорта из-за плотной застройки «застаиваются» в приземном слое атмосферы над городом, создавая эффект парника и повышая температуру воздуха в городской черте на несколько градусов по сравнению с прилегающей территорией. Поэтому учёные называют города островами тепла.

ОСТРОВ ТЕПЛА
Площадь в центре большого города, для которой характерна повышенная по сравнению с окраинами температура воздуха. Больше всего эффект городского острова тепла заметен в вечернее и ночное время, особенно весной и осенью. Разница температур между центром города и пригородом может достигать в это время 10–15 °С.

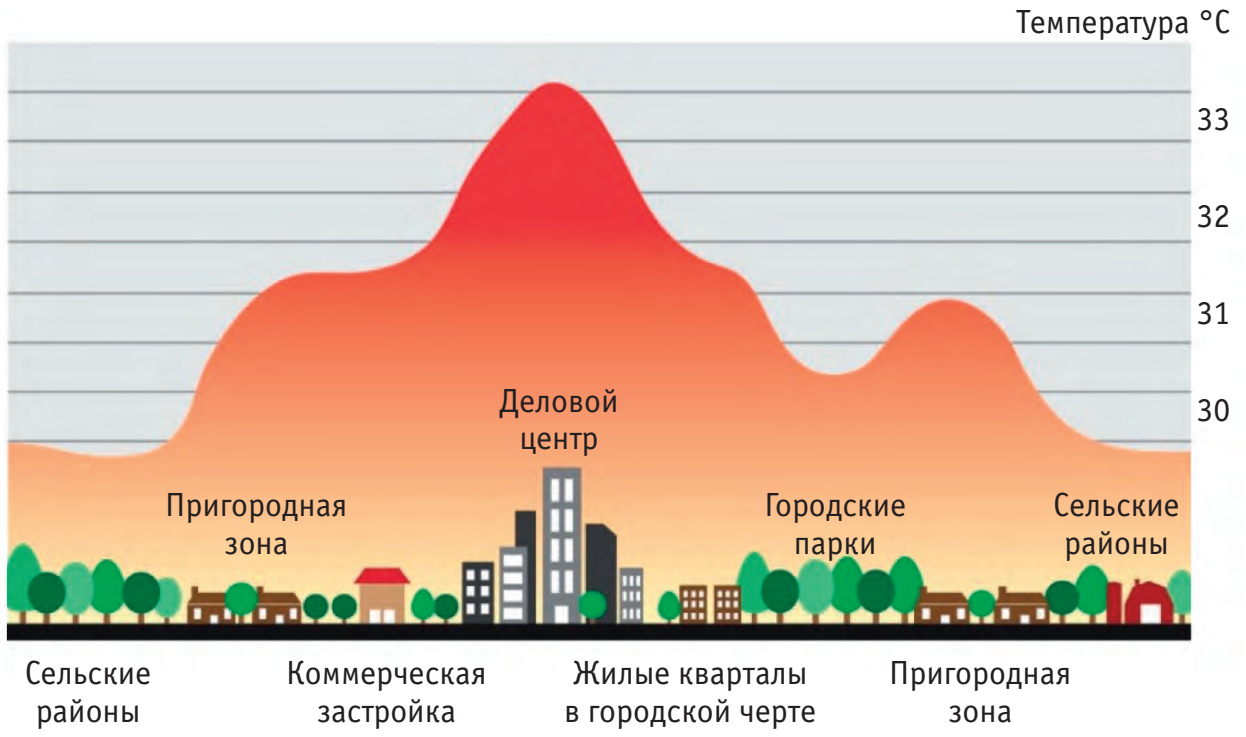
Эффект острова тепла в крупных мегаполисах ещё больше усиливается по мере роста температуры нашей планеты.

О явлении городского острова тепла мы знаем из личного опыта: выходя вечером жаркого летнего дня из здания в центре города, мы чувствуем лишь приятную прохладу, не мешающую вечерней прогулке по городу в лёгкой одежде. В пригородах даже в самый жаркий летний месяц находиться долго на улице в то же самое время как минимум без лёгкой куртки уже довольно некомфортно. Это происходит из-за того, что в городской среде приземный воздух остывает медленнее – его нагревают запасшиеся дневным теплом стены и крыши зданий.





Рис. 2.9.4 **Схема распределения температуры над городом (городской остров тепла).**



Первые исследования климата городов



Первым исследователем климата города следует считать англичанина Люка Ховарда (1772–1864).

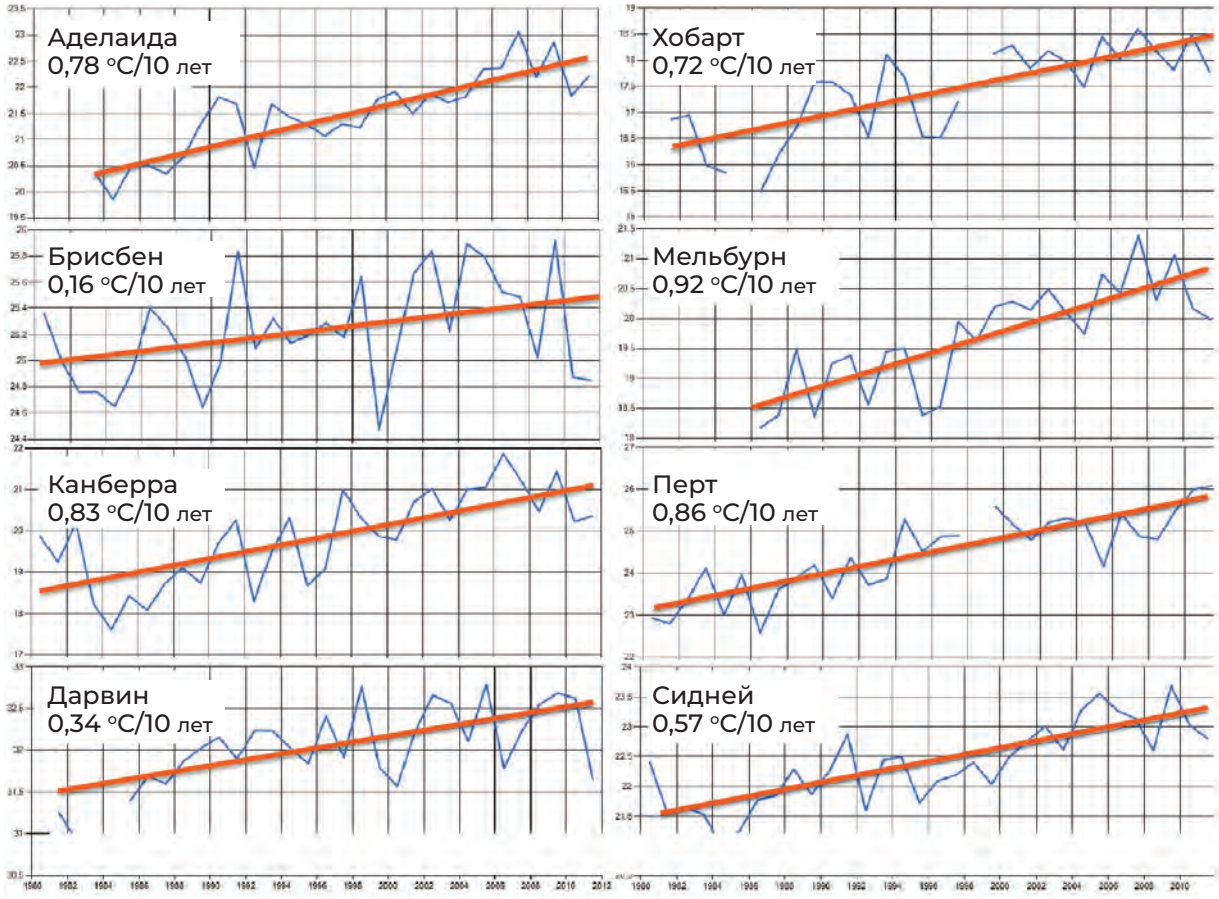
С 1806 по 1831 год Ховард вёл ежедневные измерения атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, количества осадков и испарения в пригородах Лондона. Свои наблюдения он дополнял сведениями из газет, упоминавших о тех или иных метеорологических явлениях. Однако Ховард не изучал специально климат Лондона, он изучал климат вообще, выбрав Лондон опорным пунктом наблюдения за погодой. Безусловной заслугой исследователя, который считается родоначальником городской климатологии, стала его попытка сравнить данные собственных измерений с проводимыми метеорологическими измерениями Королевского общества, наблюдательный пункт которого располагался в центральной части Лондона. Итогом проведённого сравнения стало открытие эффекта, именуемого современными исследователями городским островом тепла.

Как изменение климата влияет на здоровье городских жителей?

Изменение климата оказывает большое влияние на жизнь и здоровье человека. Если раньше наше здоровье, как нам казалось, главным образом зависело от безопасного поведения, наследственности, рода занятий, окружающей среды и доступа к медико-санитарной помощи, то теперь становится понятно, что оно зависит и от изменений климата.

В городах, особенно крупных, изменение климата проявляется наиболее ярко. Например, рост температуры воздуха в Москве за прошлое столетие составил более 2 °С (в среднем по миру за этот период температура выросла на 1,2 °С). Быстро повышается температура воздуха и в других крупных городах по всему миру (Рис. 2.9.5).

Рис. 2.9.5 **Изменение среднегодовой максимальной дневной температуры воздуха в крупнейших городах Австралии в 1980-2012 годах. Красная линия показывает линейный тренд за десятилетие.**



Эксперты Всемирной организации здравоохранения предполагают, что в результате потепления периоды экстремально жаркой погоды в городах будут более частыми, интенсивными и длительными. Известно, что колебания давления, температуры, влажности могут создавать некомфортные условия для жизни, и появляется всё больше примеров, когда последствия таких изменений становятся поистине трагическими для пожилых людей, маленьких детей и людей с ослабленным здоровьем. Во время сильной жары также повышается содержание в воздухе пыльцы растений и других частиц, которые вызывают аллергию и астму.

Если волна жары продлится более недели, это может привести к проблемам с сердцем и даже смертельному исходу среди пожилых людей и людей с плохим здоровьем. Согласно исследованию, опубликованному в журнале Природная медицина (Nature Medicine), почти 62 000 человек умерли от болезней, связанных с жарой, в Европе летом 2022 года.

Исследователи обнаружили, что Италия была наиболее пострадавшей страной, где погибло около 18 000 человек, за ней следовали Испания с более чем 11 000 погибших и Германия с около 8 000 человек. Сильная жара нанесла особенно большой вред пожилым людям и женщинам. Из почти 62 000 проанализированных случаев уровень смертности, связанный с жарой, был на 63 процента выше среди женщин, чем среди мужчин. Возраст также был важным фактором: число погибших было значительно больше среди людей в возрасте 65 лет и старше.

В крупных городах в жаркие дни в группу риска также попадают люди, живущие или работающие в центре города, а также люди, профессиональная деятельность которых связана с длительным пребыванием на открытом воздухе (например дорожные рабочие, строители).

Большое значение имеет своевременное предупреждение о наступлении жары, чтобы медики могли подготовиться. По оценкам экспертов Всемирной метеорологической организации, такой прогноз должен быть дан не менее чем за 2 дня до наступления жары.

В создании программ помощи населению наиболее преуспели США, Канада, Франция и некоторые другие страны. Например, в американском городе Филадельфия пропагандируется система добрых услуг во время волн жары. Средства массовой информации регулярно сообщают об изменении погодных условий, а также рассказывают о том, как избежать тепловых заболеваний. Телефон «горячей линии» публикуется В газетах, а также помещается в центре города на большом экране, который хорошо виден издалека. Служба неотложной медицинской помощи и управления пожарной охраны увеличивают численность своего персонала. Для пожилых людей созданы специальные кондиционированные помещения, куда их может бесплатно доставить специальная служба помощи и где они могут отдохнуть от жары.

Температуры, которые привычны для людей, проживающих в жарком климате, могут считаться аномально высокими там, где климат более мягкий. В Соединённых Штатах, например, определение волны жары зависит от региона. В Северо-Восточных штатах волной жары считаются три последовательных дня с температурой от 90 °F (32,2 °C). В Калифорнии, где климат теплее, волна жары имеет более высокий порог 100 °F (37,8 °C) в течение трёх или более дней подряд. Национальная служба погоды заранее оповещает жителей о предстоящем периоде жары.



Меры предосторожности в жаркую погоду

- Отдавайте предпочтение одежде из натуральных тканей: они позволяют дышать коже и не приводят к перегреву.
- Держите при себе бутылочку с питьём, желательно чтобы это была не слишком холодная вода. В жару надо выпивать не меньше 3 л жидкости в сутки.
- Старайтесь как можно меньше находиться под прямыми солнечными лучами. Наиболее активно солнце в период с 12 до 16 часов, поэтому в это время желательно воздержаться от выхода на улицу.
- Обязательно носите головной убор.
- Не покупайте скоропортящиеся продукты: при высокой температуре бактерии размножаются очень быстро, поэтому можно получить сильное отравление.
- Ешьте побольше овощей, фруктов, различные салаты и холодные супы.
- От жирной и солёной пищи лучше отказаться.
- Старайтесь поменьше нагружать организм спортивными тренировками.
- Старайтесь меньше нервничать: любой стресс усиливает риск возникновения теплового, солнечного удара и сердечно-сосудистых заболеваний.
- Не сидите прямо под кондиционером: контраст температур на знойной улице и в прохладном помещении очень велик, такие перепады опасны простудами и даже воспалением лёгких.

Изменение климата негативно сказывается на здоровье человека (Рис.2.9.6). Распространяются опасные инфекционные заболевания (например энцефалит, малярия) в тех районах, где их никогда раньше не было, и увеличивается период потенциальной инфекционной опасности.

Изменение климата усиливает риск инфекционных заболеваний

Клещевой энцефалит – вирусная инфекция. В организм человека вирус проникает после укуса заражённого клеща. Энцефалитные клещи – основной переносчик вируса – встречаются в тайге и лесных местностях Сибири, Урала и Дальнего Востока России. Но в последнее время случаи заражения чаще стали регистрироваться и в средней полосе России, Северо-Западном регионе, Поволжье. Клещевой энцефалит отмечается даже в тех регионах европейской части России, где его ранее никогда не наблюдали. Учёные считают, что это связано с потеплением климата.

Тёплая зима и весна благоприятствуют распространению клещей: они реже гибнут зимой и быстрее размножаются весной. Обычно лишь небольшая доля всех клещей заражена энцефалитом. Но увеличивается общее число клещей, а значит, и число заражённых особей.

Малярия (от итал. mala aria – «плохой воздух»), или болотная лихорадка, – инфекционное заболевание, передаваемое человеку при укусах «малярийных» комаров и сопровождающееся лихорадкой и ознобами. Для передачи малярии необходимым условием является как наличие самих «малярийных» комаров в данной области, так и определённой температуры, при которой возбудитель этой болезни может развиться в организме комара.

Малярия характерна для тропических стран, но даже в жарком климате имеет значение высота над уровнем моря: болезнь меньше распространена в горных районах, где холодные температуры замедляют развитие паразита внутри комара. При потеплении климата граница распространения зоны, опасной с точки зрения передачи малярии, сдвигается к северу от экватора и вверх по склонам гор. Исследования показывают, что малярия постепенно распространяется в более высотные регионы в Кении, Колумбии и Эфиопии, подвергая тем самым миллионы людей риску заболевания.

Также становится длиннее «малярийный сезон» – время года, в течение которого вспышки заболевания наиболее часты. По оценкам специалистов, сейчас на территории России южнее 48° с. ш. этот сезон длится около 75 дней. В средней полосе его продолжительность не превышает 50 дней, однако учёные прогнозируют, что уже к середине XXI века она увеличится на 10–15 дней. Значит, уже в ближайшем будущем придётся проводить дополнительные противомалярийные мероприятия.





Рис. 2.9.6 **Последствия изменения климата для здоровья человека.**



В недавнем исследовании, опубликованном в медицинском журнале «Ланцет», даётся набор показателей, которые помогают понять влияние изменения климата на здоровье человека, такие как смертность от жары, отсутствие продовольствия и загрязнение воздуха.

Например, исследование показывает, что в малых островных государствах 103 аномально жарких и опасных для здоровья дня ежегодно на протяжении 2018-2022 годов были связаны с изменением климата. В Европе, Северной Америке и Океании это число составляет менее 30 дней в год.

По оценкам, при сценарии потепления на 2 °C, 525 млн чел. будут испытывать нехватку продовольствия к 2041–2060 годам по сравнению со средним показателем за 1995–2014 годы. Сочетание изменения климата, урбанизации и миграций приводит к увеличению заболеваемости такими заболеваниями, как лихорадка денге. Исследование показывает, что случаи лихорадки денге удваивались каждое десятилетие, начиная с 1990 года, и почти половина населения мира в настоящее время подвергается риску этого опасного для жизни заболевания.

Наводнения тоже несут в себе скрытые угрозы. При наводнениях нарушается работа водопроводной системы и канализации, в результате чего возрастает риск кишечных заболеваний. Кроме того, в некоторых районах в воде, которая смывает всё на своем пути, могут оказаться ядовитые змеи, а иногда даже... крокодилы, как это произошло во время наводнения в Австралии в 2011 году.

Усиливаются психологические стрессы, депрессия, связанные с изменениями в окружающей среде и образе жизни. Наверняка вы замечали за собой, что при плохой погоде порой так не хочется никуда идти и ничего делать. А если плохая погода за окном случается всё чаще и чаще?

Как изменение климата влияет на городское хозяйство?

Для городского хозяйства опасность представляют экстремальные погодные явления, которые могут нарушить работу транспорта, систему энергои водоснабжения. Из-за наводнений могут оказаться затопленными здания, автомобильные и железные дороги, морские порты и аэропорты. Из-за повышения температуры быстрее разрушается дорожное покрытие, дороги приходится чаще ремонтировать. Резкое понижение температуры зимой и образование наледи на линиях электропередач может привести к обрыву проводов – дома, школы, больницы или предприятия останутся без света.

Жителям северных стран, возможно, удастся сэкономить на отоплении своих домов, благодаря повышению температуры воздуха в холодное время года. Вот только в южных городах расходы городской казны скорее всего ещё больше увеличатся, поскольку чаще придётся использовать кондиционеры!

В последние 10 лет учёные уделяют большое внимание изучению влияния изменения климата на города. И это понятно – ведь правильное представление о возможных последствиях потепления поможет серьёзно сократить средства городских бюджетов, отведённые на возмещение ущерба от очередного наводнения. Возместить ущерб можно будет, например, за счёт экономии на отоплении в зимний период.

Как мы можем адаптироваться и жить в более здоровых и устойчивых к изменению климата городах и населённых пунктах?

Продолжающийся быстрый рост городского населения и потребность в достойном, доступном и устойчивом жилье и инфраструктуре требуют комплексного решения с учётом мер адаптации к изменению климата. Этот вопрос очень важен, поскольку, согласно прогнозам, к 2050 году в городских районах будут проживать еще 2,5 млрд чел., причем до 90 % этого прироста будет сосредоточено в регионах Азии и Африки.

Многие города и поселения уже принимают меры по адаптации к текущим и краткосрочным климатическим воздействиям и рискам в рамках своего социального и экономического планирования и политики. Эти действия включают в себя инженерные меры и планирование, такие как дальнейшее развитие городского общественного транспорта, инженерная защита от наводнений, реконструкция и укрепление зданий, убежища от циклонов, строительные нормы и правила для повышения устойчивости инфраструктуры и зданий к ураганам, наводнениям, а также, где это уместно, к деградации многолетней мерзлоты, управление ливневыми стоками и городскими дренажными системами и т.п. Сюда также входят экологические решения, такие как создание «зелёных» зон для снижения температуры воздуха в городах, включая зелёные крыши и стены, парки, зелёную инфраструктуру и экосистемные услуги.

Что касается здоровья человека, меры включают перепроектирование и модернизацию домов, школ и медицинских учреждений для снижения воздействия сильной жары, борьбы с ростом инфекционных заболеваний, таких как малярия, а также улучшение доступа домохозяйств к воде и санитарным услугам.

Действия, предпринимаемые в различных секторах для устранения рисков изменения климата, могут принести пользу здоровью и благополучию человека. Переход от автомобилей внутреннего сгорания и электростанций, работающих на ископаемом топливе к возобновляемым источникам энергии сокращает выбросы парниковых газов, улучшает качество воздуха и снижает риск респираторных заболеваний. Политика и проекты, способствующие развитию экологичного городского транспорта (пешеходного и велосипедного), повышают эффективность в этом секторе, сокращают выбросы и улучшают качество воздуха, а также физическое и психическое здоровье жителей. Энергоэффективные здания и городской дизайн улучшают качество воздуха в помещениях и снижают риски теплового стресса и респираторных заболеваний. Здоровое питание, больше ориентированное на растительную пищу, также помогает сокращать выбросы в сельскохозяйственном секторе, одновременно помогая в борьбе с недоеданием.

Рис. 2.9.7 **Зелёные крыши в США помогают использовать дождевую воду и охлаждать здания.**



Изменение климата и здоровье горожан в Таджикистане

Изменение климата – затрагивает жизнь каждого человека, в том числе и жителей городов Таджикистана.

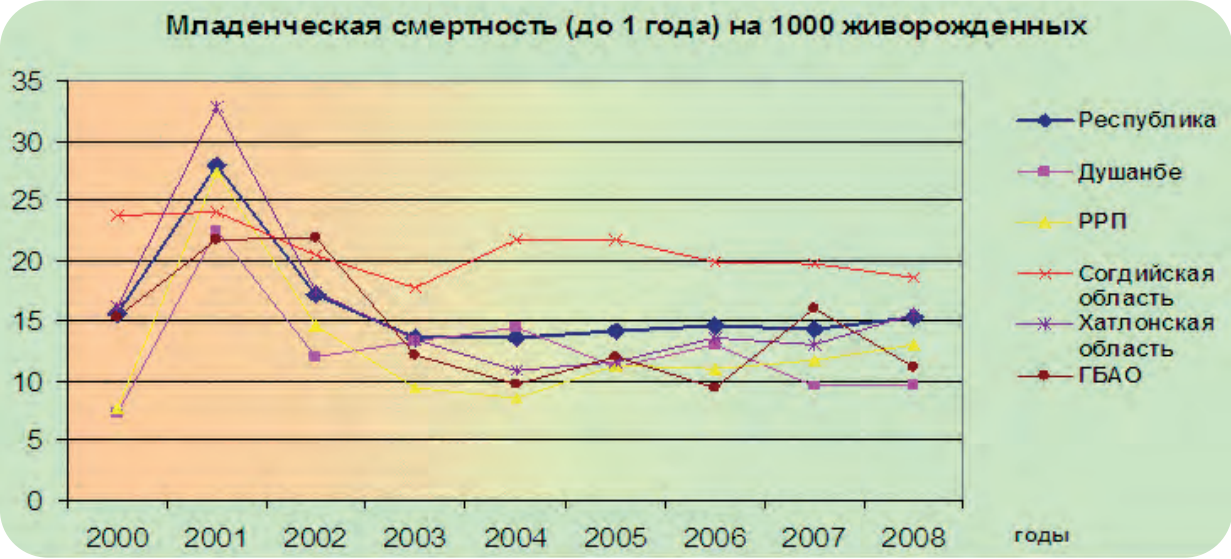
Одной из главных проблем, связанных с изменением климата в городах, является усиление жары. Города Таджикистана, особенно столица Душанбе, становятся всё жарче, и это создает риски для здоровья жителей.

В Таджикистане уже наблюдается повышение средних температур. Например, за последние десятилетия средняя температура в Душанбе выросла примерно на 1 °C. Учёные прогнозируют, что к 2030 году температура может подняться ещё на 0,2-0,4 °C, а к концу века потепление может стать еще более значительным. Важно и то, что увеличивается количество очень жарких дней, когда температура поднимается выше 40 °C.

Риски для здоровья от жары:

- Во время сильной жары в Душанбе в июне 2021 года врачи отмечали рост случаев пневмонии у детей, возможно, из-за неправильного использования холодной воды и кондиционеров в попытках охладиться. По данным Детского фонда ООН (ЮНИСЕФ), около 1,7 миллиона детей в Таджикистане регулярно подвергаются воздействию сильной жары.

Рис. 2.9.8 **Рост младенческой смертности из-за жары 2001 года в Таджикистане.**



- Пожилым людям также сложнее переносить жару из-за возрастных изменений в организме.

- Жара может привести к обезвоживанию и другим осложнениям во время беременности. Особенно опасны температуры выше 33 °C.

- Люди с хроническими заболеваниями: Жара может обострить болезни сердца, легких и другие проблемы со здоровьем.

Ярким примером служит аномальная жара в июне 2021 года, когда температура в Душанбе достигала 42-43 °C. В этот период увеличилось количество обращений за медицинской помощью, что показывает, как экстремальные температуры нагружают систему здраво-охранения. Повышение температуры из-за изменения климата в сочетании с эффектом «городского острова тепла» создает длительные периоды опасной жары в городах Таджикистана. Это представляет прямую угрозу здоровью населения, особенносамых уязвимых его групп.



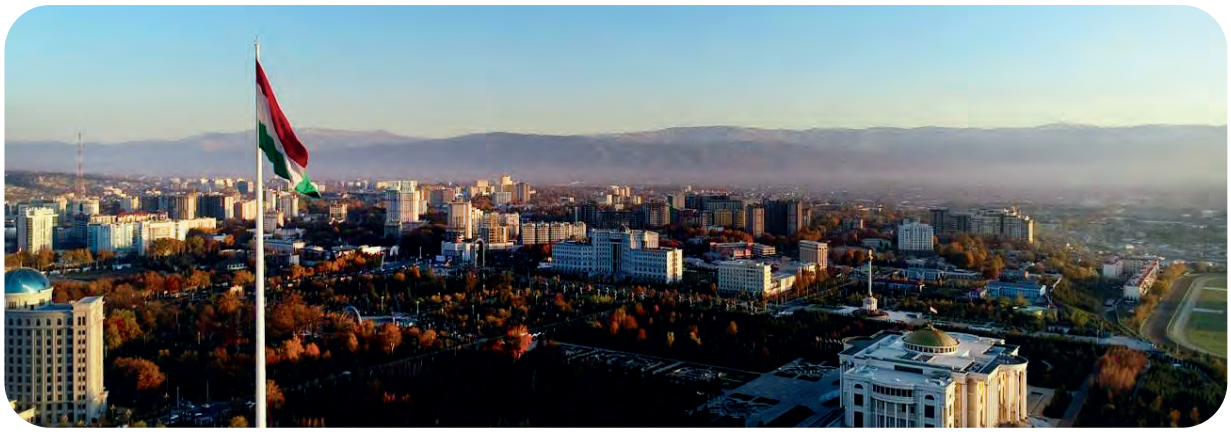
Водные проблемы: безопасная питьевая вода и болезни в городах

Хотя в крупных городах, таких как Душанбе и Худжанд, существуют централизованные системы водоснабжения, они тоже могут быть уязвимы.

Сочетание климатических изменений (увеличение риска наводнений и засух) и существующих проблем с инфраструктурой (очистка сточных вод, возможное старение водопроводных сетей, нехватка данных) создаёт повышенный риск вспышек заболеваний, передающихся через воду, для густонаселенных городов Таджикистана.

Малярия в городе? Проверяем риск

Малярия – это серьёзное заболевание, переносимое комарами. Раньше она была проблемой в Таджикистане, но благодаря большим усилиям врачей и государства, её удалось победить. В прошлом, особенно после гражданской войны, в Таджикистане были вспышки малярии. Но страна провела огромную работу по борьбе с этой болезнью. Были внедрены программы по лечению заболевших, уничтожению комаров-переносчиков и профилактике. В результате этих усилий местная передача малярии была остановлена. Последний случай заражения малярией внутри страны был зафиксирован в 2014 году. А в 2023 году Всемирная организация здравоохранения официально признала Таджикистан страной, свободной от малярии. Это большое достижение! Однако изменение климата может создать условия для её возвращения, поэтому важно сохранять бдительность.



ВОПРОСЫ

1. Какого населения на Земле больше – городского или сельского?
2. Где теплее – в центре города или в районе его окраин?
3. Чем опасен остров тепла для здоровья?
4. Приведите примеры трёх возможных мер по адаптации городов к изменению климата.
5. Какие существуют негативные эффекты для здоровья от потепления климата?
6. Какие меры предосторожности необходимо предпринять в жаркую погоду?
7. Какие две основные проблемы, связанные со здоровьем и окружающей средой, особенно актуальны для жителей Душанбе в условиях изменения климата?





ЗАДАНИЯ

1

Если во время летних каникул вы будете отдыхать в кишлаке или за городом установите термометр на уровне человеческого роста в тени за окном.

Каждый день рано утром записывайте температуру, которую показал термометр.

Сравнивайте ваши утренние показания с прогнозом ночной температуры воздуха для Душанбе на этот же.

Различаются ли цифры в кишлаке/за городом и прогноз для Душанбе? Как вы думаете, почему?

_____

2

Используя учебники, справочники и Интернет, подготовьте рассказ о том, какую первую помощь необходимо оказать человеку при тепловом ударе, солнечном ожоге, сильном обморожении, аллергической реакции на пыльцу, укусе клеща. Предпринять для защиты здоровья в периоды интенсивной жары?



2.10 Как изменения климата влияют на социальные проблемы

Такие разные миры: развитые и развивающиеся страны

В мире существует около 200 стран. Все страны сильно отличаются друг от друга. У них разное географическое положение, территория, природа, климат, население, экономика, уровень жизни. По этой причине изменения климата будут по-разному влиять на них. Разные у стран и возможности для того, чтобы справляться с новыми климатическими проблемами.

По уровню развития страны принято делить на две большие группы: развитые и развивающиеся.

Развитые страны – богатые государства с благоприятными условиями для жизни и сильной экономикой, в которой большую роль играют промышленность, сфера услуг и финансовый сектор. Жители этих стран имеют более высокие доходы, качественное медицинское обслуживание, возможность получить хорошее образование, найти перспективную работу, а также свободные деньги, которые они могут потратить на поход в ресторан, покупки или путешествия. К группе развитых относятся такие страны как Австралия, Новая Зеландия, США, Канада, Япония, Франция, Германия, Великобритания и другие страны Европы. Среди развитых стран выделяют группу **стран с переходной экономикой**, в которую входят Россия и ряд стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии.





Развивающиеся страны только недавно стали активно развивать свою экономику и находятся на более раннем этапе своего экономического и социального развития по сравнению с развитыми странами. Многие из этих стран до сих пор сильно зависят от традиционных отраслей хозяйства: земледелия, скотоводства, добычи полезных ископаемых. Большая доля населения в этих странах имеет более низкий уровень жизни, здесь хуже развита система здравоохранения, меньше социальных программ для населения, возможностей получить образование и найти работу.

Группа развивающихся стран чрезвычайно разнообразна. Среди них есть **быстрорастущие экономики**, или новые индустриальные страны, – это Китай, Индия, Южная Корея, Турция, Бразилия, Аргентина, Мексика и другие страны, которые благодаря высоким темпам роста промышленного производства быстро догоняют развитые. Многие вещи, которые мы используем каждый день: одежда, обувь, посуда, мебель, бытовая техника, игрушки – производятся на территории этих стран, в первую очередь в Китае. По объёму производимых ежегодно товаров и услуг Китай уступает только США.

Есть и 46 **наименее развитых стран**. В этой группе малые островные государства, горные страны, не имеющие выхода к морю, перенаселённые территории с неблагоприятными климатическими условиями. Это очень бедные регионы, их экономика слабая, а люди и их привычный образ жизни сильно подвержены воздействию природных стихий. Большая часть наименее развитых стран расположена в Африке и Азии, а самые бедные из них, согласно данным Всемирного банка – Бурунди, Демократическая Республика Конго, Сомали, Мозамбик, Нигер, Либерия, Чад, Афганистан и Малави. Нищета там ужасающая: подавляющее большинство населения живёт на менее чем 2 долл США в день! У людей недостаточно еды, чистой питьевой воды, больниц и школ. Правительство этих государств не может выплачивать социальные пособия или пенсии своим гражданам. Поэтому семьи в бедных странах стараются иметь как можно больше детей. Дети будут помогать родителям вести хозяйство, работать на полях и смогут прокормить их в старости. При этом не стоит забывать, что из-за плохих санитарных условий, недостатка еды и чистой воды, а также отсутствия поликлиник и больниц многие дети здесь, увы, не доживают до взрослого возраста! Поэтому чем больше детей родится в семье, тем больше гарантированной помощи будет родителям.





Социальное неравенство

В 2023 году население мира достигло 8 млрд чел. Подавляющее большинство населения планеты – 6,64 млрд, или 83 % от общего числа – проживает в развивающихся странах и только 17 % или 1,36 млрд человек (так называемый «золотой миллиард») проживает в развитых странах.

При этом 17 % населения, проживающего в богатых странах, потребляют львиную долю мировой продукции. Это означает, что их вклад в глобальные выбросы парниковых газов (так называемый «углеродный след») гораздо выше, чем у жителей развивающихся стран, так как производство их товаров требует колоссального количества ресурсов и энергии. К лидерам по потреблению энергии на душу населения относятся Исландия, Норвегия, Канада, США и богатые страны Ближнего Востока, такие как Оман, Саудовская Аравия и Катар. Средний житель этих стран потребляет в 100 раз больше, чем житель некоторых из беднейших государств. Например, на поддержание жизни среднего американца уходит в 3,5 раза больше ресурсов, чем в среднем на одного жителя Земли, и в 9 раз больше, чем на одного жителя Индии. Получается, что вклад людей, живущих в развитых странах, в глобальные выбросы парниковых газов (их «углеродный след») гораздо выше, чем у людей в развивающихся странах, и они несут большую ответственность за последствия изменений климата.

Разрыв между качеством жизни богатых и бедных людей на планете огромен. Средние доходы в 20 наиболее богатых странах мира в 37 раз превышают доходы в 20 беднейших странах. Это означает, что на каждые 100 долл, которые получает среднестатистический житель Европы или США, житель Непала или Эфиопии получает лишь 2,5 долл. Доходы 500 богатейших людей в мире превышают общий доход 416 млн беднейших людей на планете.

Кроме того, из-за очень высокой рождаемости темпы прироста населения в развивающихся странах в 3,5 раза выше, чем у их более обеспеченных соседей. Во многих беднейших государствах Африки и Азии количество жителей может удвоиться за 40 и менее лет. Следовательно, увеличится число наиболее бедных жителей планеты.

Разрыв между богатыми и бедными людьми на планете огромен. Жители развитых стран, составляющие всего 17 % мирового населения, потребляют большую часть производимой в мире продукции и более 70 % всей энергии. С другой стороны, почти 2,5 млрд людей во всём мире живёт на менее чем 2 доллара в день. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), 770 млн чел. не имеют доступа к чистой питьевой воде, а 821 млн чел. на планете не имеют достаточного количества продуктов питания, необходимых для активной и здоровой жизни.

Ошибкой было бы думать, что бедность – удел только наименее развитых государств. В богатых странах также есть отсталые регионы и малоимущие слои общества. В США, например, численность бедняков, согласно оценке Бюро переписи населения, составляло 38 млн чел. в 2021 году, или около 12 % от общей численности населения. В Германии почти каждый седьмой человек, или в общей сложности 13,5 млн чел., в 2022 году живут за чертой бедности или ниже неё. Часто наименее обеспеченные граждане в развитых странах – мигранты, приехавшие на заработки из развивающихся стран, жители сельских районов и старых промышленных городов, где шахты и заводы закрываются из-за их низкой прибыльности.





Однако бедняки в наиболее и наименее развитых странах живут по-разному.Так, чертой бедности в США считается доход 22 тыс. долл в год на семью из 4 человек (то есть около 15 долл в день на человека). При высоком уровне цен в США это действительно совсем небольшая сумма. Однако жителю бедной страны американский малоимущий, имеющий собственное жильё с туалетом и ванной, кажется настоящим Рокфеллером.

Неравенство условий жизни, неравномерность распределения доходов и возможностей между жителями планеты – одна из самых острых социальных проблем на Земле. Как верно отмечено в «Докладе о человеческом развитии» Программы развития ООН, «каждый человек имеет право жить полноценной жизнью. Никто не должен быть обречён на жизнь в нищете только потому, что он или она принадлежат не к тому классу или живут не в той стране, принадлежат не к той этнической группе или расе, или не к тому полу». К сожалению, происходящие изменения климата только усиливают проблемы социального неравенства и усложняют задачу по преодолению бедности.

Эта проблема усугубилась недавней пандемией COVID-19 и в целом привела к тому, что за два года были сведены на нет некоторые достижения в области социального и экономического развития, борьбы с бедностью и сокращения неравенства, как показано в Докладе о человеческом развитии за 2021-2022 годы.

Изменения климата обостряют социальные проблемы

Мы уже говорили о том, что все без исключения регионы и страны мира испытывают влияние изменений климата, но некоторые из них, например прибрежные, арктические, горные территории или сельскохозяйственные районы, особенно сильно страдают от последствий климатических изменений. Происходит это потому, что образ жизни и хозяйство местного населения очень сильно зависят от природных условий и климата, поэтому любое изменение приводит к большим проблемам для экономики и общества.

Жители бедных стран и регионов заняты в основном в сельском хозяйстве. Любой удар стихии – засуха, наводнение или ураган – моментально лишает этих людей единственного источника доходов. Такие государства, как Бангладеш, Гаити или Чад, не только одними из первых ощущают на себе последствия изменений климата, но и не имеют достаточно денег и ресурсов, чтобы как-то предупредить возможные риски.

В бедных странах изменения климата особенно сильно влияют на женщин. Женщины воспитывают детей, заботятся о больных и пожилых людях, кормят семью, выращивают урожай, собирают воду и топливо. Результаты именно их труда больше всего зависят от последствий климатических изменений.

В других районах, даже с высоким уровнем доходов, в особой опасности могут находиться маленькие дети, пожилые люди, инвалиды – ведь их здоровье сильно зависит от погодных условий.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ НЕСПРАВЕДЛИВОСТЬ

Заключается в том, что люди, которые в наименьшей степени ответственны за повышение температуры Земли, могут пострадать в результате глобального потепления больше всех.

Климатические миграции

Изменения климата становятся причиной миграции десятков миллионов человек, бегущих от бурь, засух, наводнений. По данным исследования Колумбийской климатической школы, в 2017 году около 23 млн чел. по всему миру покинули свои дома из-за внезапных экстремальных погодных явлений. Еще приблизительно 44 млн чел. были вынуждены переехать из-за «гуманитарного кризиса». По прогнозам, к 2050 году их численность может достигнуть 200–250 млн человек.

В числе потенциально опасных регионов – дельты рек Меконг и Ганг в Юго-Восточной Азии. Это густонаселённые сельскохозяйственные районы. Прогнозируемое повышение уровня воды в этих реках на 2 м приведёт к затоплению огромных площадей возделываемых земель. Это вынудит местных жителей, занятых на полях, искать новые места для проживания и работы.

Частые засухи или наводнения, которые особенно негативно сказываются на сельском хозяйстве, приведут к тому, что многие жители сельских районов будут вынуждены перебраться на заработки в города. Подобные миграции приводят к тому, что в городах образуются целые районы проживания бедных мигрантов – трущобы, где обычно царят антисанитария и преступность (Рис. 2.10.1).

Жители Карибских островов всё чаще стали покидать родные места из-за усиливающихся тропических ураганов и торнадо. Дело в том, что эти страны обладают ограниченными возможностями для противостояния этим стихиям.

Рис. 2.10.1 Трущобы в г. Рио-де-Жанейро (Бразилия).



Рис. 2.10.2

Лагерь мигрантов, вынужденных покинуть родные края из-за сильной засухи. Сомали, 2011 год.



Рис. 2.10.3

Последствия урагана «Хайян» на Филиппинах, 2013 год.



Австралия и Новая Зеландия уже столкнулись с климатическими мигрантами из островных государств Океании. Острова архипелагов Тувалу и Кирибати, расположенные неподалёку от Австралии, постепенно уходят под воду из-за подъёма уровня воды в океане. Жители затопленных островов вынуждены спасаться бегством. Новая Зеландия уже согласилась ежегодно выдавать право на жительство для 75 жителей островов, которые стали жертвами изменения климата. Экологи в Австралии предлагают своему правительству также выделить специальную миграционную квоту для климатических беженцев. Правительство Мальдивских островов договорилось со Шри-Ланкой о переселении туда своих жителей в случае повышения опасности ухода островов под воду.



Территория островного государства Кирибати состоит в основном из коралловых островов. Средняя высота островов над уровнем моря составляет всего 2 м, поэтому из-за повышения уровня Мирового океана они в течение примерно 50 лет могут уйти под воду. В настоящее время на островах проживает около 100 тыс. человек. В 2012 году власти страны приняли решение купить землю у Республики Фиджи и переселить туда жителей тех островов, которые могут оказаться под водой.

Новые конфликты

Изменение климата может стать причиной серьёзных конфликтов между людьми. В особенности велик риск возникновения конфликтов, связанных с правами на землю, нехваткой воды и климатическими миграциями населения.

Приведённая на Рис. 2.10.4 карта иллюстрирует возможные социальные последствия изменения климата для различных регионов мира. Красные «горячие» точки показывают регионы, для которых особенно велика вероятность возникновения кризисных ситуаций, связанных с изменением климата. Это области, где риски политических и социальных кризисов, а также увеличения миграционных потоков будут возрастать в результате целого ряда причин, таких как длительные засухи и нехватка воды, подъём уровня моря, засоление почв и неурожаи, отсутствие доступа к источникам энергии.

Рис. 2.10.4 **Прогнозируемые кризисные ситуации в мире, связанные с изменением климата.**



Международное сотрудничество для оказания социальной помощи

Чтобы снизить социальные риски от изменения климата, необходимо осуществлять специальные программы помощи наиболее уязвимым слоям общества. Это могут быть: обучение и профессиональная переориентация людей, живущих в сельской местности, чтобы они овладели новой профессией и не зависели полностью от сельского хозяйства; проекты по переселению жителей из опасных регионов; создание новых рабочих мест в бедных районах; научные исследования, направленные на выведение новых сортов сельскохозяйственных культур, более устойчивых к засухам; введение системы раннего оповещения населения при стихийных бедствиях. Однако на все эти мероприятия нужны деньги, которых у бедных стран и малоимущего населения нет!

К настоящему времени создано множество различных фондов и финансовых инструментов, цель которых – помочь развивающимся странам преодолеть социальные проблемы и проблемы, связанные с отрицательными последствиями изменений климата. Основными донорами, предоставляющими средства на решение этих задач, являются правительства развитых стран, крупные бизнес-компании и международные организации, в первую очередь ООН.

Как изменение климата влияет на жизнь людей в Таджикистане?

Таджикистан – это развивающаяся страна что, делает её особенно чувствительной к изменениям климата. Жизнь большинства населения, особенно в сельской местности, тесно связана с природными ресурсами. Сельское хозяйство является основным источником дохода и занятости для более чем 60-66% жителей, а вода для питья, полива и производства электроэнергии поступает в основном из рек, питаемых тающими ледниками в горах Памира и Гиссаро-Алая.

Именно эта зависимость от климатически чувствительных секторов делает Таджикистан одной из самых уязвимых стран к изменению климата в регионе Европы и Центральной Азии. Изменение климата – это не только повышение температуры или таяние льдов. Оно действует как «усилитель угроз», усугубляя уже существующие социальные проблемы. Бедность, неравные возможности для мужчин и женщин, миграция – все эти вопросы становятся острее под влиянием климатических изменений. Особенно сильно страдают наиболее уязвимые группы населения: бедные семьи, женщины, дети и пожилые люди. В этом разделе мы рассмотрим, как именно изменение климата влияет на бедность, положение женщин и миграционные процессы в Таджикистане.

Рис. 2.10.5 **Проекты и инициативы по адаптации и смягчению последствий изменения климата в Таджикистане.**



Климат и бедность: угроза для сельских жителей

Для многих семей в сельских районах Таджикистана сельское хозяйство – это основной, а часто и единственный источник средств к существованию. Однако именно этот сектор одним из первых страдает от изменения климата. Повышение температуры, более частые и сильные засухи, нехватка воды из-за изменений в режиме таяния ледников и снега, а также распространение новых вредителей и болезней растений – все это приводит к снижению урожайности таких важных культур, как пшеница, ячмень, кукуруза, овощи и фрукты. Особенно уязвимы богарные земли (богара́) – это поля, которые поливаются только дождями и зависят от весенних осадков, без использования искусственного орошения. Когда дождей мало или они приходят не вовремя, урожай на таких землях может полностью погибнуть. Изменение климата также приводит к деградации пастбищ, что негативно сказывается на животноводстве. Когда урожай гибнет или пастбища высыхают, семьи теряют доход и запасы продовольствия, что толкает их глубже в бедность.

Другая серьёзная угроза – это стихийные бедствия, частота и сила которых возрастает из-за изменения климата. Мощные ливни, быстрое таяние снега и ледников вызывают разрушительные наводнения, сели и оползни. Эти бедствия не только уносят жизни, но и разрушают дома, дороги, мосты, линии электропередач, ирригационные каналы и сельскохозяйственные угодья. Только за 2023 год ущерб от стихийных бедствий в Таджикистане превысил 76 миллионов сомони (более 7 миллионов долларов США), а за первые полгода 2024 года ущерб оценивается в более чем 130 миллионов сомони.

Потеря дома, земли или скота в результате стихийного бедствия — это тяжёлый удар, от которого семье бывает очень трудно оправиться, ведь на восстановление уходят большие силы и средства. Эта ситуация вызывает серьёзную обеспокоенность. По оценкам Всемирного банка, если не принять мер по адаптации, изменение климата может привести к тому, что еще 100 000 жителей Таджикистана окажутся за чертой бедности. Хотя за последние десятилетия уровень бедности в стране значительно снизился (с 83% в 1999 году до примерно 10.7-21.2% в 2022-2023 годах), изменение климата угрожает этому прогрессу и усложняет дальнейшее развитие страны.

Рис. 2.10.6 **Противоэрозионная лесопосадка.**



При этом важно понимать, что сельские жители страдают от климатических изменений сильнее, чем городские. Их жизнь напрямую зависит от сельского хозяйства, а возможностей найти другую работу или получить помощь в случае неурожая или стихийного бедствия у них гораздо меньше. Климатические удары по сельскому хозяйству и разрушение инфраструктуры в сельской местности напрямую ведут к обнищанию.

Более того, возникает порочный круг: изменение климата усиливает бедность, разрушая источники дохода и имущество. Бедность, в свою очередь, мешает людям адаптироваться – у них нет денег на покупку засухоустойчивых семян, строительство более надежных домов или внедрение водосберегающих технологий полива. Это делает их еще более уязвимыми для следующих климатических ударов.

Женщины под ударом изменения климата

Изменение климата затрагивает всех, но его последствия распределяются неравномерно.

Женщины и девочки в Таджикистане часто оказываются в более уязвимом положении, чем мужчины.

Это связано с традиционным распределением ролей в семье и обществе, а также с ограниченным доступом женщин к ресурсам и возможностям.

Во многих сельских семьях женщины несут основную ответственность за обеспечение дома водой, топливом (часто дровами) и продовольствием, а также активно участвуют в сельскохозяйственных работах. Изменение климата усложняет выполнение этих обязанностей. Участившиеся засухи и таяние ледников приводят к нехватке воды, заставляя женщин и девочек тратить больше времени и сил на ее поиск и доставку, иногда проходя большие расстояния. Вырубка лесов, усугубляемая потребностью в дровах, также увеличивает время на сбор топлива. Этот дополнительный труд отнимает у женщин время, которое они могли бы потратить на образование, оплачиваемую работу или уход за детьми, а девочек может вынудить бросить школу.

Рис. 2.10.7 **Женщина в горном кишлаке несёт собранный урожай.**



Высокий уровень трудовой миграции мужчин из Таджикистана, который также может усиливаться из-за экономических трудностей, связанных с климатом, ложится дополнительным бременем на плечи женщин, остающихся дома. Они становятся главами домохозяйств, неся полную ответственность за ведение хозяйства, воспитание детей и сельскохозяйственные работы. Это повышает их уязвимость к неурожаям, стихийным бедствиям и нехватке ресурсов.

Рис. 2.10.8 **Укрепление берега за счёт посадки деревьев.**



Изменение климата несет и прямые угрозы здоровью женщин и девочек. Нехватка продовольствия из-за неурожаев повышает риск недоедания, особенно для беременных и кормящих матерей и маленьких детей.Загрязнение воды во время наводнений или из-за плохой санитарии увеличивает риск кишечных инфекций. Экстремальная жара опасна для беременных женщин и может привести к осложнениям. Доступ к медицинскому обслуживанию, особенно в отдаленных сельских районах, может быть затруднен, особенно после стихийных бедствий.

Существующее гендерное неравенство – ограниченный доступ женщин к владению землей, финансовым ресурсам, информации и участию в принятии решений – мешает им эффективно адаптироваться к изменению климата. Даже имея знания о том, как лучше справиться с засухой или защитить урожай, у женщин может не быть ресурсов или полномочий для реализации этих мер. Поэтому программы адаптации должны обязательно учитывать гендерные аспекты и расширять права и возможности женщин, чтобы быть по-настоящему эффективными. Учитывая, что женщины все чаще становятся основными работниками в сельском хозяйстве из-за миграции мужчин, поддержка именно женщин-фермеров в адаптации к климатическим изменениям становится критически важной для продовольственной безопасности и благополучия сельских общин.

Климатическая миграция: когда приходится покидать дом

Иногда изменения в окружающей среде становятся настолько серьезными, что людям приходится покидать свои дома. Это явление называют климатической миграцией. В Таджикистане она может быть вызвана как медленными процессами, такими как деградация земель и нехватка воды, так и внезапными стихийными бедствиями.

Сельское хозяйство, как уже говорилось, очень чувствительно к климату. Когда засухи, деградация пастбищ или нехватка поливной воды делают земледелие и скотоводство невозможным или невыгодным, это напрямую бьет по доходам сельских жителей. В таких условиях миграция, особенно временная трудовая миграция мужчин в другие страны (чаще всего в Россию), становится для многих семей стратегией выживания. Они уезжают на заработки, чтобы прокормить семью, оставшуюся дома. Таким образом, изменение климата, усугубляя бедность и сокращая возможности для заработка в сельском хозяйстве, может подталкивать людей к миграции.

Рис. 2.10.9

Цветущий сад на юге Таджикистана.



Рис. 2.10.10

Урожай в Таджикистане.



Разрушительные стихийные бедствия – наводнения, сели, оползни – также являются причиной перемещения людей. Когда стихия разрушает дома, дороги, мосты, люди вынуждены покидать опасные районы и искать убежище в других местах. Такое перемещение может быть временным, пока идет восстановление, или постоянным, если жить на прежнем месте становится небезопасно. Переселение может происходить как внутри Таджикистана (внутренняя миграция или перемещение), так и за его пределы.

Важно понимать, что климатические факторы редко являются единственной причиной миграции. Они действуют как «выталкивающий» фактор, усиливая существующие экономические трудности, бедность и нехватку возможностей на родине. Решение о миграции – это всегда сложное решение, на которое влияет множество причин, но изменение климата делает его все более вероятным для многих жителей Таджикистана.

Хотя миграция может помочь семье справиться с трудностями, она создает и новые проблемы. Те, кто остается дома, – часто женщины, дети и пожилые люди – несут двойную нагрузку и остаются уязвимыми перед лицом местных проблем, включая климатические. Сами мигранты также могут сталкиваться с трудностями и рисками в местах назначения. Поэтому миграция – это сложный процесс, требующий внимания и поддержки как для уезжающих, так и для остающихся.

Адаптация и помощь: что делается?

Правительство Таджикистана и международное сообщество осознают серьезность проблем, связанных с изменением климата, и предпринимают шаги для адаптации страны к новым условиям. В стране принята Национальная стратегия адаптации к изменению климата (НСАИК) на период до 2030 года. Этот документ определяют приоритетные направления для снижения уязвимости населения и ключевых секторов экономики – энергетики, водных ресурсов, сельского хозяйства, транспорта.

Реализация таких масштабных планов требует значительных ресурсов и знаний. Поэтому Таджикистан активно сотрудничает с международными организациями – Всемирным банком (ВБ), Программой развития ООН (ПРООН), Азиатским банком развития (АБР), Зеленым климатическим фондом (ЗКФ), Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО), Всемирной продовольственной программой (ВПП), Международной организацией по миграции (МОМ) и другими, а также с отдельными странами.

Благодаря этой поддержке в стране реализуются проекты, направленные на:

- **Повышение устойчивости сельского хозяйства:** внедрение засухоустойчивых сортов, водосберегающих технологий полива (например, капельного орошения), улучшение управления пастбищами, борьба с вредителями.
- **Улучшение управления водными ресурсами:** модернизация ирригационных систем, строительство и реабилитация водохранилищ, внедрение комплексного управления водными ресурсами на уровне речных бассейнов.

Рис. 2.10.11 **Вид на г. Душанбе.**



- **Снижение риска стихийных бедствий:** укрепление берегов рек, строительство защитных сооружений, создание систем раннего оповещения о селях, паводках и лавинах.
- **Повышение осведомленности и знаний:** обучение фермеров, специалистов и населения вопросам изменения климата и методам адаптации.



Эти усилия помогают сообществам лучше подготовиться к климатическим вызовам и снизить их негативное влияние на жизнь людей. Например, проекты по поддержке общин помогают внедрять климатически устойчивые методы ведения сельского хозяйства, устанавливать теплицы и системы капельного орошения, что особенно важно для уязвимых семей. Адаптация к изменению климата – это сложный и длительный процесс. Он требует совместных усилий правительства, международных партнеров, местных сообществ и каждого жителя Таджикистана. Понимание того, как изменение климата влияет на социальные проблемы, помогает разрабатывать более эффективные решения и строить более устойчивое будущее для всех.

ВОПРОСЫ

1. Чем отличаются развитые и развивающиеся страны? Почему эти группы стран так называются?

2. Большинство людей на Земле живёт в развитых или развивающихся странах?
   Какие страны наиболее уязвимы к изменениям климата? Почему?

3. Почему последствия изменения климата особенно сильно сказываются на бедных жителях планеты?

4. Какие социальные проблемы обостряются в мире из-за изменений климата?

5. Животные и растения не могут приспособиться к быстрой смене климата, а могут ли люди?

6. Почему женщины и девочки в Таджикистане считаются особенно уязвимыми к последствиям изменения климата?



ЗАДАНИЯ



1

На контурной карте мира подпишите и закрасьте зелёным цветом 20 ведущих стран мира по уровню развития экономики. На этой же карте закрасьте красным цветом и подпишите 20 крупнейших стран по объёму выбросов парниковых газов (данные можно найти в Википедии).

Много ли получилось совпадений? Сколько среди ведущих стран мира «грязно- коричневых», которые наносят самый большой вред климату Земли?

Объясните, почему именно эти страны в большей степени виноваты в происходящих изменениях климата?

_____

2

Представьте, что вы работаете в международном фонде, который выделяет деньги на проекты по борьбе с последствиями изменения климата. Какие проекты помощи бедным странам вы бы профинансировали в первую очередь?



3

Как предотвратить опасные изменения климата

3 Как предотвратить опасные изменения климата

Вы уже знаете, что в последние годы объём парниковых газов в атмосфере Земли растёт очень быстро (Рис. 3.1.1). Известно, что естественное содержание углекислого газа в атмосфере менялось в последние тысячи лет (среди них были как межледниковые периоды потепления, так и ледниковые похолодания) между 180 и 300 частицами CO_2 на миллион других частиц. В 2013 году уровень CO_2 в атмосфере – впервые за последние как минимум 800 тыс. лет! – превысил отметку в 400 частиц на миллион.

Эта концентрация продолжает быстро расти и в 2022 году достигла уровня 421 частей на миллион. Причина в том, что во всем мире чистые антропогенные выбросы парниковых газов, которые определяются как разница между валовыми выбросами минус поглощение, продолжали расти, и в период с 2010 по 2022 годы они были выше, чем в любой предыдущий период в истории человечества. Концентрация выбросов парниковых газов в атмосфере будет продолжать расти до тех пор, пока ежегодные выбросы не сократятся настолько, чтобы их можно было уравновесить поглощением.

Рис. 3.1.1 **Рост концентрации углекислого газа в атмосфере с 1960 года.**



Каждый человек вносит свой вклад в происходящие изменения климата, ежегодно выбрасывая парниковые газы в атмосферу. Именно мы становимся конечными потребителями товаров и услуг, для производства которых нужна энергия, на производство которой, в основном, используются – невозобновляемые углеводородные ресурсы (нефть, уголь и природный газ). При их добыче и использовании выбрасывается до 75 % всех парниковых газов, связанных с деятельностью человека.

Мы уже обсуждали разрушительные последствия изменения климата для здоровья человека, общества и планеты в целом. Учёные в своём отчете МГЭИК ОД6 подтверждают, что недавние изменения климата являются широкомасштабными, быстрыми, усиливающимися и беспрецедентными за тысячи лет. Ожидается, что такие изменения будут продолжаться, поскольку согласно всем сценариям выбросов парниковых газов, изложенным в докладе, потепление поверхности Земли достигнет 1,5 °C уже в ближайшие два десятилетия. Если не будет немедленного, быстрого и масштабного сокращения выбросов парниковых газов, ограничение потепления 1,5 °C и даже 2 °C вскоре станет недостижимым.

Для снижения концентрации парниковых газов в атмосфере и ограничения глобального потепления решающее значение имеет быстрое и устойчивое сокращение выбросов углекислого газа, метана и других парниковых газов в этом десятилетии и достижение «чистых нулевых» (по-английски «net zero») выбросов к 2050 году. Такое сокращение, вместе с уменьшением выбросов аэрозолей и твердых частиц, не только уменьшит последствия изменения климата, но и улучшит качество воздуха, снизит негативное воздействие на здоровье людей и принесёт другие выгоды для устойчивого развития. Такие сокращения должны осуществляться с учётом бережного подхода к природе и восстановления биоразнообразия, что поможет увеличить естественное поглощение углерода, улучшить доступ к качественной воде и снизить риск пандемий. Таким образом сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу должно также повысить устойчивость нашей планеты и общества.

Многие страны приняли меры по сокращению выбросов. В большинстве промышленно-развитых стран выбросы уже снижаются более чем 10 лет, и многие развивающиеся страны также приняли меры по замедлению роста выбросов. Однако учёные показали нам, что этого недостаточно, и нам необходима системная трансформация во всех странах и во всех секторах экономики в целях достижения чистых нулевых выбросов к середине столетия.





Как же человечество может снизить содержание парниковых газов в атмосфере? Есть несколько основных путей.

Первый путь – перейти на **климатически-безопасные источники энергии.** Если сравнить различные виды ископаемого топлива, то наиболее «вредным» для климата является уголь, за ним следуют нефть и нефтепродукты, а наименее «вредным» из них является природный газ.

Но можно производить энергию без использования ископаемого топлива. С древнейших времён человечество применяет тепло Солнца, силу ветра и бегущей воды, использует биомассу – эти источники энергии возобновляемые. Современные технологии позволяют применять их более широко. Быстрый рост использования возобновляемых источников энергии должен идти рука об руку с постепенным отказом от использования ископаемого топлива. Другие низкоуглеродные источники энергии, такие как атомные, также могут помочь сократить выбросы в ряде стран при условии принятия всех необходимых мер безопасности.

Второй путь – **сокращать ежедневное потребление энергии** путём изобретения более энергоэффективных машин и бытовой техники, повышения энергоэффективности зданий, а также увеличения электрификации и внедрения систем аккумулирования энергии. Существующие промышленные процессы, такие как производство железа, стали и цемента, необходимо заменить низкоуглеродными, а электрификация транспорта должна идти быстрее. Кроме того, мы должны изменить наши собственные привычки, чтобы экономить энергию и воду.

И третий путь – призвать на помощь растения, то есть использовать технологии **улавливания углекислого газа из атмосферы**. Растения поглощают углекислый газ, поэтому, сокращая вырубку лесов и сажая новые деревья, люди могут уменьшить количество парниковых газов в атмосфере. Использование экологически чистых методов ведения сельского хозяйства, а также восстановление и защита природных экосистем могут помочь почвам поглощать больше углерода и принести другие выгоды для устойчивого развития. Новые технологии удаления углекислого газа из атмосферы, такие как улавливание и хранение углерода или прямое удаление углекислого газа из атмосферы, находятся на ранней стадии разработки и пилотирования. Тем не менее, они обещают, что некоторые выбросы, которых невозможно избежать, например некоторые остаточные выбросы от сельского хозяйства, будут улавливаться такими новыми технологиями в ближайшем будущем.

Изменение климата — это сложная глобальная проблема, которую можно решить только при сотрудничестве всех правительств, всего общества, а также при активном участии бизнеса в усилиях по снижению парниковых газов, управлению климатическими рисками.

3.1 «Зелёные» источники энергии

3.1.1 Что такое энергия?

Всё, что создано в мире – природой или человеком – создаётся при помощи энергии. Получая любую вещь, любую форму энергии, мы откуда-то её забираем.

Возьмём обычную шоколадку. В магазин она попала с фабрики, где люди её произвели и упаковали. Для этого они использовали какао-бобы и сахар, которые были привезены на фабрику с полей, где другие люди выращивали бобы и сахарный тростник. Все люди, которые трудились над нашей шоколадкой, что-то ели и во что-то одевались. Все станки и приборы, которые помогали шоколадке появиться, сделаны из переработанных полезных ископаемых и приводятся в действие с помощью какой-либо энергии. Другими словами, всё, что мы имеем, появилось, потому что кто-то затратил на это энергию. Даже мы сами выросли из крошечного зародыша, который для своего роста получал энергию химических соединений!

Что же тогда получается, неужели для своей жизни мы всегда только берём что-нибудь и ничего не даём природе взамен?!

Конечно нет! Мы преобразуем полученную энергию в другие формы и возвращаем её миру. Таким образом, энергия сама по себе никогда не исчезает, она меняет своё состояние. Наука, занимающаяся изучением наиболее общих закономерностей преобразования и передачи механической и тепловой энергии, называется термодинамикой, а правило сохранения энергии – первым законом **термодинамики**.

Другие законы термодинамики говорят нам о том, что в момент превращений какая то часть энергии – может быть, и небольшая – теряется и рассеивается, её уже нельзя «собрать» назад.

Давайте разберёмся в том, как нынешнее человечество использует энергию. Почему потребление энергии и проблема изменения климата так сильно взаимосвязаны? И может ли человечество, благодаря энергии, преобразить всю жизнь на Земле, сделав её зелёной, цветущей и счастливой? А главное, можем ли мы сами уже сегодня начать принимать участие в этом преображении?

3.1.2 Основные источники энергии

Человечество пользовалось энергией всегда, и учёные начали задумываться над этим процессом ещё в древние времена. Именно тогда они стали изучать самый простой вид энергии, механическую, называя её поначалу «живой силой». Постепенно были обнаружены и другие виды энергии: электрическая, электромагнитная, тепловая, ядерная... Открывая новые виды энергии, человек учится находить её источники и придумывать способы её полезного использования.

В нашей повседневной жизни мы пользуемся большим числом приборов. Телевизор, компьютер, холодильник – все эти устройства работают благодаря тому, что в наши дома проведено электричество, это самая привычная для нас форма энергии. Это означает, что электричество играет центральную роль во многих сферах жизни современного общества и станет ещё более важным по мере того, как его роль в транспорте и отоплении будет расти за счет таких технологий, как электромобили и тепловые насосы. Так откуда же оно берётся?

Откуда берётся электричество?

Электрическую энергию люди научились добывать, преобразуя те формы энергии, которые встречались им в природе. Природные источники энергии на нашей планете принято подразделять на две большие группы: невозобновляемые (или традиционные) и возобновляемые (или альтернативные) (Рис. 3.1.2).

Рис. 3.1.2 **Основные природные источники энергии.**

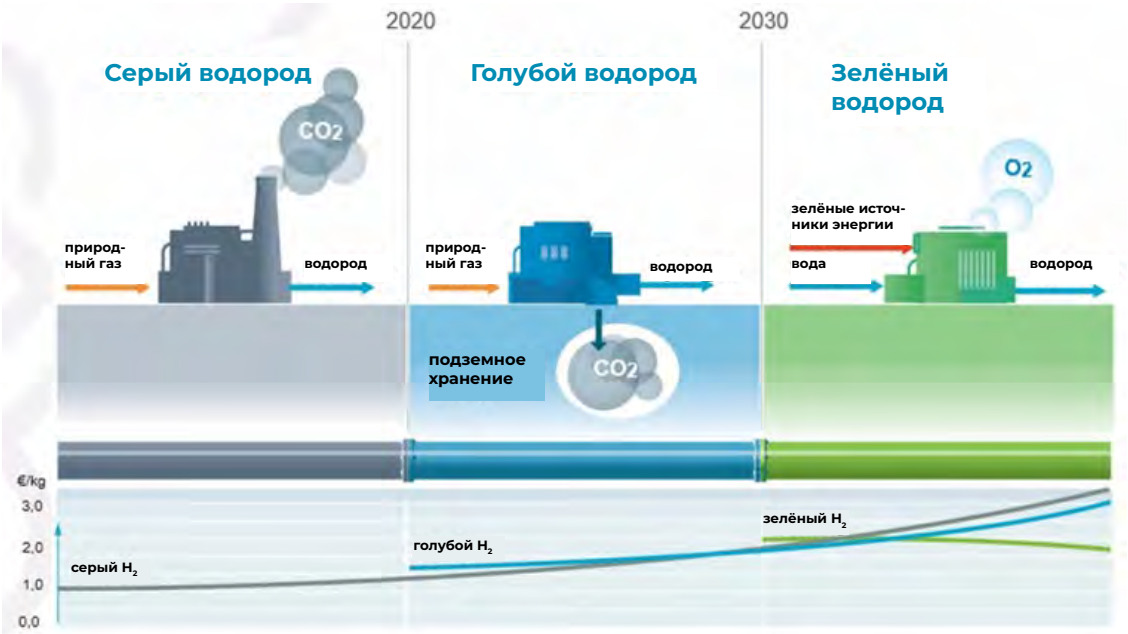


Невозобновляемые источники энергии образуются или восстанавливаются в природе гораздо медленнее, чем расходуются. Это уголь, нефть, природный газ, торф, которые также называют углеводородными полезными ископаемыми или ископаемым топливом. К невозобновляемым источникам энергии относятся также радиоактивные металлы (уран, плутоний и другие), которые используются в ядерной энергетике.

Возобновляемые источники черпают энергию из постоянно происходящих в природе процессов. Солнечный свет, ветер, текущая вода, дождь, приливы-отливы, тепло Земли способны дать большое количество энергии, притом эти ресурсы практически неисчерпаемы, они исчезнут только в необозримо далёком будущем, когда сама солнечная система завершит свой жизненный цикл. Также к возобновляемым источникам относят биомассу (например растительное сырьё или продукты жизнедеятельности животных, а также полученный из древесины уголь, который широко использовался в прошлом), так как она быстро восстанавливается естественным путём.

Новым топливом, уровень использования которого в последнее время растёт, является **водород**. Он может быть серым, голубым и зелёным в зависимости от источников, из которых он производится – природного газа, природного газа с улавливанием и хранением углерода и возобновляемой электроэнергии, соответственно (Рис. 3.1.3). Хотя в прошлом водород использовался в основном в качестве сырья для тяжёлой промышленности, сейчас он находится на переднем крае сокращения выбросов в транспортной отрасли.

Рис. 3.1.3 **Виды водорода, способы его производства и год начала производства.**



3.1.3 Углеводородные источники энергии

Эволюция живых организмов на планете идёт от простого к сложному. Было время, когда планету населяли простейшие организмы и растения, которые поглощали энергию солнца и преображали её в живую массу – в себя самих. Однако и до наших дней дошёл след их существования. Ведь энергия, которую собрали наши предшественники, не исчезла. Она продолжает жить в полезных ископаемых – веществах, которые образовались из останков отмерших живых организмов. Это нефть, природный газ, каменный уголь и торф.

Всё это наследие живых существ, которые предшествовали нам на Земле. Мы должны относиться к нему бережно и с благодарностью. И конечно же, нужно помнить, что никакое наследство не бесконечно! Если тратить его не задумываясь, нам нечего будет оставить нашим детям.

При сжигании углеводородного сырья – угля, нефти или природного газа – вырабатывается энергия. Происходит этот процесс на тепловых электростанциях (ТЭС). В машинном зале ТЭС установлен котёл с водой. При сгорании топлива вода в котле нагревается и превращается в пар. Пар под давлением вращает лопасти паровой турбины. Турбина в свою очередь вращает генератор, который вырабатывает электрический ток. Дальше электричество поступает в здания по линиям электропередач (Рис. 3.1.4).

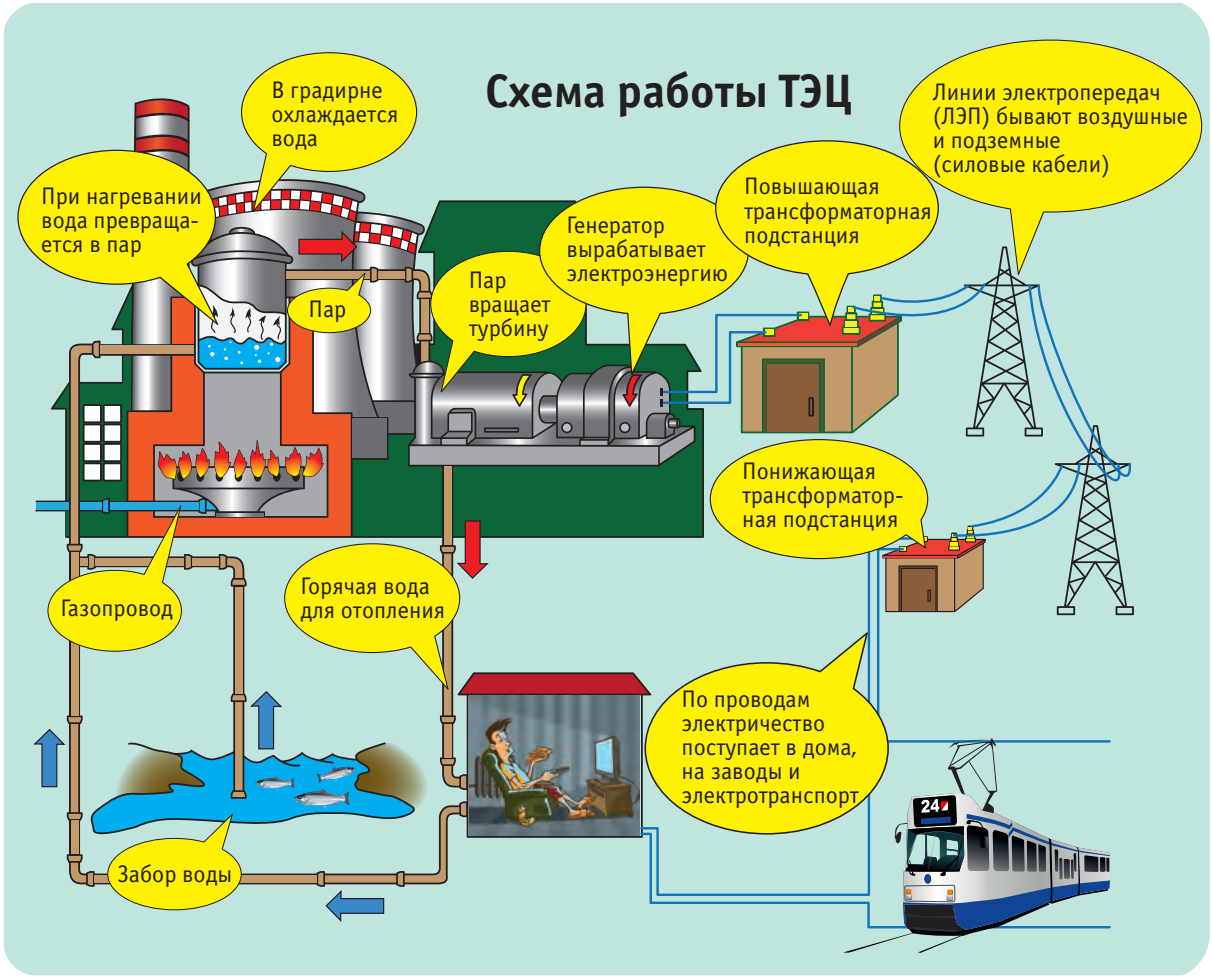
УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (ИСКОПАЕМОЕ ТОПЛИВО)
это нефть, каменный уголь, природный газ (в том числе и сланцевый газ, добытый из угольных и сланцевых пластов), горючие сланцы и другие горючие минералы и вещества, добываемые под землёй или открытым способом. Ископаемые виды топлива формируются в течение миллионов лет в земной коре из останков живых организмов. При их сжигании человек извлекает и использует тепловую энергию.



Рис.3.1.4



Рис. 3.1.4 **Схема работы ТЭЦ.**



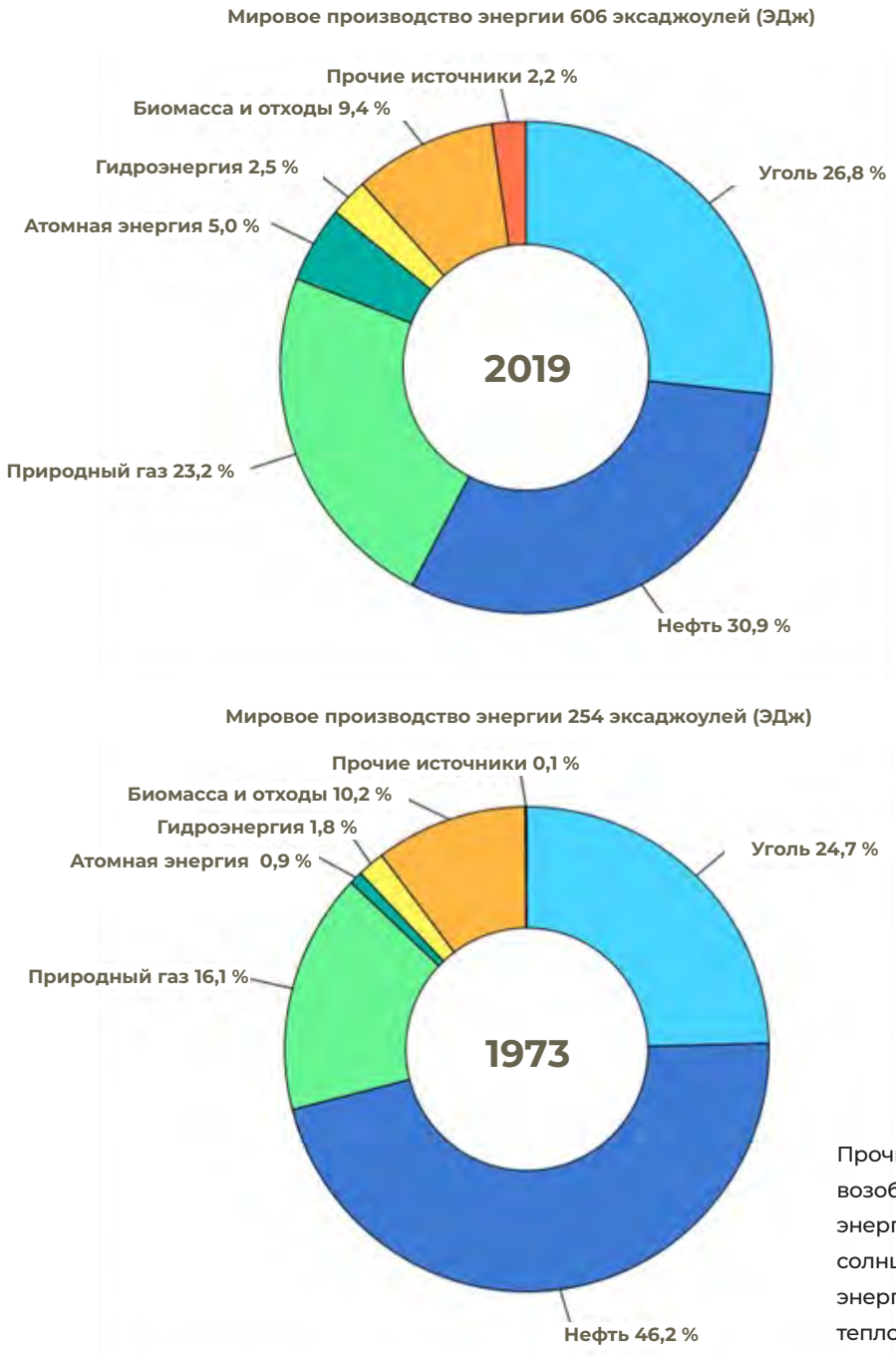
Оказалось, что выгоднее всего совмещать процесс добычи электричества с нагревом воды, которая затем подаётся по трубам в отопительные и водопроводные системы квартир, больниц, школ и детских садов, промышленных предприятий и других помещений. Такие электростанции названы теплоэлектроцентралями (ТЭЦ).

Когда нет возможности транспортировать тепло от ТЭЦ до всех жилых домов, строят котельные, они используют энергию топлива только для отопления.

Повсеместно углеводородное топливо начали использовать относительно недавно – лишь с началом промышленной революции, которая началась в конце 1700-х годов в Англии. На протяжении многих тысячелетий до этого использовались в основном энергия дров, солнца, ветра, воды, хотя в отдельных местах полезные ископаемые использовались и раньше.

В 2019 г. на ископаемое топливо приходилось 80,9 % от всего объёма производимой в мире энергии, а из видов ископаемого топлива наибольшую роль играли нефть – 30,9 %, уголь – 26,8 % и природный газ – 23,2 % (Рис. 3.1.5).

Рис. 3.1.5 **Доля основных источников в мировом производстве энергии, 1973 и 2019 гг.**



Прочие источники включают возобновляемые источники энергии: энергию ветра, солнца, геотермальную энергию, низкопотенциальное тепло и др.

Есть две основные проблемы, связанные с использованием углеводородного сырья. Во-первых, оно не бесконечно, и запасы его истощаются, прежде всего, нефти и газа. Во-вторых, при сжигании природного газа, нефти и особенно угля в атмосферу выбрасывается большое количество загрязняющих веществ, а также парниковых газов, которые могут быть опасны для климата, а значит для природы и здоровья человека (Рис. 3.1.6 и Таблица 3.1). Мы помним, что сами парниковые газы не представляют опасности для нашего здоровья, но накапливаясь в атмосфере, они усиливают парниковый эффект, что приводит к росту температуры на планете и другим изменениям климата.

Когда люди впервые стали использовать ископаемое топливо?

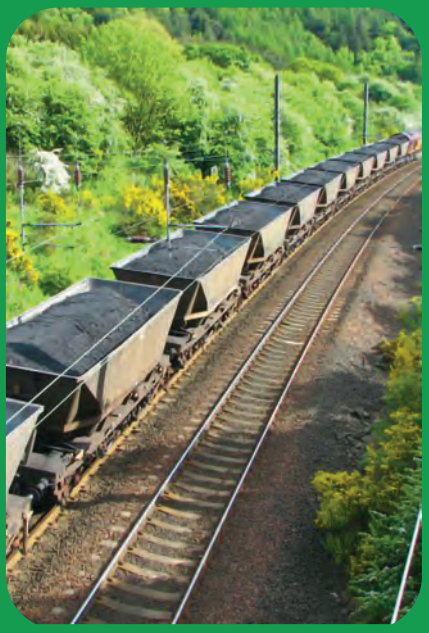
Самая древняя из действующих каменноугольных шахт на Земле была открыта в Голландии ещё в 1113 году. Но есть свидетельства использования каменного и бурого угля, торфа и в гораздо более далёком прошлом.

В Средние века уголь добывался уже во многих шахтах в Европе, поэтому он стал дешевле дров. В результате уголь начали активно использовать в быту даже в бедных семьях. Но поскольку дома в те времена не были оборудованы дымоходами, в комнатах скапливался едкий дым, и дышать в помещении становилось тяжело.

С началом промышленной революции потребление угля резко возросло. К XIX веку добывалось 700 млн т угля в год, затем наступил черёд нефти.

Нефть также известна человечеству с древнейших времён. Однако использовать её в качестве топлива начали лишь с середины XIX века, после того, как в 1855 году в США химик Б. Силлиман открыл, что из нефти можно получить керосин. Последовавшему нефтяному буму также способствовал открытый в то время новый способ добычи нефти с помощью буровых скважин вместо колодцев.

Природный газ начали массово применять уже фактически в XX веке.





Расчёты учёных показали, что сжигание ископаемого топлива для производства энергии в современных масштабах оказывает существенное влияние на парниковый эффект. Выходит, что для защиты климата человечество должно сократить потребление углеводородных ресурсов и использовать более безопасные для климата источники энергии.

Рис. 3.1.6 **Выбросы парниковых газов от использования различных углеводородных источников энергии.**

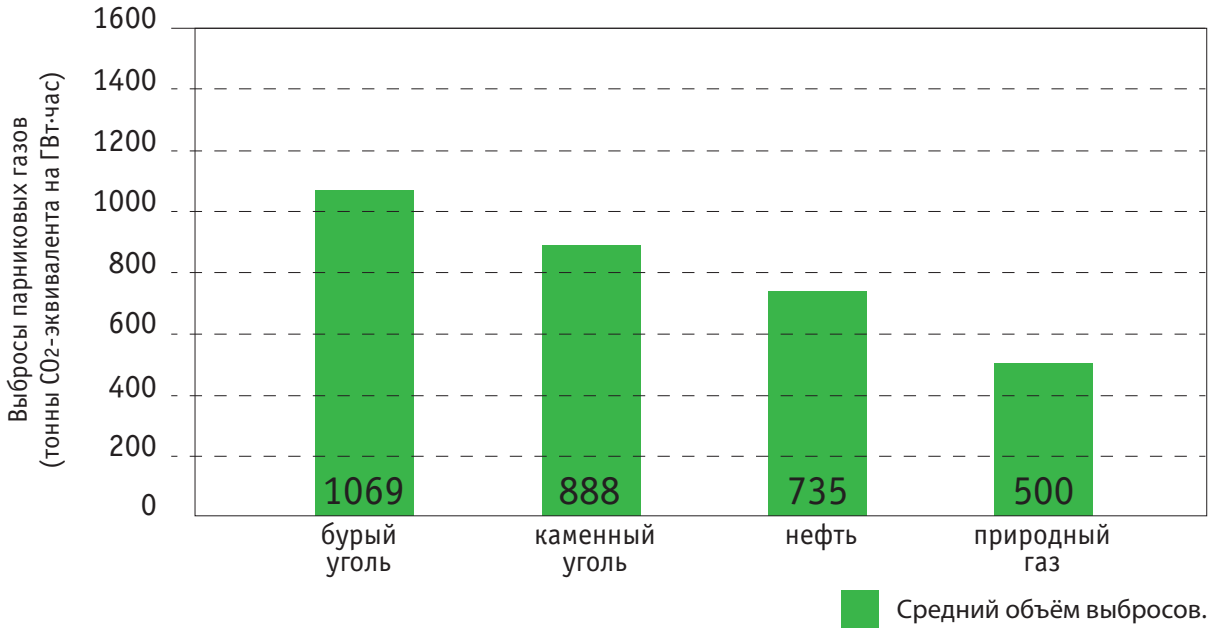


Таблица. 3.1

Выбросы в атмосферу отходов электростанций, работающих на разных видах ископаемого топлива, в странах европейского союза (г/гдж)

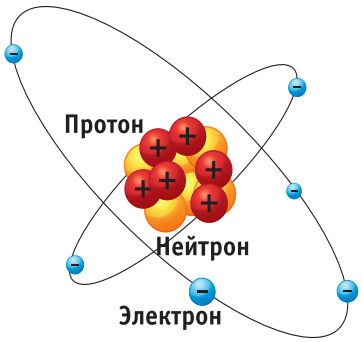
Ископаемое топливо	пыль	угарный газ (CO)	оксиды азота (NO_x)	двуокись серы (SO_2)
Бурый уголь	3254	89	183	1361
Каменный уголь	1203	89	292	765
Нефть	16	16	195	1350
Природный газ	0,1	15	93	1

3.1.4 Атомная энергетика

У атомных электростанций (АЭС) выбросы парниковых газов почти нулевые. Может быть, они решат задачу?

Учёные прошли долгий путь, прежде чем стало возможным использовать ядерную энергетику для производства электроэнергии для промышленности и домашних хозяйств.

Сначала выяснилось, что все вещества состоят из множества похожих частичек – молекул. Потом обнаружилось, что и сами молекулы как бы сконструированы из набора атомов. Разновидности атомов были названы химическими элементами, пронумерованы и внесены в таблицу – таблицу Менделеева.



Молекулы различных веществ при определённых условиях могут распадаться на атомы и образовывать молекулы новых веществ – такой процесс называется химической реакцией. Во время химической реакции высвобождается энергия, которая держала атомы вместе. Новые соединения могут требовать больше или меньше энергии, так что при химической реакции энергия может или поглощаться из пространства, или выделяться. Горение обычного топлива – это и есть химическая реакция с выделением тепловой энергии.

Но что будет, если вмешаться не в строение молекулы, а в строение атома? Ведь он тоже, в свою очередь, состоит из частиц: учёные выяснили, что у него есть ядро (плотно спаянные между собой протоны и нейтроны), вокруг которого вращаются электроны. Ядра некоторых химических элементов способны распадаться. При этом, во-первых, выделяется большое количество тепловой энергии (которую можно собирать и использовать), а во-вторых, излучаются особые частицы – радиация. Такое явление назвали радиоактивным распадом (радиоактивностью).

Радиоактивность присутствует в природе нашей планеты. В среднем, по данным Международного агентства по атомной энергии, глобальное годовое количество естественного радиационного фона на одного человека составляет около 2,4 миллизиверта (мЗв) в год. Такие дозы радиации считаются естественными и нужными для человека и всей живой природы. Однако при увеличении дозы радиация становится смертоносной!

В 1975 году в США впервые провели расчёты частоты опасных аварий на атомных электростанциях. Они показали, что подобная авария может случиться один раз в 10 тыс. лет. А уже через четыре года на атомной электростанции Три-Майл-Айленд около города Гаррисберг в США такая авария произошла! Прямой ущерб составил 1 млрд долл, косвенный – 100 млрд долл. Хорошо, что пострадавших было не много! Через семь лет авария случилась в Советском Союзе в городе Чернобыль, где учёные-атомщики также убеждали, что подобное может произойти только один раз в 10 тыс. лет.



По поводу таких оценок бывший управляющий немецкой компании. «Интератом» Клаус Таубе заявил, что любые цифровые данные о вероятности аварии с расплавлением ядерных топливных элементов можно считать псевдонаучной приукрашенной бессмыслицей.

Человек научился управлять ядерной реакцией и использовать выделяющуюся при этом энергию. Именно такой процесс и лёг в основу работы атомных электростанций. Атомная электростанция в качестве источника энергии использует сложный процесс радиоактивного ядерного распада. Энергия, получаемая из небольшого количества ядерного топлива, огромна, и при этом отсутствует выброс парниковых газов в атмосферу. С точки зрения влияния на климат атомная энергетика кажется безопасной. Однако не надо забывать, что на добычу урана для атомных электростанций тоже тратится много энергии и при этом выбрасывается немало парниковых газов!





Есть у атомных электростанций и серьёзный недостаток. Новые ядра, образовавшиеся при искусственно организованном распаде (их называют дочерними), тоже могут быть радиоактивными. Использовать их как топливо невыгодно, а просто так возвращать в природу нельзя – они опасны! Это так называемые **радиоактивные отходы.** Конечно, учёные это хорошо знают и тщательно продумывают различные способы их захоронения. Уже существуют пилотные проекты нового поколения ядерной энергетики, использующие в качестве сырья радиоактивные отходы. Также продолжаются и многообещающие исследования небольших модульных ядерных реакторов, которые могли бы обеспечивать энергией города напрямую. Конечно, если бы эти способы работали идеально, как задумано, можно было бы сказать, что атомные станции безвредны. Однако в жизни всё не совсем так.

Однако вопросы охраны труда и безопасности на атомных станциях остаются серьёзной проблемой. Именно чрезвычайная опасность, связанная с использованием ядерной энергии, которая сохраняется даже после закрытия станции, служит причиной непрекращающихся споров о том, как нужно поступать с атомными электростанциями: развивать их и дальше или же запретить.

Взрыв на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года потряс весь мир. Погибли и получили смертельные заболевания многие люди. Непригодными для сельского хозяйства стали около 5 млн га земель (огромная территория, сравнимая по площади с территорией целой страны как Словакия!). Вокруг места аварии была создана 30-километровая зона отчуждения, пришлось сровнять с землёй сотни малых населённых пунктов.

По прошествии многих лет проектировщики станций стали утверждать, что на новом, более совершенном оборудовании ошибки прошлого повториться не могут.

Однако в современных условиях, когда климат серьёзно меняется, невозможно даже предсказать, какие неожиданности и стихийные явления могут нас ожидать. При строительстве атомных станций в Японии, несомненно, просчитывалась защита от частых в Японии землетрясений. Однако 11 марта 2011 года в результате сильнейшего землетрясения и последовавшего за ним цунами произошёл сбой всех систем нормального и аварийного охлаждения реакторов, последовали тепловые взрывы. Большое количество радиоактивных веществ попало в море и в атмосферу, их след стал обнаруживаться во многих странах! До сих пор уровень радиации на побережье, где находится АЭС «Фукусима-1», превышает норму более чем в 100 раз. 80 тыс. людей пришлось переселить с заражённых территорий. Несмотря на заверения властей Японии о том, что ситуация стабилизировалась, через два года после аварии в грунтовые воды под станцией поступали новые радиоактивные вещества, их концентрация росла, продолжались утечки из резервуаров с радиоактивной водой.

Атомная энергия – мощная форма энергии, но это же делает её опасной. Выходя из-под контроля, она приносит столь разрушительные последствия, что её уже никак нельзя назвать ни безопасной, ни дешёвой! Тем не менее, в последнее время возросло внимание к атомной энергетике из-за быстро растущего спроса на электроэнергию и необходимости сокращения выбросов углекислого газа при производстве электроэнергии.

3.1.5 Возобновляемые источники энергии

Возобновляемые источники энергии, как мы уже говорили, используют природные процессы и ресурсы, которые либо практически неисчерпаемы, либо относительно быстро восстанавливаются естественным путем. Это солнечный свет, ветер, текущая вода, приливы-отливы, тепло Земли – все эти виды энергии часто называют альтернативными, или зелёными, поскольку они представляют собой экологически и климатически безопасный источник энергии в противоположность углеводородному топливу. В этот же ряд включена и биомасса, хотя она и стоит в нём немного особняком.

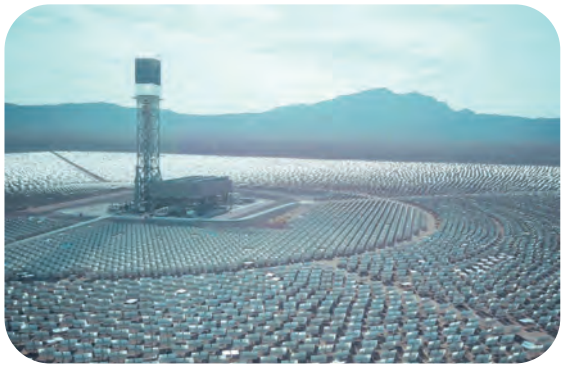
По оценкам Международного энергетического агентства, на 2022 год около 29 % мирового производства электрической энергии обеспечивается за счёт возобновляемых источников, по сравнению с 27 % в 2019 году. Во многих регионах, где доступны возобновляемые ресурсы, теперь дешевле построить электростанцию, использующую возобновляемые источники энергии, чем электростанцию, использующую ископаемое топливо. Например, в странах Африки к югу от Сахары возобновляемые источники энергии в настоящее время составляют 85 % всей выработки электроэнергии. Масштабное использование возобновляемых источников энергии делает вероятным сценарий, что глобальные выбросы CO_2 достигнут пика в 2025 году, а затем начнут снижаться.

Эксперты Международного агентства по возобновляемым источникам энергии подготовили различные сценарии развития возобновляемой энергетики в будущем.

Согласно наиболее благоприятному сценарию, доля возобновляемых источников энергии должна увеличиться с 16 % в 2020 до 77 % в 2050 году, чтобы удержать повышение температуры ниже 1,5 °C. Важный вывод, к которому пришли эксперты: чтобы оставаться на пути к 1,5 °C, 80% необходимого сокращения выбросов можно обеспечить за счёт двух мер, а именно: утроения мощности возобновляемых источников энергии и удвоенных темпов повышения энергоэффективности.

Рис. 3.1.7 **Примеры завода по производству биотоплива и солнечной электростанции.**





Совершенствование технологий, растущие рынки и климатическая политика в целом способствовали снижению стоимости возобновляемой электроэнергии (Таблица 3.2) и её распространению по всему миру. И это несмотря на рост стоимости материалов и оборудования. Китай стал ключевым фактором глобального снижения затрат на солнечную фотоэлектрическую и ветроэнергетику из-за размера своего рынка.

Таблица. 3.2 **Сравнение затрат на различные технологии возобновляемой энергетики**

	Общая стоимость установки (2022 долл. США / кВт)			Коэффициент мощности (%)			Приведённая стоимость электроэнергии (2022 долл. США / кВт)		
	2010	2022	Изменения (%)	2010	2022	Изменения (%)	2010	2022	Изменения (%)
Биоэнергетика	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0.082	0.061	-25%
Геотермальная энергетика	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0.053	0.056	6%
Гидроэнергетика	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0.042	0.061	47%
Солнечные фотоэлектрические системы	5 124	876	-83%	14	17	23%	0.445	0.049	-89%
Концентрирующие солнечные установки	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0.380	0.118	-69%
Береговые ветровые установки	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0.107	0.033	-69%
Оффшорные ветровые установки	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0.197	0.081	-59%

Примечание. *Общая стоимость установки представляет собой стоимость строительства новой электростанции; коэффициент мощности — это общее время работы электростанции, а приведённая стоимость электроэнергии — это средняя стоимость выработки электроэнергии генератором за срок его службы.*

Единица измерения мощности

Ватт – единица измерения мощности. Один ватт определяется как один джоуль в секунду (1 Дж/с), что представляет собой скорость передачи энергии или преобразования одного джоуля энергии в секунду.

- **1 ватт (Вт)** – мощность передатчика в стандартном мобильном телефоне.
- **1 киловатт (кВт, 1000 Вт)** – мощность небольшого обогревателя. Примерно с такой же мощностью солнце в полдень обогревает квадратный метр земли.
- **1 мегаватт (МВт, 1000 кВт)** – железнодорожные локомотивы имеют среднюю мощность от 3 до 10 мегаватт.
- **1 гигаватт (ГВт, 1000 МВт)** – мощность крупнейших электростанций в мире обычно измеряется в гигаваттах.
- **1 тераватт (ТВт, 1000 ГВт)** – пиковая мощность удара молнии.

Солнце

Солнце – источник энергии, который создала для жизни на Земле сама природа. Так почему бы не искать пути использовать энергию Солнца напрямую? Каждый квадратный метр Земли полуденное солнце обогревает с мощностью около мегаватта.

Любое застеклённое помещение под лучами солнца прогревается. Если в ваше окно светит Солнце, а в доме прохладно, раздвиньте шторы и протрите стёкла от пыли – это принесёт в вашу комнату чуть больше тепла. В давние времена в деревнях люди пользовались деревянными ставнями. Днём окно открывалось для света, а на ночь закрывалось ставнями, чтобы сохранить накопленное тепло.

С развитием науки люди научились ещё лучше «ловить солнечную энергию». Есть два основных вида использования его энергии.

Солнечные коллекторы улавливают солнечное тепло. Внутри коллекторов протекает по трубочками и нагревается вода (иногда вместо воды могут быть воздух или специальное вещество-антифриз). Такие солнечные коллекторы можно использовать для отопления жилья и нагрева воды.

Солнечные фотоэлектрические системы (фотовольтаика) – второй распространённый способ улавливания и накопления солнечной энергии. Фотоэлементы превращают солнечный свет в электрическую энергию. Для всех уже давно стали привычными калькуляторы на фотоэлементах, садовые фонарики, которые днём собирают энергию, а ночью светятся. Точно такие же фотоэлементы, только более крупные, образуют «солнечные фермы» – большие фотоэлектростанции.

Солнечные коллекторы устанавливаются на крышах домов под углом к горизонту, равным широте местности.



Фотоэлектрические элементы могут также использоваться для различных транспортных средств: лодок, автомобилей и даже самолётов! В Италии и Японии фотоэлементы устанавливают на крыши поездов. Они производят электричество для кондиционеров, освещения и аварийных систем.

Основные преимущества солнечной энергии – её доступность, неисчерпаемость и безопасность. При использовании солнечных установок не происходит выбросов в атмосферу парниковых газов или загрязняющих веществ, а значит для климата этот способ получения энергии безвреден.

Солнечная энергия: горячая вода плюс электричество

В странах с жарким климатом солнечное тепло уже давно используется для получения энергии. На крышах домов в тёплых странах часто можно увидеть баки с водой, которая нагревается от солнечных лучей. Затем эта горячая вода используется для повседневных нужд.

В Израиле каждое здание должно быть оборудовано солнечными коллекторами для нагрева воды. Но даже в более холодной Германии есть солнечный город – Фрайбург, где целые районы существуют исключительно за счёт альтернативной энергии Солнца. И таких примеров в наши дни становится всё больше!



Недостатки у этого способа получения энергии тоже есть – сильная зависимость от погоды и времени суток, а также высокая стоимость производства конструкции, связанная с применением редких элементов в солнечных панелях. Однако с развитием новых технологий стоимость солнечных установок быстро снижается, а возможности для их использования, наоборот, увеличиваются. Последние данные показывают, что стоимость возобновляемой энергии упала на 80 % с 2010 года, что привело к быстрому и широкому использованию солнечной энергии для производства электроэнергии во всём мире. Ещё одним недостатком является проблема утилизации отработанных солнечных элементов, в которых содержатся вредные вещества. Рынок утилизации солнечных панелей пока не сложился, а срок их службы составляет несколько десятков лет. И ещё один недостаток – затраты энергии и большого числа чистой воды при производстве солнечных панелей. Поэтому изобретатели стараются разработать новые, более экологичные фотоэлементы, а производителям приходится продумывать технологии приёма и переработки использованных панелей.

Насколько велики крупнейшие солнечные электростанции в мире? А как насчёт солнечной энергии после захода солнца?

Крупнейшей солнечной электростанцией в мире является Талатанская фотоэлектрическая электростанция в Китае с солнечным парком площадью 609,6 км^2 и мощностью 9 ГВт, что обеспечивает среднегодовую выработку электроэнергии в 9600 ГВт·ч. Талатанская фотоэлектрическая электростанция — это пример того, как выглядит будущее возобновляемой энергетики и как солнечные фермы могут изменить географические и экономические перспективы региона, в котором они создаются.



Второй крупнейшей солнечной электростанцией в мире по состоянию на 2023 год был солнечный парк Бхадла, строительство которого было завершено в 2020 году. Солнечный парк Бхадла — это солнечная фотоэлектрическая электростанция мощностью 2,25 ГВт и, занимающая почти 5,7 га земли в районе Джодхпур в Раджастане, Индия. Строительство солнечного парка Бхадла обошлось примерно в 1,4 млрд долл. Каковы преимущества солнечного парка Бхадла? Проекты солнечной инфраструктуры, такие как солнечный парк Бхадла, помогают снизить зависимость Индии от импортного ископаемого топлива. В сельской местности солнечная энергия обеспечивает гораздо более здоровый и безопасный источник внутреннего освещения, чем керосин. Кроме того, солнечные электростанции, такие как солнечный парк Бхадла, способствуют экономическому росту и созданию рабочих мест в прилегающих районах.

Электростанция Солана расположена примерно в 100 км к юго-востоку от города Феникс в американском штате Аризона. Из солнечной энергии она способна вырабатывать до 280 МВт энергии и считается одной из наиболее мощных солнечных электростанций в мире, использующих технологию параболических зеркал.

Но главной особенностью комплекса можно считать не его мощность, а способность продолжать вырабатывать электроэнергию в течение 6 часов после того, как Солнце зайдёт за горизонт. Именно на это время приходятся пиковые нагрузки в данном регионе. Это стало возможным благодаря наличию специальных резервуаров для хранения тепла.

Многие эксперты считают солнечную энергетику энергетикой будущего и одной из основных альтернатив традиционным углеводородным источникам энергии. Правительства разных стран поддерживают развитие солнечной энергетики, а частные компании вкладывают большие деньги в строительство солнечных электростанций. Китай является мировым лидером в области возобновляемых источников энергии, располагая почти половиной всех действующих в мире ветровых и солнечных мощностей. За ним следуют США и Индия. Хотя Германия и не известна как солнечная страна, она также стала частью ведущих стран мира в развитии солнечной энергетики. Другими ведущими странами в этой области являются Испания, Швеция, Коста-Рика, Исландия, Италия, Франция, Япония, Кения, Марокко, Новая Зеландия, Норвегия, Уругвай и Великобритания. Этот список показывает, что солнечная энергетика становится всё более важной не только для развитых стран, но также для развивающихся стран. Особым, и в то же время важным, применением является обеспечение солнечным электричеством отдалённых деревень в развивающихся странах, которые не подключены к сети, поэтому предоставление им современных, но дешёвых энергетических услуг является важной задачей.

Ветер

Ещё один часто используемый возобновляемый источник энергии – ветер. Механическую энергию чего-то движущегося можно преобразовывать в электрическую – этот принцип лежит в основе ветроэнергетики. Дети забавляются разноцветными вертушками, но если построить огромные ветряки, собрать их сразу много в какой-то ветреной местности, то вращение турбин станет источником электроэнергии для людей.

Ветряные мельницы известны с древних времён, но особенно популярны они стали в средневековой Европе. На протяжении долгого времени они, наряду с водяными мельницами, были единственными машинами, которые использовало человечество. Ветряные мельницы использовались в основном для перемола зерна, обработки древесины или орошения полей. В Нидерландах многочисленные ветряные мельницы откачивали воду с отвоёванных у моря земель, которые затем использовались для ведения сельского хозяйства. Современные ветряные установки (их коротко называют «ветряки») устроены по аналогии с ветряными мельницами.

Чаще всего ветряные установки размещают в прибрежных зонах, где постоянно дует сильный ветер. Причём с недавних пор человечество научилось строить ветряные мельницы не только на суше, но и в море. На расстоянии 10–12 км от берега (а иногда и дальше) строятся так называемые оффшорные ветряные электростанции. Башни ветрогенераторов устанавливают на фундаменты из свай, забитых на глубину до 30 м. А самая новая технологическая разработка – строительство плавающих ветряков, которые устанавливаются на платформах-поплавках.





Крупнейшая в мире морская ветровая электростанция



Два морских ветроэнергетических проекта, расположенных у восточного побережья Англии, сейчас входят в число крупнейших действующих проектов в мире. Сюда входят Хорнси 2 мощностью 1,32 ГВт и Хорнси 1 мощностью 1,2 ГВт. Вместе Хорнси 1 и 2 способны обеспечить электроэнергией 2,5 миллиона домов. Ожидается, что проект Хорнси 3 мощностью 2,8 ГВт будет введён в эксплуатацию в ближайшие несколько лет.

Другим примером является Большой Чанхуа, общая мощность которого составляет 900 МВт, что делает его крупнейшей и первой прибрежной ветровой электростанцией на Тайване. Эта морская ветровая электростанция в значительной степени поддерживает быстрое развитие экономики Тайваня и обеспечивает экологически чистую энергию, столь необходимую экспортным отраслям Тайваня для достижения своей цели чистых нулевых выбросов.

Крупная ветряная ферма может состоять из нескольких сотен ветряных мельниц, расположенных на обширной территории – до нескольких сотен квадратных километров. Такие ветряные фермы включаются в общую энергосеть и передают электроэнергию на большие расстояния! Более мелкие ветряные фермы или отдельные ветряки чаще используются для снабжения электричеством удалённых районов или небольших объектов.

В 2022 году энергия ветра обеспечила более 2100 ТВтч электроэнергии, что составило более 7 % мирового производства электроэнергии и больше, чем все другие нетрадиционные возобновляемые источники энергии вместе взятые. Это быстро растущий источник энергии, поскольку изобретаются новые, более совершенные технологии, которые позволяют более эффективно использовать энергию ветра.

Доля ветровой и солнечной энергии постоянно растёт (+1,5 % в 2022 году), достигнув 12,2 % в мировом энергобалансе в 2022 году. Эксперты Международного энергетического агентства прогнозируют, что ветровая и солнечная энергетика будут расти ещё быстрее в текущем десятилетии и вместе смогут производить до 18 % мировой электроэнергии уже к 2026 году. Вместе с традиционной гидроэнергетикой доля переменных возобновляемых источников энергии, как называют ветер и солнечную энергию, к этому году достигнет 37 %.

Уже сегодня в некоторых странах Европы ветроэнергетика играет большую роль. Например, в Дании с помощью ветряков производится более 50 % всего электричества.

Рис. 3.1.7 Ветропарки в штате Канзас, США (вверху) и Австрии (внизу).





Вода

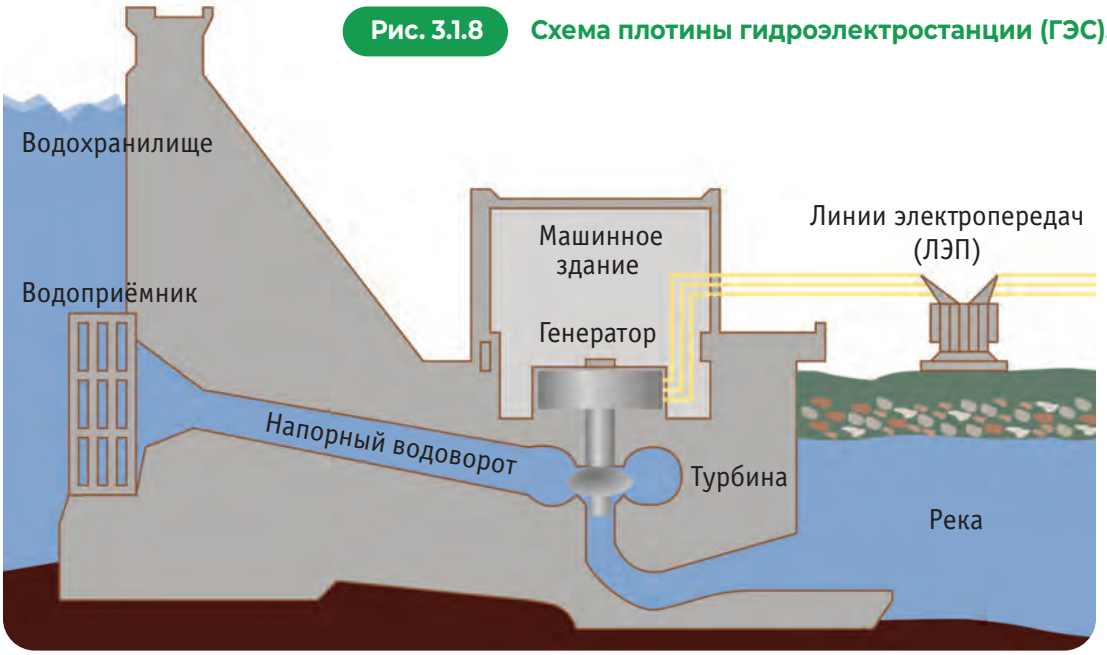
Энергию движущейся воды можно использовать разными способами.

Наиболее распространена гидроэнергетика, работающая по тому же принципу, как и водяные мельницы в старину, однако при этом энергия вращения вертушки речным потоком затем преобразуется в электрическую.

Кажется, что всё очень просто, однако этот способ добывать энергию тоже имеет свои минусы. Ведь для того, чтобы создать эффективную и мощную гидроэлектростанцию (ГЭС), нужно построить высокую плотину и всю мощь реки направить на вращение лопастей генератора (Рис. 3.1.8). При этом строительство ГЭС нарушает естественную жизнь реки, может послужить причиной перемены микроклимата и гибели речных обитателей. Другими словами, к строительству гидроэлектростанций нужно подходить очень внимательно и не забывать о необходимости сохранять экологическое равновесие.

Кроме того, нужно очень хорошо следить за исправностью больших плотин. Ведь если стена плотины в результате аварии разрушится, то освобождённые воды хлынут вниз по реке потоком, сметающим всё на своём пути, и река на многие километры вниз по течению выйдет из своих обычных берегов. Так, в результате разрушения плотины ГЭС Баньцао в 1975 году в Китае погибло более 200 тыс. человек по неофициальным данным (и 26 тыс. человек по официальным данным). Можно вспомнить и гораздо более близкую нам по времени аварию на Саяно-Шушенской ГЭС, Россия, в 2009 году. В результате той аварии погибло 75 человек, а в реку Енисей попало большое количество турбинного масла.

Рис. 3.1.8 **Схема плотины гидроэлектростанции (ГЭС).**



Существуют и бесплотинные гидроэлектрогенераторы, их называют мини-ГЭС и микро-ГЭС, они устанавливаются на небольших речушках и даже ручьях и накапливают энергию в аккумуляторах. Мощность их невелика, они годятся для обеспечения энергией небольших хозяйств или, например, кордонов заповедников на берегу реки (Рис. 3.1.9).

Рис. 3.1.9

Мини-ГЭС на р. Кокра, Словения.



И тем не менее, по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на углеводородном топливе, гидроэнергетика считается более безопасным для климата способом производства энергии. К тому же стоимость выработки электричества на гидростанции меньше, чем на тепловых станциях примерно вдвое. По этой причине многие страны стараются максимально использовать потенциал своих рек для производства энергии. Есть ряд государств, где ГЭС производят от 90 до 100 % всей электроэнергии. Это Парагвай, Норвегия, Таджикистан, Уругвай, Уганда, Замбия, Намибия, Камерун, Бразилия.

Активно развивает гидроэнергетику Китай. В этой стране размещено до половины малых гидроэлектростанций мира, а также крупнейшая ГЭС на Земле «Три ущелья» на реке Янцзы мощностью 22,5 ГВт (Рис. 3.1.10). Ещё более крупную ГЭС «Гранд Инга» мощностью 39 ГВт планируется построить на реке Конго в Демократической Республике Конго в Африке. Бразилия и Канада также являются ключевыми производителями гидроэнергии.

Рис. 3.1.10

ГЭС «Три ущелья», Китай.



Рис. 3.1.11

ГЭС «Ясирета» на р. Парана на границе Парагвая и Аргентины.



Волновые электростанции способны использовать силу волн в океане. Энергию движения поплавка, поднимающегося и опускающегося на морской поверхности, оказывается, тоже можно преобразовывать! Бушующая стихия, которая в давние времена могла только угрожать морякам, сегодня может стать другом человека. Мощность волн в десятки раз превышает мощность ветра, надо только научиться её использовать.

Приливные электростанции используют такое удивительное явление, как приливы и отливы. Все планеты, звёзды и другие космические тела связаны между собой силами гравитации и влияют друг на друга. Земля вращается вокруг Солнца и вокруг своей оси, Луна точно так же вращается вокруг Земли, взаимное расположение Солнца, Земли и Луны всё время меняется. Это влияет на Мировой океан.

В месте сильных приливов ставится плотина. Сначала она становится препятствием для прилива и не пускает воду в бухту, дожидаясь, когда уровень воды приблизится к максимальной точке. А потом заслонка открывается, и вода океана бурно устремляется по открытому пути, вращая вертушку. Когда уровень воды с разных сторон плотины выравнивается, заслонка снова закрыта. Теперь нужно ждать отлива: когда воды океана отступят, то та их часть, что «поймана в ловушку», точно так же поторопится покинуть бухту, как только её выпустят, и вновь заставит колесо вращаться.

Эксперименты с использованием энергии волн велись с конца XVIII века. Первая заявка на патент волновой мельницы была сделана в 1799 году. Но до промышленного внедрения прошёл долгий срок.

Первая большая волновая электростанция была официально открыта в 2008 году в районе Агусадора (Португалия) на расстоянии 5 км от берега. Мощность данной электростанции 2,25 МВт .

Другой крупной волновой энергетической установкой сопоставимой мощности является волновая ферма Сотенас, расположенная в Кунгсхамне, Швеция. Станция состоит из 36 преобразователей волновой энергии (ПВЭ) общей установленной мощностью около 3 МВт.







Самая первая в мире приливная электростанция была построена во Франции в устье реки Ранс. С 1967 года это была также крупнейшая приливная электростанция по установленной мощности, пока в 2011 году южнокорейская приливная электростанция на озере Сихва не превзошла её. Электростанция Ранс имеет 24 турбины, пиковая мощность которых достигает 240 МВт и в среднем составляем 57 МВт; коэффициент её мощности примерно равен 24 %. При годовой выработке около 500 ГВт·ч она обеспечивает 0,12% потребности Франции в электроэнергии. Себестоимость производства электроэнергии на станции Ранс оценивается в 0,12 евро/кВт·ч. Разница в уровне между приливом и отливом в этой части Франции составляет в среднем восемь метров и может достигать 12 метров.

Тепло Земли

Геотермальная энергетика использует тепло Земли. Её нельзя считать возобновляемой в строгом смысле слова, но запасы тепла в недрах нашей планеты достаточно велики. В районах вулканической активности горячие подземные воды могут подниматься по трещинам на поверхность земли и через некоторые промежутки времени с силой выплёскиваться вверх в виде струй воды и пара – такое явление называется гейзером.

Если в соответствующей местности пробурить скважину, доходящую до горячих подводных озёр, их воду можно использовать для отопления или выработки электроэнергии, а если вода имеет благоприятный состав – то и для водоснабжения. Сложность гидротермальной энергетики – в необходимости возвращать использованную воду под землю, так как чаще всего химический состав этих вод не позволяет сбрасывать их в реки и озёра, а кроме того, в результате выкачивания горячих вод под землёй образуются пустоты, может произойти проседание грунта.

Можно специально закачивать воду с поверхности земли через скважину в земные недра, где в природной подземной «духовке» она вскипит и вернётся на поверхность через соседнюю скважину в виде пара. Такую энергетику называют петротермальной. Петротермальные проекты развивают США, Австралия, Япония, Германия и Франция.



Наиболее мощная и известная группа геотермальных электростанций находится севернее Сан-Франциско в США. Она носит название «Гейзерс» и состоит из 22 геотермальных электростанций с общей установленной мощностью 1517 МВт.

На Филиппинах и в Исландии – странах, известных активной вулканической деятельностью – геотермальные станции обеспечивают около 1/4 всей потребляемой электроэнергии. Активно используют геотермальные ресурсы также Новая Зеландия, Индонезия, Япония и Италия.

Рис. 3.1.12

Трубопровод геотермальной электростанции.



Низкопотенциальное тепло

Есть несколько принципов работы холодильника, основной из них таков. Хладагент забирает тепло из холодильника. После чего компрессорная машина засасывает хладагент и сжимает его под давлением, при этом по законам физики выделяется тепло, которое рассеивается в пространстве. Если мы потрогаем холодильник снаружи, он будет горячим! Именно поэтому холодильники должны стоять подальше от отопительных приборов и не попадать под прямые лучи солнца, ведь это «выброшенное» тепло должно поскорей передаваться в воздух и не задерживаться на внешних стенках холодильника.

В холодильнике холод сохраняется, а тепло «выбрасывается», но ведь можно поступать наоборот: получившееся тепло будет сохраняться, а холод – «выбрасываться». Такой прибор уже есть, он называется тепловым насосом.

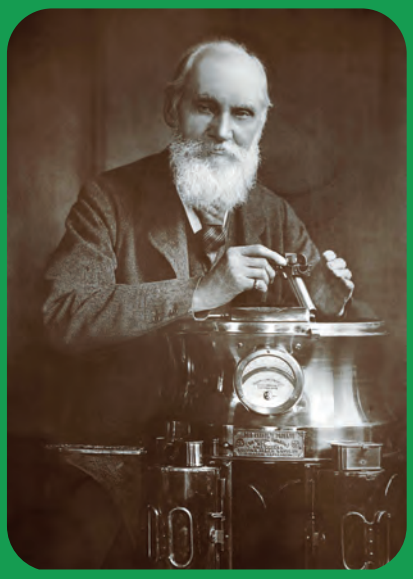
Тепловые насосы способны получать тепло от слабо нагретой жидкости, воздуха или иного вещества. Они могут «забирать» тепло земли на небольших глубинах, а если в зимнее время через тепловой насос пропускать выходящий из квартиры тёплый воздух или уходящую из ванны использованную тёплую воду, то значительную часть уходящего тепла можно будет вернуть обратно в квартиру. Однако тепловой насос не может нагревать воду слишком сильно – чаще всего не более, чем до +50 – 60 °С, поэтому его используют не как самостоятельный источник энергии, а как дополнительный, чтобы сократить расходы топлива.

Тем не менее, учёные считают тепловые насосы ключевой технологией практически во всех будущих сценариях, ведущих к чистым нулевым выбросам в 2050 году, поскольку они не только используют возобновляемую энергию, но и обеспечивают повышение эффективности в диапазоне от двух до четырех раз выше, чем у традиционных систем отопления. Именно поэтому ожидается, что к 2050 году количество установленных тепловых насосов увеличится почти в 10 раз.

Необходимость ускорить энергетический переход, в том числе в секторе отопления и охлаждения, ставит тепловые насосы в центр внимания. Только в Европе мы уже наблюдаем значительный рост продаж тепловых насосов благодаря совершенствованию технологий и снижению затрат. Быстрое снижение себестоимости фотоэлектрических систем также влияет на рынок отопления: использование электроэнергии собственного производства в сочетании с системой теплового насоса обеспечивает очень дешёвый источник энергии для зданий.



Концепция тепловых насосов была разработана ещё в XIX веке британцем У. Томсоном (лордом Кельвином) и усовершенствована австрийцем П. Риттер фон Риттингером. Но непосредственное практическое применение тепловой насос получил позже, в XX веке. Однажды изобретатель Р. Вебер, экспериментируя с морозильной камерой, нечаянно прикоснулся к горячей трубе камеры и задумался об использовании этого тепла. Он придумал нагревать от этой трубы воду, но горячей воды получилось слишком много, тогда Вебер сделал из трубы змеевик, который обогревал и воздух в доме. Потом изобретатель нашел способ выкачивать тепло из земли... и вскоре продал свою старую угольную печь, которая стала его семье уже не нужна!



Британский физик Уильям Томсон (лорд Кельвин).

Биомасса



В наши дни растения продолжают труд далёких предков, собирая энергию солнца и, благодаря фотосинтезу, накапливая её в своих телах. Костёр или камин обогревают нас потому, что дерево, которое человек превратил в дрова, долгие годы ловило и собирало энергию солнца, а также освобождало воздух от углекислого газа. Деревья трудились для нас при жизни, они отдают себя нам, когда умирают в огне.

Если полезные ископаемые, образовавшиеся очень давно, не восполняются, то биомассу можно получать заново. Срубив для топлива старое дерево, мы можем посадить на его месте новое, и за несколько десятков лет оно вырастет. Используются как топливо и различные травы, злаки, которые успевают вырастать за лето или даже быстрее.

Однако давайте вспомним: многие из нас уже пользовались помощью деревьев, сидя около костра или поглядывая на танец огня в печке, и сколько же деревьев мы посадили взамен? Так же всё происходит и в большом мире. Вырубки лесов для различных нужд – дело нехитрое, но всегда ли вырубающие сажают взамен новые леса? А ведь это так важно делать!

Не только деревья могут быть использованы в качестве топлива. Части растений, обычно считаемые отходами например, шелуха от хлопковых растений, солома от пшеницы, косточки от фруктов также подходят для использования в качестве топлива.

Биотопливо – топливо, которое получается из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов – то есть биомассы. В настоящее время люди научились получать жидкое биотопливо для двигателей внутреннего сгорания (например биоэтанол или биодизель), твёрдое биотопливо (дрова, топливные брикеты и гранулы, щепа, солома, лузга) и газообразное (биогаз).







Растения при жизни поглощают примерно то же количество углекислого газа, которое затем выделяется при их сжигании. Если бы растения оставались после гибели в природе, примерно такое же количество газа выделилось бы постепенно и при их перегнивании. Биомасса считается относительно безопасным источником энергии. Но если в качестве топлива используются отходы производства, например столярного (стружка), то это пример удачного использования биомассы, если же здоровый лес вырубается именно на дрова – это пример расточительности.

Самый простой и распространённый способ производства энергии из биомассы – это её сжигание. Но огонь легко развести только с сухими и смолистыми дровами, причём ещё и лежать эти дрова должны определённым образом. Поэтому изобретатели стараются придумывать всё более экономичные устройства, которые позволяют сжигать с большей эффективностью и экологичностью растительное сырьё разной влажности и состава.

Помимо сжигания растительного волокна для непосредственного получения энергии, волокно также можно превратить в универсальное топливо, которое легче транспортировать и использовать в различных существующих машинах и устройствах. Растения, содержащие масло, можно использовать для производства различных жидких дизельных топлив (биодизель). Растительные продукты, содержащие сахарозу и крахмал, могут быть использованы для производства спирта (этанола), который также используется в качестве топлива.

Существуют разные виды биотоплива. Этанол и биодизель являются основными видами топлива, которые используются легковыми и грузовыми автомобилями. Существуют также традиционные виды биотоплива, которые производятся из сахара и отходов пахотных культур, а также современные виды биотоплива, которые производятся из таких продуктов, как лесные и сельскохозяйственные отходы.

Обеспокоенность по поводу устойчивости производства биотоплива и конкуренции за производство продуктов питания всё больше переключает внимание на передовые виды биотоплива. Помимо сокращения выбросов углекислого газа, эти виды топлива также являются частью так называемой экономики замкнутого цикла.

Рис. 3.1.13 **Виды биотоплива.**



Бразилия – одна из ведущих стран мира по производству и использованию биоэтанола из сахарного тростника. Этиловый спирт в настоящее время покрывает 18 % потребности страны в автомобильном топливе.

Рис. 3.1.14

Завод по производству биоэтанола в Бразилии.



Рис. 3.1.15

На заправках в Бразилии можно заправить машину биотопливом.



Удивительные источники энергии



В Австралии запущена первая в мире электросиловая установка, использующая в качестве топлива ореховую скорлупу. Строительство такого генератора обошлось австралийцам в 3 млн австралийских долларов. Однако высокая производительность электростанции, которая будет перерабатывать до 1680 кг ненужной ореховой скорлупы в час, производя при этом 1,5 МВт электричества, позволяет надеяться на её быструю окупаемость.



Индийские ученые придумали ещё один альтернативный источник энергии. Они решили использовать бананы, другие фрукты и овощи, а также отходы от них (корки, семечки) внутри батареек. От четырёх таких батареек могут работать настенные часы, электронная игра или карманный калькулятор. Новинка рассчитана прежде всего на жителей сельских районов, которые могут сами заготавливать фруктово-овощные ингредиенты для подзарядки батареек.

Не за горами тот день, когда человек сможет самостоятельно вырабатывать электричество! Американские исследователи разрабатывают специальную обувь с пластмассовыми вставками: во время ходьбы нога будет давить на пластинки, заставляя их сжиматься и растягиваться, что позволит вырабатывать до 3 Вт электрической энергии. Этого количества энергии вполне хватит, чтобы послушать на ходу радио или музыку, сэкономив на батарейках!

Ещё один способ использования биомассы – ферментация.

Сельскохозяйственные животные, поедая растения и переваривая их, оставляют после себя навоз, который тоже может послужить для получения энергии! Если собрать в закрытом котле навоз и различные продуктовые отходы, а потом нагреть этот котёл до 50–60 °С, бактерии начнут поедать органическое вещество, образуя при этом газ метан, который можно собирать и использовать как топливо.

Ежегодно на Земле образуется около 170 млрд т первичной биологической массы и приблизительно тот же объём разрушается.

3.1.6 Преимущества и недостатки различных источников энергии

После того, как мы узнали о различных источниках энергии, хочется понять: так какие же из них – самые лучшие? Какие – самые экологичные? Какие – наименее вредные для климата? Какие – самые дешёвые?

Параметры сравнения источников энергии

- Выбросы парниковых газов при добыче и использовании.
- Выбросы вредных веществ, опасных для здоровья человека и окружающей среды, при добыче и использовании.
- Стоимость перевозки топлива от места добычи к электростанции.
- Стоимость передачи тепла и электричества на расстояние.
- Стоимость строительства энергетической станции, её работы и демонтажа после окончания срока службы.
- Экологические расходы (затраты на устранение катастроф, на лечение людей и компенсации семьям погибших, высадка растений для компенсации выбросов).
- Климатические и географические условия, в которых находятся предприятия по выработке энергии. Из какого водоёма будет поступать вода, насколько легко обеспечить её очистку? Куда дуют ветры в этом месте, бывают ли критические погодные или сейсмические условия? Насколько удобны транспортные пути, по которым будет доставляться сырьё? Какие природные объекты и населённые пункты находятся в непосредственной близости?
- Очистное оборудование и переработка отходов. Насколько современное оборудование может быть установлено на станции? Достаточно ли хороша система очистки, хватит ли площадей, предусмотренных для хранения и переработки отходов? Может случиться так, что в первые годы деятельности станции не возникнет «явных проблем» с отходами, но в какой-то момент встанет вопрос: куда их девать?

Ответ на эти вопросы не так прост, как может показаться на первый взгляд. Дело в том, что параметров, по которым нам придётся сравнивать топливо, очень много.

Невозможно говорить об эффективности технологий и стоимости энергии в отрыве от вопросов изменения климата, экологии и здоровья. И поэтому перед принятием решений о строительстве и работе энергетических станций необходимо проведение самых разных экспертиз: технической, экономической, экологической и других.

Давайте ещё раз вспомним и сравним преимущества и недостатки основных природных источников энергии.

Уголь

Уголь – универсальное топливо: его можно использовать в любом климате, на электростанциях самой различной мощности, вплоть до индивидуальных котлов. Уголь для перевозки наиболее безопасен, он не взрывается, его можно перевозить на открытых платформах.

Угольные электростанции – наиболее «грязные». При мощности 1 МВт угольная ТЭС ежегодно выбрасывает в атмосферу 36,5 млрд м^3 горячих газов, содержащих пыль и вредные вещества. Также остаётся большое количество золы, которую приходится складировать. И самое главное – объём выбросов CO_2 на угольных электростанциях на единицу производимой энергии самый большой по сравнению с другими углеводородными источниками энергии. Небезопасен и сам способ добычи угля. Из-за взрывов высвобождающегося подземного газа гибнут шахтёры. Из шахт откачивают подземные воды, засоленные и мутные, которые потом сбрасываются в реки и озёра (на 1 т угля в среднем откачивается 3 т воды). В результате на месте разработки месторождений уничтожаются растения, животные, загрязняются водоёмы и почва.

Нефть

Нефть очень проста в использовании, её можно транспортировать как через трубопровод, так и в цистернах на дальние расстояния. Нефть используется для производства резины, пластмассы, красителей, моющих средств и другой продукции.

Запасы нефти истощаются, а стоимость её добычи растёт. Нефть пожароопасна, крупным экологическим бедствием становится и разлив нефти, она покрывает своей плёнкой всё живое, нарушая экосистемы. Если такой разлив произошёл в реке или море, он распространяется на очень большие расстояния. Кроме того, при сжигании нефтепродуктов также образуется большое количество CO_2.

Природный газ



Природный газ – наиболее чистое и безопасное для окружающей среды и климата углеводородное топливо. Его легко транспортировать.



Газ взрывоопасен даже в относительно небольших количествах. Выбросы парниковых газов меньше, чем у других видов углеводородного топлива, однако всё же значительны. Да и запасы газа в природе тоже не бесконечны! Сейчас с освоением технологии добычи сланцевого газа они стали «больше», но всё равно количество газа ограничено.

Атомная энергия



При производстве атомной энергии нет выбросов парниковых газов. Запасы ядерного топлива достаточно велики, так как из относительно небольшого количества топлива получается большое количество энергии.



Атомная энергия производится только на крупных станциях и транспортируется только в виде электричества, поскольку столь опасную станцию нельзя поставить в крупном городе – потребителе горячей воды и тепла. Образуются отходы, опасность которых сохраняется веками, поэтому они требуют особенного захоронения. При отсутствии парниковых выбросов имеются выбросы другого характера – отработанная радиоактивная вода. Самый главный недостаток атомной энергии – это катастрофические последствия даже при небольших сбоях.

Солнце



Энергия солнца возобновляема, её можно использовать во многих районах Земли, отсутствуют вредные выбросы и выбросы парниковых газов.



Солнечные потоки нестабильны, требуются дополнительные аккумуляторы для преобразования потока энергии, например в ночное время или в пасмурную погоду. Солнечные фотоэлементы пока дороги, учёные ищут способы удешевления их производства. Есть некоторые проблемы, связанные с утилизацией отработавших фотоэлементов, так как в них содержатся вредные вещества. Солнечные электростанции занимают большие площади.

Ветер



Энергия ветра возобновляема, нет выбросов парниковых газов и вредных веществ.



Для ветровых станций нужен постоянный сильный ветер. Чтобы ветровую электростанцию можно было использовать даже во время слабого ветра, требуются дополнительные аккумуляторы и преобразователи. Вращение лопастей создаёт колебания воздуха и шум, которые могут отпугивать животных и раздражать людей. Некоторых пугает сам вид гигантских ветряков, которые портят привычный человеческому глазу пейзаж. Необходимо также устанавливать системы отпугивания птиц, чтобы они не попадали вкрутящиеся лопасти.

Вода

Гидроэнергетика, энергия приливов и отливов и волн возобновляемая, её легко извлекать, отсутствуют выбросы парниковых газов и вредных веществ.

Использование энергии воды привязано к водоёмам. При строительстве крупных ГЭС создаются плотины, затапливаются земли вокруг неё под водохранилища, а это очень сложно и дорого. Возведение ГЭС негативно сказывается на речных и прибрежных экосистемах. Также существует опасность аварий гидростанций с затоплением населённых пунктов ниже потечению реки.

Тепло Земли и низкопотенциальноетепло

Энергия земных недр возобновляема, она доступна везде. Отсутствуют выбросы парниковых газов и вредных веществ.

Процесс добычи энергии из глубоких подземных источников пока что дорог и сложен. В результате длительной эксплуатации геотермальных резервуаров (откачка воды и пара) проседает грунт. Такое тепло может служить лишь вспомогательным источником энергии.

Биомасса

Биомасса доступна и проста в применении. Выбросы CO_2 в атмосферу сходны с выбросами, которые образовались бы и при естественном перегнивании растений. Использование биомассы в местах её производства (сельское хозяйство, лесозаготовки) решает проблему утилизации отходов. По сути, энергия извлекается из мусора! Из навоза, помимо газа, можно получать и удобрения.

Сырую биомассу неудобно и невыгодно транспортировать. При производстве газового топлива нужно поддерживать температуру брожения, не допускать взрывоопасных ситуаций, следить, чтобы бактерии не «вырвались» наружу и не стали источником болезней. Кроме того, газ имеет неприятный запах! Некоторые предприимчивые производители сельскохозяйственной продукции вместо привычных продовольственных культур теперь хотят использовать свои поля для производства биомассы, поскольку это приносит больший доход. В результате снижается производство и обеспеченность населения Земли продовольствием.

Если возобновляемые источники энергии неисчерпаемы и экологичны, так почему бы не взять и не отказаться полностью от угля, нефти, газа и атомных электростанций в пользу зелёных технологий?!

Пока для широкого развития возобновляемой энергетики есть ограничения. Работа электростанций на возобновляемых источниках энергии зависит от климатических условий. и поэтому их называют переменными источниками энергии (сила ветра, наличие рек, количество солнечных дней). Электростанции, работающие на возобновляемых источниках энергии, обычно имеют собственную конструкцию, специфичную для конкретной местности. Таким образом, успешное использование возобновляемых источников требует больших затрат сил и денег во время их проектирования и строительства. Когда мощность электростанций, использующих возобновляемую энергию, достигнет определенного уровня, дальнейшее расширение потребует крупных инвестиций в электросети и постепенного перехода на так называемые «умные сети».

Тем не менее, новые технологии постепенно повышают эффективность производства энергии из возобновляемых источников, снижают себестоимость продукции и расширяют географию их использования.

Энергетическая отрасль, особенно отрасли, связанные с использованием нефти, газа и угля, очень доходна, так как энергия постоянно востребована. В этой отрасли задействованы очень большие деньги! Поэтому возникают многочисленные столкновения между представителями власти, бизнеса и общественными организациями по охране природы. Эта ситуация одинакова во всех странах мира, но если смотреть на ситуацию в масштабе веков, можно с уверенностью сказать, что в целом человечество всё же движется к пониманию общественной пользы. Наконец, тормозит внедрение новых технологий инерция человеческого мышления. Вселенная готова дарить нам свою энергию, но для этого мы должны научиться использовать природные возможности так, чтобы улучшать наш климат, а не разрушать его в погоне за сиюминутными выгодами!

Развитие возобновляемых источников энергии в Таджикистане

Представьте себе один день из вашей жизни: утром звенит будильник, вы включаете свет, завтракаете едой из холодильника, смотрите мультфильм по телевизору или играете на компьютере, заряжаете телефон. Вечером делаете уроки при свете лампы, мама готовит ужин на плите. Для всего этого нужна энергия, в основном – электричество!

Энергия – это как сердце для страны. Она заставляет работать фабрики и заводы, больницы и школы, освещает наши дома и улицы, помогает нам общаться и узнавать новое. Без достаточного количества энергии стране трудно развиваться, а людям – жить комфортно. Поэтому для Таджикистана очень важно иметь надёжное энергоснабжение – чтобы электричество было всегда и у всех. Это называется энергетической безопасностью.

Чистая энергия для здоровой планеты

Но важно не только сколько энергии у нас есть, но и как мы её получаем. Некоторые способы получения энергии, например, сжигание угля, нефти или газа, загрязняют воздух, которым мы дышим, и вызывают изменение климата – нашу планету становится теплее, что приводит к таянию ледников, засухам и наводнениям.

Как вы уже поняли, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) не загрязняют воздух так сильно и помогают бороться с изменением климата.

Таджикистан поставил перед собой большую цель – развивать «зелёную экономику». Это значит, что страна хочет расти и развиваться, но при этом заботиться о природе, экономно использовать ресурсы и как можно больше использовать чистую, возобновляемую энергию.

Главный источник энергии Таджикистана

В Таджикистане главный источник электричества – это сила рек. Почти вся электроэнергия в стране (около 93-98 %) вырабатывается на гидроэлектростанциях (ГЭС). Это чистый, возобновляемый источник энергии. Но такая сильная зависимость только от рек несёт в себе и определённые риски, особенно из-за изменения климата.

Рис. 3.1.16 **Нурекская ГЭС.**



Водная мощь: реки Таджикистана на службе энергетики

Таджикистан – горная страна с быстрыми и полноводными реками. Это настоящее богатство, которое позволяет производить много чистой электроэнергии.

Сила воды – основа энергетики

Как мы уже знаем, почти всё электричество в Таджикистане (93-98 %) даёт нам гидроэнергетика. Общая мощность всех электростанций страны составляет примерно 6500-6600 мегаватт (МВт), и из них около 5763 МВт приходится на ГЭС.

У Таджикистана огромный гидроэнергетический потенциал. Это значит, что реки страны могут производить гораздо больше электроэнергии, чем сейчас – даже больше, чем нужно всем странам Центральной Азии вместе взятым!. Основная мощь скрыта в реках Вахш и Пяндж.

Таблица 1. **Источники электроэнергии в Таджикистане**

Источник энергии	Установленная мощность (МВт)	Доля в общей мощности (%)	Доля в выработке электроэнергии (%)
Гидроэнергетика (все ГЭС)	~5763	~87-88 %	~93-98 %
Тепловые станции (уголь)	~718	~11-12 %	~2-6 %
Солнечная энергия	Очень мало / Пилотные	<1 %	<0.1 %
Ветровая энергия	Нет / Пренебрежимо мало	0 %	0 %
Биомасса	Нет / Пренебрежимо мало	0 %	0 %
Всего	~6500-6600	100 %	100 %

Эта таблица наглядно показывает, насколько сильно Таджикистан зависит от гидроэнергетики.

Уязвимость перед изменением климата

Но у такой сильной зависимости от рек есть и обратная сторона. Работа ГЭС напрямую зависит от количества воды в реках. А на количество воды влияет климат: сколько выпадает дождя и снега, как быстро тают ледники в горах.

Что это значит для рек и ГЭС? Сначала, пока ледники активно тают, воды в реках может стать даже больше. Но это временно. Когда ледники сильно уменьшатся, воды в реках, особенно летом, станет меньше. Учёные прогнозируют, что к 2050 году объём ледников может значительно сократиться. Меньше воды в реках – меньше электричества от ГЭС.

Поэтому Таджикистан понимает, что нельзя полагаться только на гидроэнергию. Нужно развивать и другие виды чистой энергии, например, солнечную, и учиться бережно использовать воду и электроэнергию.

Гиганты энергетики: крупные ГЭС

- **Нурекская ГЭС:** долгое время эта станция была главной в Таджикистане. Сейчас её обновляют и ремонтируют (модернизируют), чтобы она работала ещё лучше и дольше. Но даже такая большая станция зависит от погоды. В 2024 году в её водохранилище (искусственном озере перед плотиной) было очень мало воды, что мешало ей работать на полную мощность. Это показывает, как изменение климата может влиять на энергетику.

Рис. 3.1.17 **Нурекская ГЭС.**



- **Рогунская ГЭС:** это новая, строящаяся ГЭС, которая станет самой мощной в Центральной Азии. Её строят на реке Вахш.
- **Что сделано:** сейчас работают два первых агрегата (части станции, которые вырабатывают ток), но пока не на полную силу.
- **Планы на будущее:** третий агрегат планируют запустить в 2025 году. Всего их будет шесть. Последний планируют запустить к 2029 году. А полностью закончить строительство Рогуна планируют примерно к 2035-2037 годам.
- **Зачем нужен Рогун:** эта ГЭС очень важна для Таджикистана. Она поможет обеспечить страну своей электроэнергией (энергетическая независимость) и даже продавать излишки соседям. Огромная плотина Рогуна также поможет лучше управлять водой в реке Вахш.

Рис. 3.1.17.1 **Плотина Рогунской ГЭС.**



- **Финансирование:** Строительство такой гигантской станции стоит очень дорого. Таджикистану помогают международные организации, например, Всемирный банк.

Строительство Рогуна и обновление Нурека – это огромные усилия страны по развитию гидроэнергетики. Это поможет решить проблему нехватки энергии и заработать на экспорте. Но это также означает, что страна по-прежнему будет сильно зависеть от водных ресурсов реки Вахш, которые уязвимы к изменению климата. Поэтому так важно одновременно развивать и другие чистые источники энергии.

Рис. 3.1.17.2 **Рогунская ГЭС.**



Маленькие помощники: малые ГЭС (МГЭС)

Кроме гигантов, в Таджикистане есть много малых гидроэлектростанций (МГЭС). С 1991 года было построено или отремонтировано 287 малых и больших ГЭС.

Для этого ранее была принята специальная Программа освоения возобновляемых источников энергии и строительства малых гидроэлектростанций на 2016-2020. Один из примеров таких станций – строящаяся МГЭС «Себзор» в Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО). Её мощность – 11 МВт, и её планируют запустить в 2025 году.

Рис. 3.1.17.3 **Микро ГЭС в Таджикистане.**



Хотя малых ГЭС много, все вместе они производят очень мало электроэнергии по сравнению с крупными станциями. В 2024 году их вклад составил всего 16 гигаватт-часов (ГВт·ч), что меньше 0,1% от всей выработанной в стране энергии (22 427 ГВт·ч). Основная задача таких малых ГЭС – давать свет в отдалённые горные районы, куда трудно протянуть большие линии электропередач.

Малая ГЭС мощностью 500 кВт в условиях среднегорного пояса Центрального Таджикистана может обеспечить выработку электроэнергии в количестве 3 млн. кВт·ч в год. Это эквивалентно замещению потребления угольного и биологического топлива, главным образом древесной биомассы, и сокращению выбросов CO2в объёме 5–8 тыс. тонн в год или 100–300 тыс. тонн CO_2 за период действия проекта. Другим важным экологическим и социальным эффектом является уменьшение вырубки лесов и повышение эффективности использования доступных энергоресурсов.

Зимняя проблема: дефицит электроэнергии

Самая большая проблема таджикской гидроэнергетики – это зима. Зимой реки мелеют, воды становится меньше, и ГЭС вырабатывают меньше электричества. А людям, наоборот, нужно больше энергии для отопления домов и освещения. Возникает дефицит электроэнергии – её не хватает на всех.

Зимой 2024-2025 годов дефицит ожидался более 1 млрд киловатт-часов (кВт·ч). Киловатт-час – это единица измерения, показывающая, сколько энергии мы использовали. Например, если 10 лампочек по 100 ватт горели 1 час, они использовали 1 кВт·ч.

Именно зимний дефицит показывает, почему Таджикистану так важно развивать и другие источники энергии, которые не зависят от времени года и уровня воды в реках, а также учиться экономить энергию.

Изучаем другие чистые источники энергии

Гидроэнергия – это здорово, но, как мы увидели, у неё есть свои особенности, особенно связанные с климатом и временем года. Поэтому Таджикистан активно ищет и другие способы получения чистой энергии.

Энергия Солнца

- Таджикистан – очень солнечная страна! Здесь около 300 солнечных дней в году. Потенциал солнечной энергии огромен – учёные посчитали, что солнце может дать стране энергии в 25 тераватт- часов (ТВт·ч) в год. Это очень много, больше, чем вся страна потребляет сейчас!

Рис. 3.1.17.4 **Солнечные водонагреватели, установленные в Таджикистане благодаря проекту ПРООН.**



- Правительство поставило цель: к 2030 году 10 % мощности всех электростанций страны должны давать не ГЭС, а другие ВИЭ (в основном, солнце и ветер). А к 2037 году планируется построить солнечные электростанции общей мощностью 800 МВт.
- Пока что солнечная энергия используется очень мало. Есть небольшие пилотные (пробные) проекты, и солнечные панели устанавливают в отдалённых районах, где нет линий электропередач.

- В планах – строительство крупных солнечных электростанций, например, в Согдийской и Хатлонской областях. В реализации этих проектов помогают международные партнёры.

Развитие солнечной энергетики очень важно для Таджикистана. Солнце светит круглый год, и зимой, когда воды в реках мало, солнечные панели могут помочь восполнить дефицит электроэнергии. Это сделает энергосистему страны более надёжной и устойчивой к изменению климата.

Рис. 3.1.17.5 **Солнечные батареи для электроснабжения.**



Рис. 3.1.17.6 **Потенциал использования возобновляемых.**



Энергия ветра

- Насколько сильные и постоянные ветры дуют в Таджикистане, чтобы строить ветряные электростанции, пока изучено мало.

- Тем не менее, ветровая энергия тоже включена в планы по развитию разных видов ВИЭ. Возможно, в будущем, после дополнительных исследований, появятся и ветряные электростанции. Например, уже сейчас ведутся исследования для создания огромной ветряной станции на севере Таджикистана (Согдийская область), с общей запланированной мощностью 2 ГВт.

Энергия из отходов (биомасса)

Рис. 3.1.17.7 **Биогазовая установка.**



Сжигание биомассы, такой как дрова или навоз, в простых печах неэффективно и вредно для природы и здоровья. Современное решение — это биогазовые установки, которые превращают отходы в чистый газ. Именно такие установки, как показано на фото, успешно внедряются в Таджикистане в рамках проекта ПРООН для поддержки сельских женщин. Этот подход дает комплексный результат: женщины получают не только бесплатный газ для приготовления пищи, но и тепло для круглогодичных теплиц, что создает дополнительный источник дохода. Одновременно это защищает природу, так как отпадает необходимость в дровах, а отходы из установки превращаются в ценное органическое удобрение, наглядно демонстрируя, как можно превращать отходы в доходы.

Зелёный путь Таджикистана: планы и цели

Правительство Таджикистана разработало несколько важных документов, которые определяют, как страна будет развивать энергетику и экономику, заботясь о природе.

- **Ключевые документы:** среди них – Национальная стратегия развития до 2030 года (НСР-2030), Стратегия развития «зелёной» экономики на 2023-2037 годы, Четвёртое национальное сообщение (4НС) об изменении климата и Обновляемый национально определяемый вклад (ОНУВ) в рамках Парижского соглашения по климату.
- **Основные цели:** Все эти планы направлены на то, чтобы:

  - Увеличить производство чистой энергии, особенно за счёт гидрои солнечной энергетики.

  - Снизить зависимость только от ГЭС.

  - Обеспечить надёжное электроснабжение для всех жителей, особенно зимой.

  - Эффективнее использовать энергию (энергосбережение).

  - Уменьшить загрязнение окружающей среды и выбросы парниковых газов, вызывающих изменение климата.

- Адаптироваться к последствиям изменения климата, которые уже происходят (например, к таянию ледников). Наличие таких чётких планов и стратегий показывает, что Таджикистан серьёзно настроен на развитие чистой энергетики. Однако для выполнения этих амбициозных планов потребуются большие усилия, инвестиции и сотрудничество как внутри страны, так и с международными партнёрами.

К светлому и чистому будущему!

Таджикистан – страна с огромным потенциалом чистой энергии, особенно гидрои солнечной. Основу энергетики сегодня составляет гидроэнергия, но зависимость от рек делает страну уязвимой к изменению климата и создаёт проблемы с электричеством зимой.

Поэтому Таджикистан активно работает над тем, чтобы:

1. **Развивать разные виды ВИЭ:** Строить новые ГЭС (особенно Рогунскую), но также активно осваивать энергию солнца и, возможно, ветра.

2. **Повышать энергоэффективность:** Это значит использовать энергию так, чтобы получать тот же результат (например, свет или тепло), но тратить при этом меньше ресурсов. (Подробнее об этом мы поговорим в следующем разделе).

Рис. 3.1.17.8 **Бенефициар проекта ПРООН на фоне своей новой теплицы, которая отапливается с помощью биогаза.**



Развитие возобновляемых источников энергии и повышение энергоэффективности – это путь к надёжному энергоснабжению, экономическому росту и сохранению уникальной природы Таджикистана для будущих поколений.

ВОПРОСЫ

1. Какие источники энергии использовались в древности?

2. Какие способы использования солнечных батарей вы знаете?

3. Перечислите как можно больше факторов, которые нужно учитывать для определения общей стоимости получения электроэнергии из тех или иных источников энергии.

4. Электрические двигатели не оставляют после себя вредных выбросов. Можно ли считать их самыми экологичными?

5. Плоские солнечные коллекторы устанавливаются на крышах домов под углом к горизонту, равным широте местности. Как вы думаете, почему?

6. Каковы основные барьеры, препятствующие быстрому развитию возобновляемой энергетики?

7. Каков доминирующий источник электроэнергии в Таджикистане и какова его примерная доля в общем производстве электроэнергии?



ЗАДАНИЯ



1

Эксперимент
Цель: конструирование альтернативного освещения.

Материалы: прозрачная пластиковая бутылка с водой, небольшой столик, одеяла.

Ход эксперимента. Сделайте в одеяле отверстие, куда можно оставить бутылку. Накрой столик одеялом так, чтобы в получившийся «домик» не проникал свет. Как вы думаете, что произойдет, когда вы войдете в «домик» и поставите бутылку в отверстие, сделанное вами на крышке? Что вы заметите Как вы объясните наблюдаемое явление? Предложите альтернативу бутылке с водой удобному инструменту. Каковы ваши идеи по освещению «домика», который вы построил

2

Разделитесь на группы по количеству способов добычи электро-энергии. Каждой группе нужно подготовить доклад в защиту своего способа добычи энергии и информацию «минусах» всех других.

Затем подготовьте и проведите дебаты о пользе и вреде различных электростанций, в т числе применительно к тому региону, где вы живёте.

3.2 Энергоэффективность и энергосбережение

Первый способ смягчить изменение климата использовать источники энергии, которые меньше всего наносят ущерб окружающей среде и климату, о чём мы говорили в предыдущем разделе.

Второй способ – это сокращать своё энергопотребление. Мы познакомимся с двумя близкими, но всё же различными понятиями – энергетическая эффективность (энергоэффективность) и энергосбережение.

Устройство является энергоэффективным, когда для получения нужного результата оно затрачивает меньше энергии по сравнению с другими такими устройствами.

Например, две лампы могут давать одинаковое количество света для вашей комнаты, но при этом потреблять различное количество электроэнергии. Та лампа, которая потребляет меньше энергии, будет более энергоэффективной.

Рис. 3.2.1 **Сравнение энергоэффективности между различными лампочками.**



традиционная лампа накаливания

люминесцентная (содержит ртуть, требуется специальная утилизация)

светодиодная (LED)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

соотношение между затрачиваемой (или имеющейся) энергией и полезным продуктом, получаемым при этих затратах. Признавая важность энергоэффективности, её иногда называют «первым топливом».

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

меры, направленные на уменьшение объёма используемой энергии.

То есть в большинстве случаев для энергосбережения не нужно ничего изобретать, достаточно просто изменить свои привычки и прекратить тратить энергию зря!

В среднем по миру на освещение приходится около 15 - 20 % электроэнергии, потребляемой зданиями. Энергосберегающие меры помогают сократить потребление электричества и расходы на оплату электроэнергии при этом без ущерба для освещённости помещений (Рис. 3.2.1).



Например, все мы по утрам чистим зубы. Нужно ли нам в этот момент, чтобы из крана текла вода? Нет! Она нужна только в тот момент, когда мы уже ополаскиваем рот. Но понаблюдайте за собой и за своей семьёй: у всех ли, когда они чистят зубы, выключен кран? А ведь чтобы подать воду в наш кран, работала станция водоподготовки, системы насосов, словом, только энергии потратилось немало, про воду не говорим!

Когда вы выключаете телевизор (а зачастую и другие электронные приборы), вы оставляете его в режиме ожидания. Однако не все осознают, что в таком положении телевизор продолжает потреблять энергию, хотя и в незначительном количестве. Семейный счёт за свет немного увеличивается от этого. Это кажется несущественным, но какое количество энергии растратится, если мы посчитаем годовые потери в масштабах всего дома, города, страны! Поэтому в странах, где к энергосбережению относятся серьёзно, рекомендуют не оставлять технику в режиме ожидания, а выключать её.

Выбросы CO_2, связанные с использованием мобильных телефонов

- **Подсчитано,** что зарядка мобильного телефона (в год) ответственна за выброс 0,3 кг CO_2, а если зарядка мобильника включена в розетку постоянно, но при этом не используется, то выброс составляет 2,4 кг CO_2.
- 47 кг в год – при использовании по 2 минуты в день
- 1250 кг в год – при использовании 1 час в день
- Одна минута – примерно 57 г
- Одно SMS-сообщение – 0,014 г
- Один поиск – 0,2 г (в год выбросы от Google – 1,3 млн т)



Спрос на цифровые услуги стремительно растёт. По оценкам Международного энергетического агентства, с 2010 года число интернет-пользователей во всем мире увеличилось более чем вдвое, а глобальный интернет-трафик увеличился в 25 раз. Однако быстрое повышение энергоэффективности помогло сдержать рост спроса на энергию со стороны центров обработки данных и сетей передачи данных, на каждую из которых приходится 1–1,5 % мирового потребления электроэнергии. В целом на IT-индустрию приходится около 2–2,85 % мировых выбросов углекислого газа, а по оценкам некоторых учёных, эта доля может быть ещё больше, 3,8 %, включая выбросы от использования персональных компьютеров.

Наверное, не все из вас знают, что сейчас в мире развивается такое направление, как «зелёный хостинг» – такой вид интернет-хостинга, который использует зелёные технологии для снижения негативного влияния на климат и окружающую среду. Как правило, он включает компенсацию выбросов углекислого газа, использование возобновляемых источников энергии (Солнца, ветра, воды, тепла Земли), посадку деревьев и других растений и другие действия, направленные на сохранение энергии. Некоторые специалисты как вариант зелёного хостинга выделяют облачные технологии. Они позволяют намного более эффективно использовать вычислительные мощности (в первую очередь снизить потребление электроэнергии).

Облачные технологии

Меняется не только реальный мир, но и виртуальный. Не так давно пользователи Интернета получили в своё распоряжение так называемые «облачные технологии». Сейчас их используют, в частности, Facebook, Twitter и те так называемые «движки», на которых основаны сервисы Google Docs, Gmail и другие подобные платформы.

Большинство веб-сайтов и серверных приложений работают на конкретных компьютерах или серверах. «Облако» – это сеть компьютеров, обеспечивающих работу определённой системы, оторая позволяет потребителям использовать определенные приложения или хранить данные. Можно сказать, что это глобальный виртуальный компьютер, где приложения работают независимо от каждого конкретного компьютера и его конфигурации.

С развитием широкополосного доступа в Интернет необходимость в том, чтобы приложение работало именно на вашем компьютере, становится все менее важной. Поскольку все «облака» настроены так, чтобы работать сообща, приложениям доступна вся суммарная мощь этих компьютеров, как будто бы это приложение выполнялось на конкретном отдельно взятом компьютере. Всё большая часть современного программного обеспечения основана на веб-технологиях, а «облака» всего лишь подхватывают эстафету, чтобы поднять преимущества веб-приложений на новый уровень.

Технические изобретения человечества совершенствуются с каждым днём. Но вот используется лишь малая часть! Ведь для того, чтобы применять новое изобретение вместо устаревшего, взрослым людям требуется преодолеть инерцию своих привычек.

Во-первых, изменить привычки – значит, прежде всего, найти время для знакомства с новым изобретением. Во-вторых, нужно затратить деньги и силы на то, чтобы убрать, например, старый станок и заменить его новым, а людей, которые работали за станком, научить использованию технологий. Потом эти деньги окупятся и принесут прибыль, но ведь это будет не сразу, так что не всем хочется напрягаться ради будущего.

В-третьих, людям, которые зарабатывали деньги на продаже старого оборудования, не захочется терять свой бизнес, особенно если он приносил им большой доход. Вполне возможно, что они будут возмущаться новым изобретением и всячески мешать его внедрению, настраивая людей против изобретения или даже начав бороться с изобретателем противозаконными методами.

Для обзора всех энергоэффективных технологий потребовались бы толстые тома. Причём не всегда секрет эффективности заключается именно в механизме, многое зависит и от организации процесса.

Энергоэффективность и энергосбережение очень важны. Для каждой семьи – это сокращение коммунальных расходов. Для энергетических компаний – снижение затрат на топливо, а значит снижение стоимости электроэнергии для конечных потребителей. Для страны – это экономия ресурсов, повышение производительности и конкурентоспособности промышленности. Для климата – это снижение выбросов парниковых газов в атмосферу.

Сокращение потребления электроэнергии в разных странах приведёт к разным объёмам сокращения выбросов, поскольку это зависит от состава топлива, используемого для производства электроэнергии. Соотношение выбросов CO2 на произведённый или сэкономленный кВт-час известен как коэффициент выбросов сети. Страны с большой долей гидроэнергетики в энергосистеме, такие как Бутан, имеют близкий к нулю коэффициент выбросов от сети. Рамочная конвенция ООН об изменении климата предоставляет единый перечень коэффициентов выбросов сети для более чем 200 стран (см. https://unfccc.int/documents/198197).

Например, в среднем каждый житель России тратит примерно 2 кВт·ч в день. Экономный житель укладывается в 1 кВт·ч в день, а расточительному надо 3 кВт·ч в день. На рис. 3.2.2 показано, из чего состоит годовой энергобюджет среднего жителя России в его квартире. Выработка 1 кВт·ч в среднем связана с выбросами 800 г CO_2. В центральной части европейской территории страны выбросы в 2 раза меньше, поскольку там много электроэнергии дают ТЭС на природном газе, ГЭС и АЭС, а уголь почти не используется. При использовании газа выбросы CO_2 меньше, а угля – значительно больше; на современных станциях комбинированного цикла – меньше, на старых – больше.

Говоря о северных и дальневосточных регионах России, где используется много угля, а транспортировка топлива требует много энергии, экономию 1 кВт·ч можно пересчитать в снижение выбросов примерно на 3 кг CO_2. Тогда семейную годовую экономию трёх человек, перешедших из «средних» в «экономичные» потребители, можно оценить в 3 т CO_2 в год.

Рис. 3.2.2 **Потенциал экономии электроэнергии в жилых зданиях.**

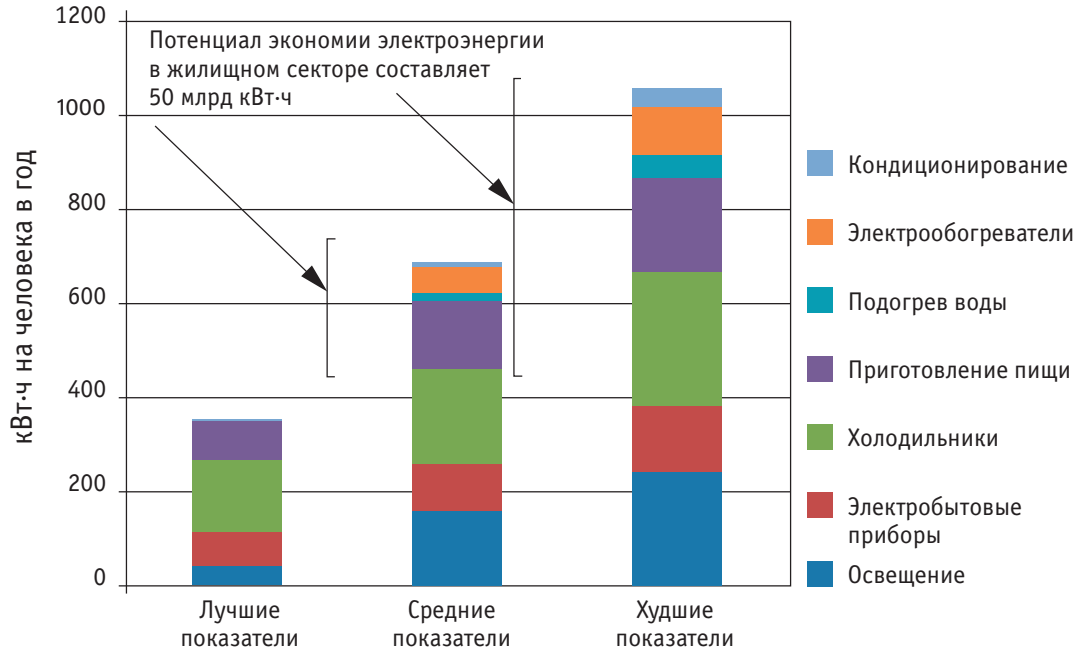


Рис. 3.2.3

ТЭС, работающая на каменном угле.



Рис. 3.2.4

ТЭС, работающая на природном газе.



Рис. 3.2.5

АЭС.



3.2.1 Экологичные виды транспорта

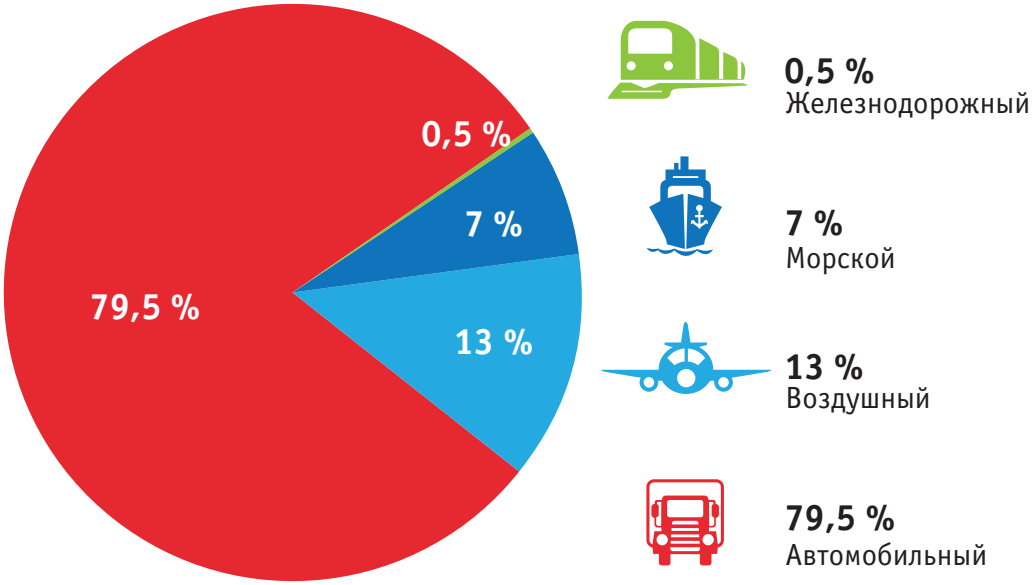
Помимо электростанций, постоянным потребителем углеводородного топлива является транспорт. Конечно, в сравнении с огромной электростанцией расход топлива в автомобиле ничтожен, однако и число автомобилей во множество раз превышает число станций. В общей сложности на транспорт приходится около 14 % мировых выбросов парниковых газов.

Подавляющее большинство автомобилей во всем мире по-прежнему работает на бензине. При сжигании 1 л бензина выделяется примерно 2,3 кг CO_2. Например, среднестатистический канадский автомобиль, сжигающий ежегодно 2 000 л бензина, выбрасывает в атмосферу около 4 600 кг CO_2. В процессе работы двигателя внутреннего сгорания в атмосферу выбрасываются выхлопные газы, в состав которых входят азот, пары воды, углекислый газ (составляющий от 1 до 12 % выбросов по объёму), а также токсичные соединения и даже канцерогенные (сажа и бензапирен).

Выбросы CO_2 от 1 т бензина – от добычи до сжигания – составляют 3 769 кг CO_2.

Влияние транспорта на изменение климата огромно, поскольку большинство видов транспорта использует ископаемое топливо, при сжигании продуктов которого в атмосферу выделяется углекислый газ. Однако разные виды транспорта имеют разную степень влияния. Так, наиболее безопасным можно считать железнодорожный транспорт, а наиболее «вредным» способом передвижения для климата считаются авиаперевозки. Автомобили, в целом, ответственны за почти 80 % выбросов парниковых газов от транспорта (Рис. 3.2.6).

Рис. 3.2.6 **Доля выбросов парниковых газов в транспортном секторе от различных видов транспорта.**



В Великобритании, например, оценены выбросы на одного пассажира на километр пути для различных видов транспорта. Это показывает, что выбросы в результате путешествия на самолёте более чем в 20 раз превышают выбросы от путешествия на поезде Евростар (Рис. 3.2.7).

Рис. 3.2.7 **Выбросы (грамм CO_2-экв.) от различных видов транспорта на одного пассажира на км пути в Великобритании.**



Что можно сделать для уменьшения влияния транспорта на климат?

Наиболее очевидный и очень действенный метод – это замена некоторых поездок телефонным или видео/аудио-общением. Наверное, наиболее популярными остаются программы Skype, Zoom, Viber, Telegram и WhatsApp, позволяющие общаться с друзьями в любой точке мира, где есть Интернет.

Если у вас и ваших родителей есть возможность выбора вида транспорта – предпочитайте поезд. Поезда в целом более экологичный способ преодолевать дальние расстояния, чем самолёты. Современные технологии в области железнодорожного транспорта за последнее десятилетие значительно продвинулись вперёд. В конструкциях используются менее тяжёлые и менее громоздкие материалы, совершенствуются двигатели.

Во всем мире растёт число высокоскоростных поездов и железнодорожных сетей, которые уже сейчас являются наиболее энергоэффективным видом транспорта. Сеть высокоскоростных железных дорог (ВЖД) в Китае является самой длинной и наиболее широко используемой в мире: к концу 2022 года её общая протяжённость составила 42 000 км. ВЖД также становится всё более популярным и эффективным средством транспорта в Европе. Некоторые страны построили обширные высокоскоростные сети, например, Германия, Франция, Нидерланды, Испания, Италия и Великобритания, а также в настоящее время существует несколько трансграничных высокоскоростных железнодорожных магистралей. Железнодорожные операторы часто осуществляют международные перевозки, а железнодорожные пути постоянно строятся и модернизируются в соответствии с международными стандартами, что позволяет снижать потребление энергии и выбросы парниковых газов от перевозок.



Рис. 3.2.8

Энергоэффективный скоростной поезд «Синкансэн» в Японии.



Рис. 3.2.9

Пример информирования пассажиров поездов о меньшем вкладе железнодорожного транспорта в изменение климата по сравнению с другими средствами передвижения (обратная сторона билета в Италии).

Сеть высокоскоростных железных дорог в Японии называется «Синкансэн». За последнее время ей удалось увеличить скорость своих поездов и сократить потребление энергии на 40 %. Новые лёгкие поезда с удлинённой формой «носа» головного вагона более аэродинамичные и гораздо более энергоэффективные (Рис. 3.2.8).

Многие железнодорожные агентства активно информируют своих пассажиров о большей экологичности именно железнодорожного транспорта (Рис. 3.2.9).

Если вы летите куда-то самолётом, то выбирайте авиакомпании, использующие новый парк самолетов. Они оказывают меньшее влияние на состояние окружающей среды и климат, чем более старые модели.

Если ранее ведущим соображением при разработке новых моделей самолётов была скорость, теперь к вопросу более системный подход. Во внимание разработчиками принимается сокращение количества топлива и углеродного следа при производстве. Разработчики заново присматриваются к турбовинтовым самолётам. Если лет двадцать назад казалось, что время таких самолётов прошло (реактивные лайнеры оказались быстрее), то сегодня люди снова задумались над усовершенствованием старого вида самолётов.

Некоторые авиакомпании предоставляют услуги компенсации выбросов углекислого газа от перелёта. Интернет-сервисы позволяют рассчитывать выбросы CO_2 при любых перелётах и одновременно их компенсировать. Например, длительный перелёт (почти 18 тыс. км) из Берлина в Сан-Франциско компанией «Люфтганза» сопровождается выбросами 1,4 т CO_2 на 1 пассажира. Размер компенсации для полёта в оба конца в экономическом классе составит 29 евро. Внесённые пассажирами средства пойдут на проекты, связанные с изменениями климата (Рис. 3.2.10).

Рис. 3.2.10 **Расчёт выбросов CO_2 и размера компенсации от полёта Берлин – Сан-Франциско – Берлин в экономическом классе самолётом компании «Люфтганза».**



Международная организация гражданской авиации работает над поиском наилучших способов сокращения выбросов парниковых газов в авиационном секторе. Наряду с повышением эффективности одним из вариантов является использование экологически чистого авиационного топлива – топлива, которое не производится из ископаемого топлива. Авиакомпании уже используют его, обычно в смеси с обычным авиационным топливом. Но многие сомневаются в том, что такое топливо можно производить достаточно дёшево или в достаточно больших количествах, чтобы удовлетворить потребности авиационной отрасли.

Именно поэтому растёт интерес к водороду как топливу для самолётов. Водород может хранить много энергии, например, за счёт возобновляемой электроэнергии вне пиковых часов потребления, и при использовании в качестве топлива не выделяет CO_2.

Снижаем углеродный след от поездок на автомобиле

Расскажите родителям об энергоэффективности автомобилей, если они планируют покупку. Подскажите им, что нужно выбирать автомобиль классом не ниже Евро-4 (европейские экологические стандарты регламентируют содержание в выхлопе автомобилей углеводородов, оксидов азота, угарного газа и твёрдых частиц).

Для того чтобы уменьшить влияние автомобилей на климат, необходимо соблюдать правила эковождения и сокращать транспортный углеродный след. Правила эковождения имеют не только экологический смысл, но и экономически выгодны самим владельцам. Расскажите об этом взрослым, которые используют автомобили!

Вопрос об эффективности и экологичности автомобильных двигателей также остаётся одним из самых актуальных. Если относительно недавно основными источниками топлива для транспорта были мазут, солярка и бензин, то сейчас им на смену приходят машины, работающие на газе – расход топлива при этом меняется не сильно, но сами выбросы содержат гораздо меньше загрязняющих веществ.

Также вы наверняка знаете о гибридных автомобилях, электромобилях (Рис. 3.2.11 и 3.2.12). и автомобилях, использующих биотопливо. Есть и экзотические транспортные средства – машины, работающие на воде и движении воздуха (ветромобили). Существуют и солнечные электромобили! С 1975 года в Швейцарии проводят многодневное ралли «Тур де соль», на котором встречаются все новинки солнцемобилей. В наше время они уже не редкость. В США, Болгарии, Швейцарии и Германии открываются солнечные автозаправочные станции.



Рис. 3.2.11

Парковка для электромобилей.

Правила эковождения: сокращаем транспортный углеродный след

- Выключать двигатель при остановках и в долгих пробках.
- Следить за состоянием автомобиля: правильная регулировка колёс снижает потребление топлива на 5–10 %, регулярное техническое обслуживание автомобиля – до 10 %.
- Регулярно контролировать давление в шинах: даже в городских условиях шины, уровень давления в которых ниже нормы на 25 %, увеличивают сопротивляемость автомобиля при старте с места на 10 %.
- Использовать систему климат-контроля/кондиционирования в автомобиле бережно: не использовать, если температура окружающей среды того не требует, не открывать окна, если система климата включена.
- Тормозить плавно, это позволяет использовать преимущества инерционного движения автомобиля, расходуя минимальное количество топлива.
- Подвозить попутчиков. В западных странах это называется «карпул». Перевозя с собой ещё 3–4-х человек, вы соответственно снижаете выбросы в 3–4 раза.
- Двигаться в одном ряду: постоянные перестроения способствуют увеличению расхода топлива и соответственно выбросов углекислого газа.
- Выезжать заблаговременно, избегать поездок в часы пик, заранее планировать маршрут.
- Ездить с небольшой, но постоянной скоростью. Меньше пользоваться педалью тормоза, больше двигаться накатом, тормозить и разгоняться более плавно, прогнозировать ситуацию на дороге (не разгоняться перед красным сигналом светофора). Спокойный стиль вождения приводит к экономному расходованию топлива.
- Не возить лишний груз на крыше. На скорости 120 км/ч пустой бокс для багажа увеличивает потребление топлива на 5–10 %, бокс для горных лыж – на 10–20 %, велосипед – на 30 %, заполненный бокс для багажа – на 35–40 %.

Рис. 3.2.12 **Электромобиль.**



Все ведущие производители автомобилей сегодня разрабатывают более экологичные автомобили по сравнению с предыдущими моделями – экологичность машины стала таким же важным фактором при её покупке, как качество, безопасность и цена. Компании соревнуются между собой в стремлении максимально сэкономить энергоресурсы и в сведении к минимуму негативного воздействия на окружающую среду.

Несмотря на то, что электромобили использовались с самого начала автомобильной промышленности в конце 1900-х и до начала 2000-х годов, только с появлением Тесла (Tesla) в 2003 году революция в области электромобилей началась всерьёз. Это привело к увеличению доли электромобилей с 0,2 % продаж новых автомобилей десять лет назад до 13 % в 2022 году. Это означает более чем утроение количества продаж электромобилей в период с 2018 по 2022 год. Прогнозируется, что глобальные продажи электромобилей будут расти примерно на 30 % ежегодно в течение следующего десятилетия и к 2035 году составят примерно половину продаж автомобилей в мире. Ожидается, что уже к 2025 году продажи электромобилей в Европе и Китае достигнут примерно 40 %.

Выбросы парниковых газов в масштабах города можно сократить, побудив людей, пользующихся автомобилями, предпочесть общественный транспорт. Но для этого городской транспорт должен быть быстрым и удобным, охватывать все районы города, связывать центр с окраинами, должен стать более надёжной и дешёвой альтернативой личному автомобилю. Если же перевести общественный транспорт на природный газ, гибридные и электродвигатели, можно существенно снизить выбросы парниковых газов и улучшить качество воздуха в городской черте.

Карпул – совместные поездки на автомобиле

Карпул (англ. carpool) – безвозмездный провоз попутчиков, обычно при ежедневных поездках. Этот способ передвижения позволяет снизить нагрузки на транспортные системы городов.

Первое значительное упоминание о карпуле датируется 1940-ми годами. Тогда власти США с целью обеспечить армию топливом обязали автовладельцев в любое путешествие брать в свой автомобиль попутчиков. Таким образом страна экономила бы огромное количество бензина. Однако эта идея имела один существенный недостаток: автомобилями в то время владели лишь обеспеченные люди, которые не желали сажать в свои машины случайных людей.

В 1970-е годы в Лос-Анжелесе впервые появились отдельные полосы движения для карпула, сейчас их много как в Северной Америке, так и в Европе (они обозначаются специальными знаками, а также белым ромбом, нанесенным на поверхность дорожного полотна). В наши дни карпул способствует сокращению числа автомобилей на дорогах, уменьшает потребность в парковочных местах, а в глобальном масштабе позволяет уменьшить выбросы парниковых газов. Для пассажиров выгода состоит в экономии средств (уменьшаются расходы на топливо, ремонт, парковку).





Рис. 3.2.13

Выделенные карпул – полосы на шоссе для автомобилей с пассажирами, США.

Велосипед – самый экологичный вид транспорта

Самый экологичный, простой в эксплуатации и к тому же полезный для здоровья вид транспорта – велосипед. Учёные подсчитали, что если каждый день добираться до школы или работы на велосипеде вместо автомобиля, то можно сократить личные выбросы парниковых газов на 1 т в год.

Особенно популярны велосипеды в Нидерландах, Дании, Норвегии, Швеции и Германии. В Копенгагене 1/3 жителей добирается до работы на велосипеде. В Амстердаме 40 % жителей пользуются велосипедом каждый день, а общая длина велосипедных дорожек в этом городе составляет 400 км.







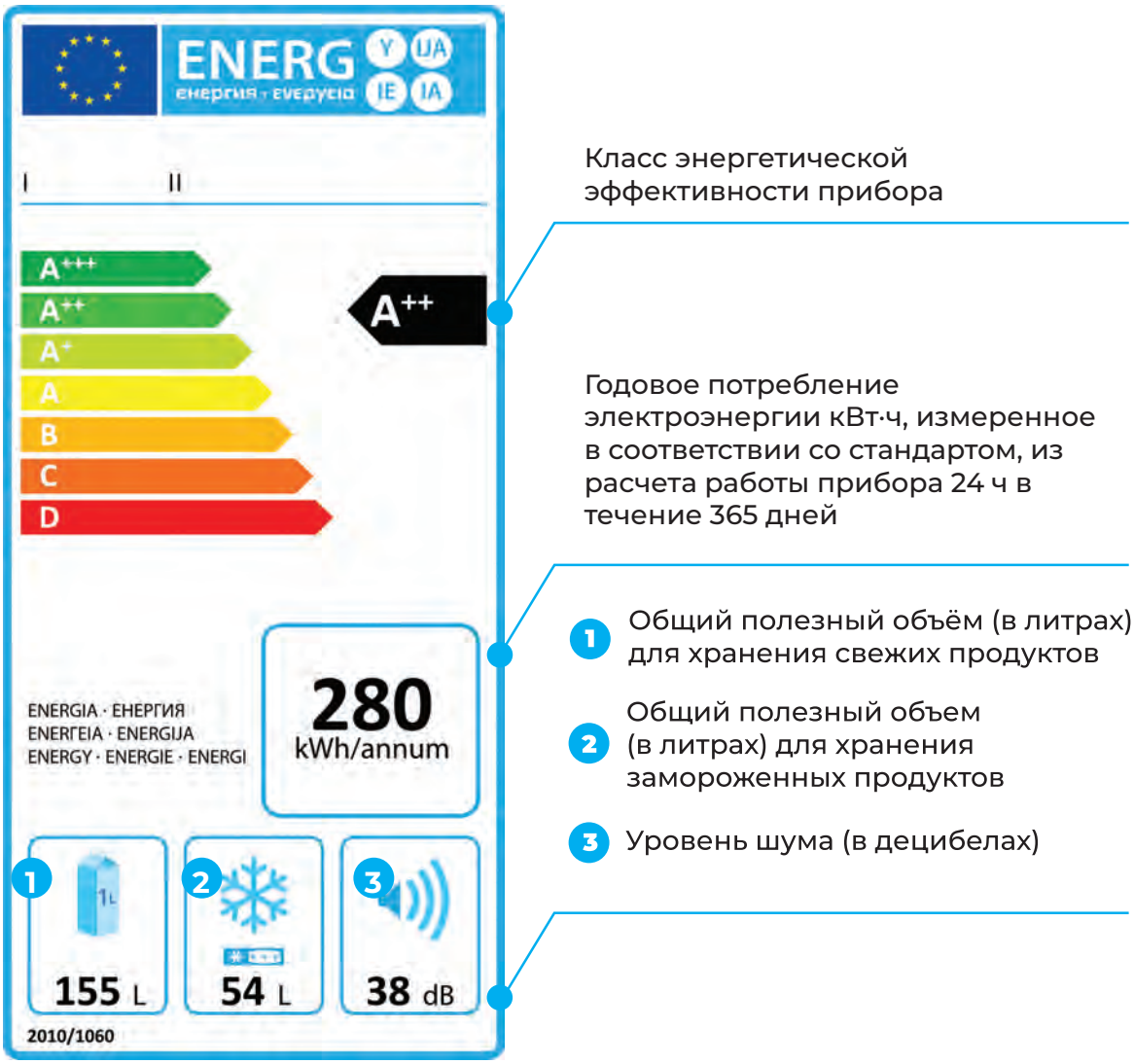
3.2.2 Бытовая техника и электроприборы

Во многих странах мира действует специальная система маркировки бытовых приборов по их эффективности.

Европейская этикетка энергоэффективности (European energy label) обязательна для некоторых бытовых электроприборов и ламп, продаваемых в странах ЕС с 1995 года (Рис. 3.2.14).

Цель этой этикетки – дать покупателям возможность сравнить энергоэффективность, а также некоторые свойства аналогичных товаров одного или нескольких производителей. Наиболее энергоэффективны товары, имеющие класс энергоэффективности «А», либо «А+», «А++», «А+++».

Рис. 3.2.14 **Символьная этикетка энергоэффективности нового образца для холодильников, продаваемых на территории стран Европейского союза.**



Программа сертификации энергоэффективности «Energy Star» была разработана Агентством по охране окружающей среды США (EPA) в 1992 году для обозначения энергоэффективности. Стандарт, при выполнении условий которого давалось право на использование маркировки, был предназначен для компьютерных мониторов с низким энергопотреблением. Сейчас 98 % компьютеров имеют эту маркировку. Сегодня такая маркировка присваивается также 65 другим типам товаров: от приборов до строений (например, в США этот знак энергоэффективности имеют более 1,4 млн зданий и более 20 тыс. заводов и фабрик).

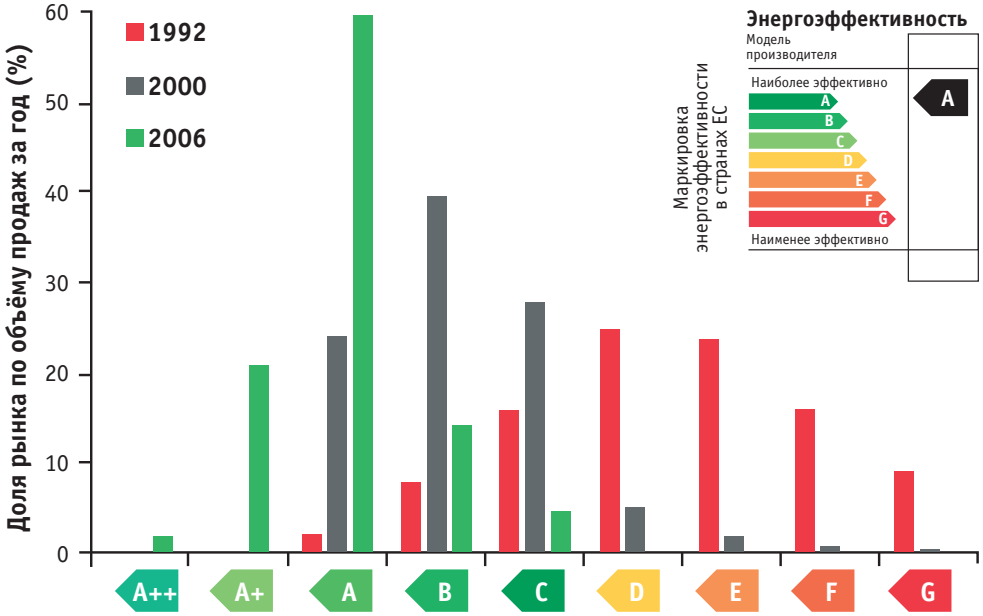
Рис. 3.2.15

Знак энергоэффективности «Energy Star», разработанный в США.

«Energy Star» — одна из ключевых программ, о которых США сообщили в своем отчёте о климатических целях в 2022 году. В нём говорилось, что с 1992 года «Energy Star» и её партнёры помогли американским семьям и предприятиям сэкономить 5 триллионов киловатт-часов электроэнергии, избежать затрат на электроэнергию на сумму более 500 млрд долл. и добиться сокращения выбросов парниковых газов на 4 млрд тонн в эквиваленте CO_2. Только в 2020 году экономия привела к сокращению выбросов более чем на 400 млн тонн парниковых газов в эквиваленте CO_2, что составляет примерно 5 % общих выбросов парниковых газов в США.

Этикетка энергоэффективности сообщает потребителю не только информацию об экономичности прибора, но и о его возможностях. Ведь стиральная машина должна в первую очередь хорошо стирать и выжимать бельё, а уже во вторую – экономить ресурсы. В последние годы покупатели стараются выбирать технику, которая не только хорошо работает, но и экономит их деньги, а значит – и ресурсы Земли (Рис. 3.2.16).

Рис. 3.2.16 **Влияние энергоэффективной маркировки и минимальных стандартов энергоэффективности на рынок холодильников и морозильников в странах Европейского союза.**



Впрочем, помимо энергоэффективности, нам нужно не ошибиться и с оценкой влияния электрического прибора на здоровье. Ведь новые приборы, которые позволяют эффективней использовать энергию, конструируют инженеры, а на вопрос о том, какое воздействие это изобретение окажет на организм человека, могут ответить только медики и биологи. Да и не всегда побочные эффекты очевидны сразу! Поэтому случается так, что вред от какой-то новинки обнаруживается лишь по прошествии времени. Недостатки новых технологий не означают невозможности их использовать – ведь конструкции можно совершенствовать. Но в любом случае мы должны относиться к новым приборам внимательно – без предрассудков, но и без беспечности.

Например, недавно начали распространяться индукционные кухонные плиты, которые очень удобны в использовании и экономно тратят энергию – они нагревают не всё вокруг, а только дно кастрюли. Однако воздействие вихревых магнитных полей на человека ещё не исследовано.

Энергосбережение в Таджикистане: вызовы и ответные меры

Экономика Таджикистана отличается высоким уровнем потребления электроэнергии. Серьёзной проблемой при этом являются значительные потери электричества при его передаче по сетям – они составляют свыше 15 %. Эти потери во многом вызваны перегрузкой линий, их неудовлетворительным состоянием из-за недостатка своевременного ремонта и обслуживания, а также общими проблемами в эксплуатации электросетей всех уровней.

Кроме потерь при передаче, существует проблема неэффективного использования энергии уже у конечных потребителей. Зачастую применяются устаревшие, излишне энергозатратные системы обогрева, вентиляции и освещения. Недостаточная теплоизоляция зданий также вносит свой вклад, приводя к большим потерям тепла и повышенному расходу энергии.

В последнее десятилетие вопросы энергоэффективности и энергосбережения в Таджикистане стали особенно актуальными. Существует явная необходимость повышать эффективность использования энергии во всех сферах – в промышленности, сельском хозяйстве и в бытовом секторе.

В ответ на эти вызовы Правительство Таджикистана предприняло конкретные шаги. Было принято решение о запрете использования традиционных ламп накаливания и переходе на энергосберегающие альтернативы. Для поддержки этого перехода были созданы местные предприятия по производству таких ламп и организованы пункты их утилизации. Также, учитывая рост потребления электроэнергии в быту, был разработан стандарт энергоэффективности для различных бытовых приборов и коммунального оборудования.

Рис. 3.2.12 **Энергосберегающие лампы.**



3.2.3 Зелёное строительство. Пассивные и активные дома

Автомобилями или даже полным набором бытовой техники пользуются не все – это вопрос образа жизни. А вот в жилище нуждаются все люди. Поэтому идея построить наиболее энергоэффективный дом всегда волновала человека. И крестьянские избы, и шатры кочевых народов возводились с учётом народного знания, даже если оно не объяснялось научно. Русская печь (Рис. 3.2.17), которую сейчас можно увидеть чаще в сказочных фильмах, была очень хорошим примером энергоэффективности. Толстые стенки хорошо хранили тепло, дымоход с перемычками позволял извлекать почти всё тепло из дыма.

Рис. 3.2.17

Традиционная печь - прекрасный пример энергоэффективности.



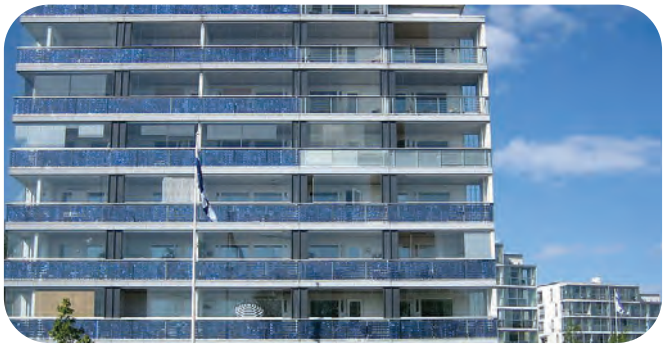
Но вернёмся в наше время. В начале 1974 года произошёл резкий скачок цен на нефть, расходы на обеспечение жилья энергией резко возросли, и это породило всплеск активности изобретателей. Начали появляться первые экзотические домики, хозяева которых воплощали в жизнь экологические подходы, использовали источники альтернативной энергии. Затем началось строительство специальных демонстрационных зданий, в некоторых странах правительство начало поощрять такие проекты.

В 2002 году был официально учреждён Всемирный совет по экологическому строительству, который объединяет 30 тыс. компаний в сфере строительства и недвижимости из 80 стран мира. Его участники постоянно ищут новые способы снизить количество ресурсов, которые понадобятся на всех стадиях жизни здания: и при строительстве, и при использовании, и при ремонте и демонтаже, для которого когда-нибудь наступит срок. Учитывается необходимость снижать выбросы парниковых газов и загрязнение вод, минимизировать количество мусора, защитить ближайшую среду обитания. Такие здания обходятся при строительстве несколько дороже, одноко дополнительные инвестиции окупаются в течение 5-10 лет.

В зависимости от того, насколько эффективен энергосберегающий дом, его называют пассивным или активным. Пассивный дом не нуждается в отоплении или потребляет около 1/10 части энергии, которая потребовалась бы похожему обычному дому. А вот активный дом не только тратит мало энергии, но и производит энергию а при определённых условиях может передавать излишек энергии в центральную электросеть! Встречается также выражение «умный дом», который автоматически анализирует свое энергопотребление и осуществляет автоматическое управление различными энергопотребляющими системами внутри здания.

Рис. 3.2.18

Виики – квартал зданий с низкими энергозатратами в Хельсинки (Финляндия). В фасад здания встроены панели, аккумулирующие солнечную энергию.



Пассивный дом

Одной из основных задач пассивного здания в странах с более холодным климатом является снижение теплопотерь. В идеале отопление пассивного дома происходит благодаря теплу, выделяемому живущими в нём людьми и бытовыми приборами. Если требуется дополнительное отопление, предпочтение отдается возобновляемым источникам энергии. При строительстве такого дома нередко используются кирпичи, изготовленные из переработанного сырья.

Теплоизолируются не только стены, но и пол, потолок, чердак, подвал... даже фундамент. Тщательно прослеживается, чтобы в конструкции не было так называемых «мостиков холода» – на первый взгляд незначительных деталей, которые могут стать причиной утечки тепла из в целом хорошо утеплённого здания. Применяя подобные технологии, можно снизить потери тепла почти в 20 раз!



Экологические сертификаты для зданий

В последние годы получили более широкое распространение стандарты экологической сертификации зданий. Наиболее признанные и распространённые в мире системы – BREEAM (Великобритания), LEED (США) и DGNB (Германия).

Система экологической сертификации BREEAM разработана в 1990 году. На сегодняшний день в мире насчитывается более 200 тыс. зданий, получивших этот сертификат. Оцениваются качество управления зданием, здоровье и самочувствие жильцов, энергоэффективность, транспорт, вода, используемые материалы, отходы, использование земельного участка, загрязнение.

Система экологической сертификации LEED была разработана в 1998 году с учётом следующих критериев: устойчивое развитие территории, эффективность потребления воды и энергии,, охрана атмосферного воздуха, материалы и ресурсы, качество внутренней среды, инновации. В зависимости от количества набранных баллов, здания могут получить один из четырех уровней сертификации: обычный, серебряный, золотой и платиновый.

Система экологической сертификации DGNB разработана в 2009 году. Он основана на идее комплексного планирования: оцениваются сразу экология, экономика, социально-культурный и функциональный аспекты, а также расположение здания.

Первое здание на Ближнем Востоке с платиновым сертификатом LEED

Построенное в 1995 году, здание Торгово-промышленной палаты Дубая (Объединённые Арабские Эмираты) является ярким примером того, как старый небоскрёб, потребляющий большое количество энергии и воды, можно переделать в современное, экологичное и энергоэффективное здание.

С 1998 по 2013 годы потребление энергии на человека в здании сократилось на 63 %, а воды – на 92 %, что позволило сэкономить почти 5,8 млн долл США на оплате счетов. После реконструкции небоскрёб получил сертификаты «Energy Star» и первый на всём Ближнем Востоке платиновый сертификат LEED.



В пассивном доме тщательно продумана конструкция окон: стеклопакеты герметичны, стёкла снабжены специальной плёнкой, которая впускает свет и тепло внутрь, а вот изнутри их отражает. Самые большие окна направлены на солнечную сторону.

Продумана система обогрева, кондиционирования и вентиляции, расходующая ресурсы более эффективно, чем в обычных домах. Например, зимой воздух, выходящий из здания, подаётся вместе с воздухом, входящим в него, в специальный теплообменник; таким образом, тёплый воздух передаёт своё тепло холодному воздуху. Летом горячий воздух с улицы подаётся под землю, где он охлаждается. Аналогичные принципы используются для отбора тепла из использованной воды. Конечно, иногда и такие дома требуется дополнительно нагреть или охладить, но нужно на это куда меньше энергии. Правда, с течением времени обнаружился у такой конструкции и минус: воздуховод требует постоянного контроля, так как накопления пыли, использование искусственных материалов или дефекты проводимости могут повлиять на качество воздуха. Нужно также понимать, что и мебель в таких домах не должна выделять в воздух различные вредные вещества. На крыше дома устанавливаются солнечные коллекторы, а если это удобно, то и ветряки. При освещении также используются наиболее энергоэффективные лампы – светодиодные, а где-то даже умудряются освещать дом, просто собирая солнечный свет! Существует и множество других мелочей, которые в сумме могут давать ощутимую экономию.

В 2022 году, по различным оценкам, в мире насчитывалось более 120 000 пассивных жилых домов, включая офисные здания, магазины, школы и детские сады (в основном в Европе). Прогресс в распространении пассивных домов огромен. Пассивный дом зародился как концепция, которая была реализована только в Германии или в регионах с похожими климатическими условиями, а теперь принята во всем мире. По данным Греческого института пассивного дома, сегодня эта концепция чётко определена и применима для всех климатических условий мира. В условиях холодного климата процесс проектирования обычно направлен на минимизацию потерь тепла и оптимизацию использования солнечной энергии. В более мягком климате достаточно умеренной изоляции, включая окна с улучшенными характеристиками, хотя эксплуатация здания летом требует более тщательного внимания. В более жарком климате требования к изоляции снова возрастают, а солнечная нагрузка через окна, стены и крыши должна быть ограничена. В жарком и влажном климате необходимо уменьшить влажность. Ряд разработанных примеров пассивных домов в климате Канады, США, Германии, Китая, Греции, Испании, Тайваня, Мексики и Объединённых Арабских Эмиратов иллюстрируют диапазон возможных решений.

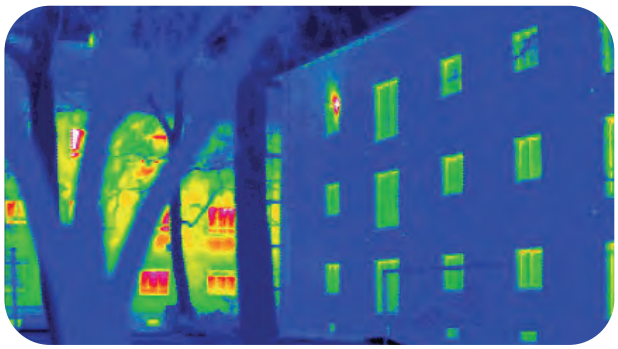


Рис. 3.2.19

Фотография в инфракрасных лучах показывает, насколько эффективнее теплоизоляция пассивного дома (справа) по сравнению с обычным домом (слева).

Энергоэффективная резиденция премьер-министра Великобритании



Дом 10-12 на Даунинг-стрит – одно из самых известных зданий в центре Лондона. Это резиденция премьер-министра Великобритании. Сейчас 300-летнее здание переживает поэтапную модернизацию, которая предусматривает переход на новые энергосбере гающие и экологичные технологии, такие как:

- автоматический контроль освещения со
- встроенными датчиками движения;
- утилизация тепла, выделяемого от
- электроприборов, для нагрева горячей воды;
- улучшенная теплоизоляция;
- смесители с более низким расходом воды;
- сбор дождевой воды для орошения сада;
- переработка более 90 % строительных отходов.

Благодаря программе по модернизации, резиденция премьер-министра Великобритании уже получила сертификат энергоэффективности BREEAM.

Экошкола в США

В средней школе Сидвелл Френдз, корпуса которой расположены в г. Бетесда, штат Мэриленд, и в г. Вашингтон, округ Колумбия, США, потребление энергии снижено на 60 %, воды – на 90 %.

На территории школы находится искусственное болото, в котором происходит частичная очистка воды, поступающей из кухни и умывальников. Затем эта очищенная вода повторно используется в туалетах. На крышах ребята выращивают овощи и зелень для столовой, используя для полива дождевую воду. Питьевая вода для технических нужд уже не используется!



В этом районе США часто бывает очень жарко. Поэтому у здания школы есть специальная система охладительных башен, которые охлаждают тёплый воздух с улицы, прежде чем он попадёт во внутренние помещения. Только в самые жаркие дни в классах приходится включать кондиционеры.

Установлены оптические системы, которые регулируют поток солнечного света, направляя его в темные помещения здания. На окнах, которые выходят на солнечную сторону, созданы специальные затемнения, защищающие внутренние помещения от перегрева.

Активный дом

Активное здание включает в себя некоторые из уже упомянутых энергосберегающих технологий, которые используются в пассивных домах: теплоизоляцию или оптимальное расположение окон для получения солнечного света. Помимо этого, активное здание само производит энергию из возобновляемых источников, используя солнечные коллекторы для нагрева воды, геотермальные тепловые насосы или другие альтернативные технологии. Первый в мире активный дом был построен в Дании, и на сегодняшний день в Дании создан целый портал по активным домам – www.activehouse.info.

Проект директивы Европейского союза от 2023 года, регулирующей энергоэффективность зданий, требует, чтобы все новые здания были нейтральными по выбросам парниковых газов с 2030 года. Это означает, что такие здания должны обладать характеристиками как пассивных, так и активных зданий.

Пример активного дома в Дании



«Дом для жизни» – активный дом в Дании с нулевым выбросом CO_2. Дом сам производит энергию из возобновляемых источников и даже больше, чем нужно для собственного потребления. Солнечный тепловой насос и солнечные коллекторы вырабатывают энергию для отопления и нагрева воды, а солнечные панели – электроэнергию. Окна от пола до потолка занимают 40 % фасада здания: так помещения получают больше естественного солнечного света и тепла. Все комнаты оснащены датчиками и умной системой управления, которые регистрируют и поддерживают оптимальные температуру и влажность воздуха, автоматически открывают окна, чтобы проветрить помещение, и выключают свет, когда вы выходите из комнаты.

3.2.4 Зелёные города

По всему миру есть множество примеров внедрения энергоэффективных технологий в отдельных зданиях. Но это ещё не всё! Наступило время, когда люди объединяются и для более масштабных проектов.

Экологические города... Человек мечтает о них давно. Представьте себе целый город, спроектированный в гармонии с окружающей средой. Живущие в нём люди стремятся расходовать только действительно необходимые ресурсы, заботятся о чистоте природы. Вся энергия в городе производится с помощью возобновляемых источников. Отходы перерабатываются, обретая вторую жизнь. Люди в этом городе всем сердцем понимают необходимость заботы о планете и друг о друге, а потому среди них царят мир и согласие...

Всё большее количество людей хотели бы, чтобы эти мечты воплотились в жизнь. И начинается более вдумчивое проектирование зелёных городов. В таких городах чистый воздух и чистая вода. Сточные воды проходят очистку и снова используются для коммунальных нужд. Все отходы также перерабатываются и используются повторно. Множество парков и озёр в центре города позволяют существенно снизить эффект теплового острова. Деловые, промышленные и жилые зоны города спланированы так, чтобы было удобно добираться из дома на работу или в школу, в том числе и на велосипеде. На крышах домов разбиты сады или установлены солнечные панели и баки для сбора дождевой воды. При строительстве жилых и общественных зданий применяются технологии пассивных и активных домов.





Сразу все города нельзя переделать в экологичные, однако по всему миру уже начинается частичное воплощение подобных планов.

Самсё (Дания)

Жители датского острова Самсё полностью обеспечивают себя энергией из возобновляемых источников и даже продают часть энергии. Для достижения подобного результата понадобилось 10 лет и 80 млн долл инвестиций, однако все вложения уже окупились за счёт продажи электроэнергии.

Островитяне построили 10 ветровых установок на суше и 11 в море. В общей сложности эти ветрогенераторы производят 28 ГВт·ч энергии в год.

Для получения тепла на острове используется возобновляемая биомасса: солома, древесные опилки и другие отходы растений сжигаются в котельных.

Площадь острова составляет 114 км^2, он вытянут с севера на юг почти на 50 км и достигает более 20 км в самой своей широкой части. На острове проживает 4 тыс. человек, из которых большинство занимаются сельским хозяйством. В крупнейшем населённом пункте Транебьёрг проживают всего 800 человек, но он гордо называется городом.



Масдар-Сити
(Объединённые Арабские Эмираты)

Масдар (в переводе с арабского языка «источник») – новый экогород в Объединённых Арабских Эмиратах (ОАЭ). Город расположен в эмирате Абу-Даби в 17 км от столицы страны и недалеко от международного аэропорта.

Идея строительства зелёного города в пустыне, энергию для которого обеспечивают возобновляемые источники, принадлежит администрации Абу-Даби. Предполагается, что население города составит от 45 до 50 тыс. человек, ещё около 60 тыс. человек будут ежедневно приезжать в Масдар на работу. Основные предприятия и компании будут специализироваться на разработке и производстве экологически чистых технологий и товаров. В городе полностью запрещён автомобильный транспорт. Жители будут передвигаться пешком, на велосипедах, на общественном транспорте или на новых, управляемых компьютером, такси. Вокруг города возводится высокая стена для защиты от горячего пустынного ветра. Внутри будет много тенистых улочек.

В Масдаре уже действует Научно-технологический институт, здесь также расположен главный офис Международного агентства по возобновляемым источникам энергии.

Опыт Масдар-Сити показывает, что устойчивый образ жизни имеет свои сложности. Используя электрические скутеры, автономные экологически чистые транспортные средства и технологии будущего, город является не только примером решений, которые упрощают устойчивый образ жизни, но и демонстрирует разумные выборы, которые улучшают жизнь всей Планеты.







Остров Трежер-Айленд (Сан-Франциско, Калифорния, США)

В штате Калифорния в 1939 году был создан искусственный остров Трежер-Айленд. Планировалось, что на нём будет построен аэропорт, но помешала Вторая Мировая война. Военноморские силы США построили на острове военную базу, которая была расформирована в 1996 году.

Сейчас на Трежер-Айленд проходят проверку идеи экологичного строительства для высокоустойчивого городского сообщества, которое будет получать более 50 % своей энергии из возобновляемых источников, таких как солнечные панели на крышах и ветровые установки. Горожане будут покупать овощи и фрукты с органической фермы, которая расположится в черте города, будут ездить только на экологичных автомобилях и жить в экодомах. Возводящиеся на острове здания уже сертифицированы по системе LEED.



Шерфорд (Англия)

Шерфорд – новый экологичный город, задуманный в традиционном английском стиле. Проект был запущен в 2015 году и пользуется поддержкой короля Карла III. Все здания в этом экогороде будут возведены из экологически чистых материалов, произведённых в Англии, причём не далее чем в 80 км от места строительства. Таким образом углеродный след от строительства можно будет уменьшить: ведь не нужно будет перевозить материалы на большие расстояния, выбрасывая при этом в атмосферу парниковые газы.

Город спроектирован так, чтобы сделать его углеродно-нейтральным за счёт строительства энергоэффективных зданий и планировки города так, чтобы люди жили рядом с главной улицей. Это позволяет легко и быстро передвигаться пешком и на велосипедах, так что в некоторых частях города у жителей не будет необходимости в автотранспорте. Пространство на крышах также будет использоваться для солнечных панелей и выращивания растений.



Ванкувер (Канада)

КанадскийгородВанкуверизвестенкакодин из самых экологичных городов в Северной Америке. Городские власти решили пойти дальше и приняли амбициозный план – превратить Ванкувер в самый «зелёный» город планеты. План, который был разработан при активном участии местных жителей, включает такие меры, как полный переход на возобновляемые источники энергии и 100 % переработку и утилизацию отходов к 2050 году, развитие сети велосипедных и пешеходных дорожек, строительство «зелёных» зданий, переход на дружественные климату виды общественного транспорта, а также создание местных фермерских рынков и городских садов. Кроме того, городские власти в сотрудничестве с благотворительными организациями создали Фонд самого зелёного города для поддержки местных инициатив в этой сфере, размер которого составляет два миллиона канадских долларов. Благодаря реализации этих мер, Ванкувер сможет снизить выбросы парниковых газов на 80 % к 2050 году по сравнению с уровнем 2007 года.



ВОПРОСЫ

1. В какие часы энергопотребление больше?
2. Как вы думаете, актуальны ли вопросы энергосбережения для жарких стран?
3. Как нужно проектировать город, чтобы он мог называться зелёным?
4. Как вы думаете, в каких местах вашего дома может теряться тепло? Как этого можно избежать?
5. Чем различаются «пассивные», «активные» и «умные» дома?



ЗАДАНИЯ



1

Попросите у родителей квитанции об оплате электроэнергии за прошедший год, выпишите количества потраченных киловатт-часов и постройте график.

Узнайте объёмы потребления электроэнергии основными бытовыми приборами: холодильником, стиральной машиной, пылесосом, телевизором, лампочками и другими. Для этого нужно будет: 1) узнать мощность прибора из его паспорта; 2) примерно подсчитать, сколько часов в день работает этот прибор; 3) умножить это время на количество дней в месяце; 4) умножить мощность прибора на время его работы.

Составьте на том же листке второй график – суммарное потребление электроэнергии вашими бытовыми приборами. Проанализируйте получившиеся графики, подумайте, почему в них наблюдаются расхождения и с чем это может быть связано. Вместе с родителями подумайте, что вы можете сделать, чтобы сократить расход электроэнергии.

2

Нарисуйте большую карту экологического города, в котором хотели бы жить вы. Как он будет называться? В какой географической точке будет находиться? Как в нём будут располагаться улицы? Будет ли по ним ездить транспорт? Какие предприятия будут в нём находиться (или их не будет вовсе)? В какой части города будут построены дома и почему? Нарисуйте, как будет выглядеть ваш собственный дом в этом городе. Из чего он будет построен? К какому типу домов будет относиться? Напишите об этом сочинение.

3

На странице Википедии «Стабильные города» и на других интернет-ресурсах узнайте об экологических инициативах в различных городах мира. Разыщите подробную информацию о современном состоянии какого-либо из экологических городов и сделайте доклад об этом городе в школе.

3.3 Углеродный след и как я могу помочь планете, снизив свой углеродный след

3.3.1 Углеродный след

Любая человеческая деятельность, при которой используется энергия, влияет на климат. Мы ездим на автомобилях, путешествуем в другие города и страны на самолётах, пользуемся телевизорами и компьютерами, готовим еду, а потом убираем её в холодильник. Мы вырубаем леса, чтобы произвести бумагу и мебель. Мы включаем отопление зимой, а кондиционеры летом, и свет в наших домах горит круглый год. Так мы оставляем на Земле свой личный углеродный след.

УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД
это совокупность выбросов всех парниковых газов, произведённых человеком, организацией, мероприятием, продуктом, городом, государством - прямо или косвенно.

Рис. 3.3.1 **Примеры источников выбросов парниковых газов.**



Снижение выбросов парниковых газов – собственного углеродного следа – можно считать показателем экологически ответственного поведения.

Для удобства подсчёта и восприятия все парниковые газы переводят в эквивалент CO_2, то есть рассчитывают, какой объём углекислого газа был бы выделен при определённом виде деятельности. Этот объём указывают в единицах CO_2-экв.

Углеродный след

- E-mail-сообщение – 4 г
- то же сообщение, если в нём есть достаточно объёмное вложение – 50 г
- пластиковый пакет в магазине – 10 г
- 0,5-литровая бутылка с водой местного производства – 110 г
- средняя бутылка – 160 г
- мороженое – 500 г
- пара джинсов – 6 кг

Прямые выбросы – это объём углекислого газа, который зависит от использования ископаемого топлива. Например, прямой след производства – это сколько парниковых газов было выброшено во время работы завода или фабрики или во время работы автомашины.

Косвенные выбросы – объём CO_2, выброшенный в атмосферу при производстве энергии и её транспортировке для производства продукции, которую вы покупаете, и предоставления услуг, которые вам нужны. Именно на эту часть углеродного следа мы можем влиять: мы можем подумать – и не купить одноразовый стаканчик, подумать – и не поехать сегодня на машине, а пройтись пешком, подумать – и не запускать стиральную машину с половинной загрузкой.

Расчёты углеродного следа (особенно косвенных выбросов) сложны, поскольку необходимо учитывать множество разных факторов и найти большой объём информации. Кроме того, след одного и того же товара будет одинаковым для производства и разным для потребителя, поскольку важно учитывать транспортные и административные расходы для доставки товара.

Так, например, углеродный след яблока из своего сада, съеденного под деревом, на котором оно выросло, составляет 0 г CO_2. Если вы покупаете яблоки, выращенные в вашем регионе в сезон (то есть летом и в начале осени), то углеродный след яблока составит 10 г CO_2. Углеродный след импортного яблока (привезённого, например, из Италии) составит 150 г CO_2.

Экологически ответственные коммерческие компании компенсируют свой углеродный след, инвестируя средства в климатические проекты или приобретая углеродные сертификаты у известных компенсирующих компаний. Товары или услуги с низкими или нулевыми выбросами CO_2, или выбросы от которых были компенсированы, могут получить соответствующую низкоуглеродную или углеродно-нейтральную маркировку, подтверждающую их «дружественность» климату. Такая маркировка влияет на выбор потребителей в пользу именно этого товара или услуги.

Примеры углеродно-нейтральных маркировок.

3.3.2 Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след

На природу и климат влияют не только парниковые газы, но и наши с вами привычки. Давайте посмотрим, как именно мы можем сократить свой углеродный след и помочь планете.

Температура воздуха в помещении и тепловой комфорт

В странах с холодными зимами почти все здания нуждаются в отоплении и сохранении тепла. Большинство отопительных систем в старых зданиях были построены в то время, когда цены на тепловую энергию были низкими, и энергоэффективности не придавали значения. В большинстве городов в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии тепловая энергия получается от сжигания газа или угля, что приводит к выбросам парниковых газов, влияющих на климат.

Альтернативные варианты получения энергии для отопления – это использование солнечных коллекторов и тепловых насосов, однако такие технологии в наших странах лишь начинают развиваться, и назвать их широко распространёнными и доступными пока нельзя.

Самым простым решением является улучшение теплоизоляции. На потери тепла влияют следующие два фактора: разница температур в помещении и на улице и теплоизоляционные свойства стен, перекрытий, окон, полов. Значительная часть тепла покидает помещения через системы вентиляции. Теплопотери также могут возникать из-за скрытых дефектов, из-за ошибок в проектировании, некачественно выполненных строительных работ, старения конструкций и теплоизолирующих материалов.

Для того чтобы увидеть, насколько хорошо сохраняют тепло стены, перекрытия, окна, и определить, где происходят утечки тепла, используют тепловизоры – приборы, позволяющие оценить распределение температуры любой поверхности, например, стены жилого дома. Распределение температуры отображается на дисплее (и в памяти) камеры как цветовое поле, где определённой температуре соответствует определённый цвет. Рядом с изображением всегда приводят шкалу, показывающую соответствие цвета на рисунке и температуры.

В любом панельном доме самое слабое место с точки зрения потерь тепла – стыки панелей наружной стены. Но и качество установки окон ответственно за потери тепла даже в новых отремонтированных зданиях. Радикальным решением (если речь не идёт о сносе или реконструкции) может быть только качественный ремонт фасада с применением современных штукатурных систем.

Рис. 3.3.2

Пятиэтажный дом 1960-х годов постройки «светится» от теплопотерь межпанельных стыков.

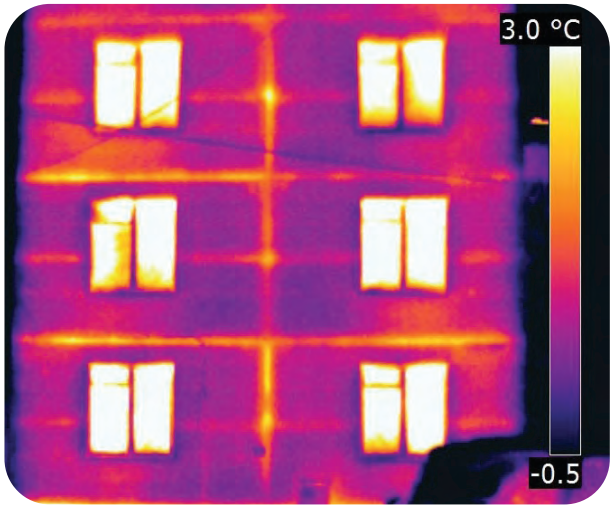


Рис. 3.3.3

Продуваемый угол кирпичного дома в Санкт-Петербурге. Заметны теплопотери в месте примыкания остекления балконов и стены, а также по швам перекрытий.

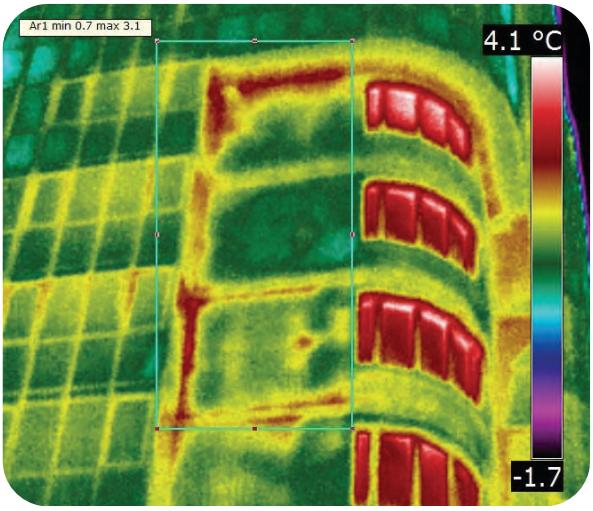
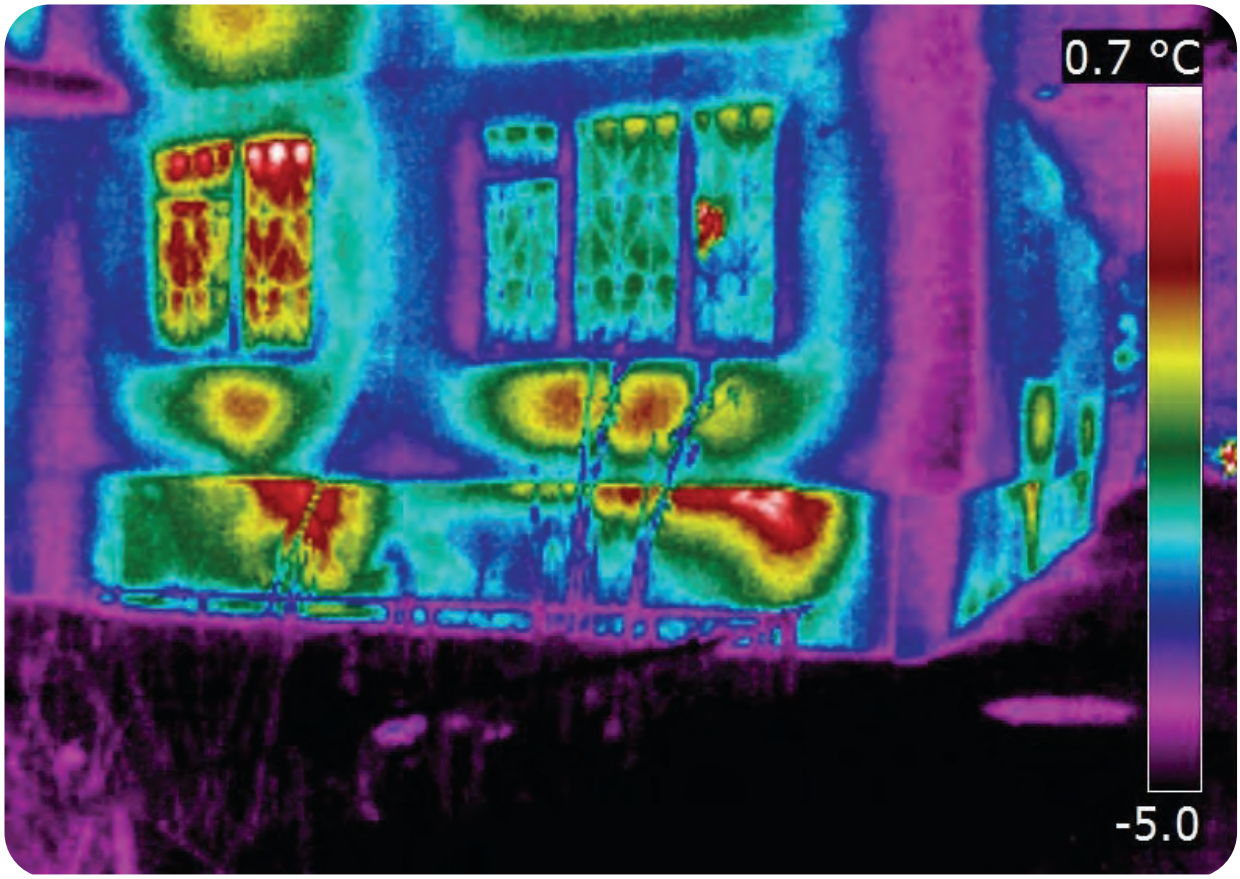


Рис. 3.3.4 **Красные пятна на рисунке – расположенные под окнами дома радиаторы. Под окнами первого этажа видны зоны утечек тепла (прогрев радиаторами отопления).**





Утепление квартиры или дома

Варианты сэкономить энергию за счет улучшения теплоизоляции в квартирах включают в себя замену окон на современные с двойными и тройными стеклопакетами, установку более качественных дверей, улучшение изоляции стен, полов и потолков, а также замену радиаторов отопления на более эффективные.

- Современные пластиковые или деревянные оконные конструкции прекрасно защищают от холода, за ними легко ухаживать, они просты в эксплуатации.

- Если поменять окна невозможно, то займитесь их утеплением. Пройдите вдоль рам с зажжённой свечой или тонким пёрышком и с их помощью найдите щели, через которые уходит тепло. Эти щели необходимо зашпаклевать. Лучше это сделать осенью, поскольку шпаклёвка не выносит резких перепадов температуры. Наносят её на сухие рамы.

- Заклеивайте окна на зиму. К достоинствам современных утеплителей можно отнести надёжную теплоизоляцию окон и возможность многократного открывания–закрывания окон с наклеенными уплотнителями.

- Если в помещении трудно сохранять тепло, выберите плотные шторы.

- Существуют и теплоотражающие плёнки, которые не выпускают тепло из дома. Их можно устанавливать в межрамное пространство, а при определённых схемах крепления на лето их можно снимать. Некоторый недостаток этой технологии в том, что освещённость немного падает – плёнка пропускает только 80 % видимого света, и если окна квартиры находятся в затемнённых местах (например первый этаж, северная сторона, сверху балкон соседей, напротив ствол дерева), то уменьшение освещённости становится критичным. Но и в этом случае можно взвесить плюсы и минусы: взрослые в зимнее время вообще редко бывают дома в светлое время суток, а многие дети занимаются днём в кружках и секциях, так что подобная плёнка в некоторых случаях может ощутимо выручать.

- Если входная дверь пропускает холод, то идеальный вариант – заменить её на новую. Если вы меняете дверь – внимательно отнеситесь к выбору компании-установщика. Помните, что если собственно двери незначительно отличаются между собой, то качество их установки – очень важный фактор как в снижении потерь тепла, так и в изоляции от шума.

- Если дверь поменять невозможно, то её утепление можно осуществить, обив дверь тонким пенопластом, ватином или другим теплоизолирующим материалом, а затем кожзаменителем. Отдельное внимание уделяют щели под дверью, через которую уходит тепло. Чтобы избавиться от неё, можно наклеить на дверь специальную щётку, установить порог или сделать его выше.

- Если в помещении холодно, то важно утеплить стены. Следует помнить, что утепление наружных стен наиболее эффективно, например, с использованием технологии «мокрого» фасада. К стене крепится теплоизолирующий материал (на основе минеральной или стекловаты), а затем он отштукатуривается или покрывается краской.

- Ещё один способ сохранения тепла – правильная расстановка мебели. Вдоль самых холодных стен должны быть установлены шкафы – тогда они будут служить дополнительным препятствием для проникновения холода внутрь помещения. Мебель в помещении не должна препятствовать циркуляции тёплого воздуха, поэтому не ставьте ничего рядом с батареей.

- Самый простой и дешёвый способ утеплить пол – положить линолеум на войлочной основе. Однако ни в коем случае нельзя приклеивать его к полу, иначе слипшийся войлок потеряет теплоизоляционные свойства. Также под любое из напольных покрытий можно укладывать изолирующую пленку или специальный утеплитель.

- Наиболее очевидный способ улучшить качество отопления в помещении – заменить старые радиаторы отопления на современные биметаллические. Учитывайте, что такие работы нужно проводить до начала отопительного сезона. Планируя приобрести новые радиаторы, выбирайте такие, которые оснащены регулировкой мощности.

- Если замена невозможна, то можно заставить старые батареи работать с большей отдачей. Для этого необходимо снять с них старую краску, ошкурить и выкрасить в тёмный цвет – гладкая и тёмная поверхность отдаёт на 5–10 % тепла больше. Также можно взять лист фанеры, покрасить серебристой краской или оклеить фольгой, а затем поместить за батарею. Такой теплоотражающий экран направит тепло в помещение, и вы не будете впустую обогревать стены. Батареи надо регулярно протирать от пыли, поскольку она препятствует теплоотдаче. Шторы и мебель не должны препятствовать оттоку тепла от радиатора в помещение.

- Не перегревайте свою комнату! Лучше надеть что-то тёплое, чем дополнительно нагревать воздух.

- Когда вы проветриваете помещение, делайте это залповым способом, ненадолго широко распахнув створку окна и открыв дверь для создания движения воздуха.





Приготовление пищи

Электроплита – очень мощный электроприбор: при всех включённых конфорках и духовке она может потреблять до 20 кВт, что в 10 раз больше мощного электрочайника или утюга.

- Помните, что дно кастрюль и сковородок, которые вы используете, должно быть ровным и толстым. Неровное или вогнутое дно удлиняет время приготовления пищи до 40 %.
- Кастрюля должна быть такого же размера, как конфорка, чтобы тепло не терялось.
- Пользуйтесь крышкой! При приготовлении пищи в открытой посуде расход энергии вырастает в 2,5 раза.
- За 5 минут до конца приготовления пищи электроплиту в некоторых случаях можно выключить и использовать остаточное тепло.
- Использование специальных бытовых приборов (кофеварок, скороварок, мультиварок) может дать экономию до 30–40 % энергии, при этом вдвое сократив расход времени.
- Если перед варкой каши залить крупу водой на несколько часов, каша сварится быстрее и сохранит в себе больше витаминов. Гречку можно замачивать около часа, рис– дольше, а вот фасоль или горох можно замачивать на завтрашний день с вечера. Кстати, собственное время при этом тоже экономится: ведь за варящейся крупой надо следить.
- Не стоит наливать лишнюю воду для варки.
- Не наливаем полный чайник, если нужен кипяток всего для одной чашки.



Холодильник

Самый энергоёмкий прибор у вас дома, и от его качества и стиля использования ваш бюджет зависит очень сильно. Если сравнить современный холодильник с его предшественником 20-летней давности (того же объёма и потребительских характеристик), то разница в энергопотреблении может составлять 3 и даже 5 раз, особенно если через старые уплотнители, потерявшие эластичность, в холодильник проникает тёплый воздух. Для экономной семьи из 1–2 человек покупка нового холодильника может в 1,5 раза снизить счета за электричество.

- Прежде чем открыть, подумаем о том, что нам в холодильнике нужно. Достаточно секунды, чтобы тёплый воздух комнаты проник в холодильник на место холодного.
- Если холодильник большой, лучше всего поставить в него много варений и солений. Ведь при открытии холодильника на место холодного воздуха быстро приходит тёплый, а если место занято, то «разгуляться» теплу особо негде.
- Никогда не ставим в холодильник тёплую еду! Да и сам холодильник по возможности размещаем подальше от батареи, плиты и прямых солнечных лучей.
- Ёмкости с продуктами закрываем, чтобы влага из них не испарялась и не конденсировалась на стенках морозильника.
- Чаще размораживаем холодильник с ручной системой разморозки!



Освещение

Используя современную осветительную технику и следуя ряду практических советов, можно сэкономить до 40 % энергии.

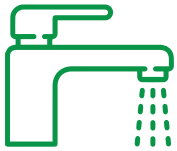
- Нередко вместо мощной люстры под потолком больше подойдёт точечное освещение в том месте, где мы работаем или читаем. Пользуемся переносными лампами и светильниками.
- Гладкая белая поверхность отражает 80 % направленного на неё света, тёмно-зелёная – только 15 %, чёрная – 9 %. При выборе мебели, обоев, покрывал для комнаты отдадим предпочтение более светлым цветам.
- Один из самых потрясающих способов увеличивать освещение предельно прост: лампочки и стёкла окон нужно вовремя протирать от пыли!
- Большая часть света проникает в комнату через верхнюю часть окна, поэтому в этом месте особенно важно его ничем не перегораживать.

Бытовые приборы



Снижение энергопотребления может достигаться за счёт стиля использования бытовых приборов.

- Выбирая новую аудио - видео или компьютерную технику, отдаём предпочтение устройствам с меньшим энергопотреблением. Конечно, решения о покупках в семье принимают родители, но всегда есть возможность рассказать им о том, что нам известно – вполне возможно, что они прислушаются.
- Полностью выключаем все электроприборы, когда ими не пользуемся. Такие приборы, как телевизор, при выключении пультом переходят в «спящий» режим, он считается экономичным, но энергия при этом всё же потребляется.
- Не оставляем включёнными в сеть зарядные устройства для мобильных приборов.
- Пользуемся качественными удлинителями с проводом большого сечения. При малом сечении провод начинает греться, и электроэнергия уходит не на полезную работу электроприбора, а на нагрев провода удлинителя.



Расход воды

Действия, связанные с потреблением воды, могут сэкономить как энергию, так и воду.

- Моемся под душем, а ванну принимаем «по праздникам».
- 10 капель из крана в минуту – это 263 л в год. Краны надо чинить вовремя!
- У каждого вида кранов есть свои особенности. Краны на резиновых прокладках могут протекать чаще, но зато заменить этот маленький кусочек резины способен любой школьник. Шаровые и керамические краны могут служить очень долго, но только при том условии, если перед ними на трубе установлены фильтры, потому что полированные части этих кранов очень чувствительны к частичкам ржавчины в воде. Керамические краны надо закрывать мягким движением. Не так давно на рынке появились термостатические смесители – они дороже, но зато позволяют быстрее и точнее настраивать температурный режим воды, а значит, сокращать её ненужный расход.
- Приобретаем привычку закрывать кран в процессе использования воды, если она не требуется непрерывно. В отдельных семьях привыкли под проточной водой чистить картошку, стирать – однако всё это можно делать, используя удобные тазы или ведёрки. Мыть посуду, если её много, также лучше оптом – сначала всю намылить, потом всю сполоснуть. В современных раковинах иногда есть заглушки, так что ёмкостью для воды становится сама раковина.





Стирка и глажение белья

Сокращение выбросов при стирке и глажке может помочь сэкономить электроэнергию, воду, ваше время и продлить срок службы вашей одежды.

- При стирке необязательно нагревать воду до 90 °С и запускать полный цикл – такой режим предусмотрен для стирки вещей с большими загрязнениями. Если бельё и одежда использовались аккуратно и не были испачканы, всё вполне отстирается и при экономных режимах (повседневная стирка или «Быстрая стирка» или «Ускоренная». – на каждой машине для этого свой набор возможностей). Более того, современные стиральные порошки содержат ферменты, обеспечивающие качественную стирку при низкой температуре. Такая стирка требует почти в 10 раз меньше энергии, чем полтора часа стирки при температуре 90 °С.
- Нагружаем стиральную машину полностью, не экономично стирать одни джинсы.
- Вещи в барабане стиральной машины должны располагаться равномерно, иначе машина не сможет перейти в режим быстрого вращения барабана. Тогда при вращении центрифуга будет испытывать меньше перегрузок, цикл стирки закончится быстрее, а детали стиральной машины будут служить дольше.
- При глажении утюгом сортируем вещи по материалу – можно начать с низких температур, потом перейти к вещам, требующим высоких температур, а несколько мелких вещей оставим для того, чтобы догладить их уже после выключения утюга.
- Некоторые вещи, если после стирки их аккуратно разместить на вешалках, не нужно утюжить.

Повторное использование сырья

Мы привыкли видеть вокруг себя изобилие вещей, но это не значит, что они достаются даром. Всё, чем мы пользуемся, произведено при помощи энергии и труда многих людей. При этом отходы при производстве вещей и растущие мусорные свалки создают неблагоприят ные для жизни места и влияют на климат.

- Перед покупкой новой вещи всегда стоит подумать, действительно ли эта вещь нужна. Возможно, она нужна лишь на небольшое время, и есть возможность у кого-то её одолжить.
- Бережное отношение продлевает жизнь вещей.
- Если вещь по какой-то причине стала нам не нужна, стоит подумать, кому она пригодится. Игрушки или одежду, из которой мы выросли, можно отдать в детский сад, в приют или просто малышам во дворе. В Интернете также существуют сообщества, где люди предлагают какие-то свои вещи в подарок, и как ни удивительно, очень многие вещи находят новых хозяев. Из тюбиков или коробочек умельцы мастерят что-то новое. Кто-то реставрирует старые куклы и игрушки. Кто-то умеет собирать из нескольких неисправных приборов один действующий.
- Прочитанные книги, которые мы не перечитываем, можно отнести в библиотеку или в пункт буккроссинга, популярного в последние годы: специальные полочки при некоторых книжных магазинах или библиотеках, куда можно принести любую свою книжку и обменять на другую, которую туда принесли до вас.
- Если вещь окончательно сломана, то материал, из которого она сделана, можно пустить в переработку. В европейских городах раздельный сбор мусора давно стал привычной реальностью, но большинство городов в бывших советских странах пока этим похвастаться не могут. Можно поискать в Интернете, где-нибудь в вашем городе должны быть пункты приёма вторсырья, вдруг вам повезёт, и они находятся недалеко? Можно также попробовать объединить усилия жильцов вашего дома, поговорив с управляющим и расклеив листовки, или объединиться с друзьями или попытаться уговорить школьное руководство. Сообща можно набирать достаточно пластика, макулатуры и металла, чтобы поездка в пункт приёма сырья имела смысл.
- В магазины нужно брать свои сумки, отказываясь от тех пакетов, которые предлагают на кассе. Оставим это удобство для исключительных случаев. Сейчас предлагать полиэтиленовые пакеты для покупок стало обычным сервисом; в каких-то случаях это удобно и необходимо, но везде, где мы можем от них отказаться, лучше говорить об этом продавцам. В некоторых странах даже вводится обязательная плата за пластиковую упаковку или, наоборот, предоставляются скидки для покупателей, пришедших в магазин со своей сумкой.
- Расходуемые повседневно и долго хранящиеся стиральный порошок, шампунь, некоторые крупы лучше покупать в больших оптовых упаковках. Напомните об этом родителям!



Рис. 3.3.5

Тюки металла для переработки.

Таблица 3.3.1 **Сравнение бумаги, полученной из первичной целлюлозы и изготовленной из вторичного сырья (в расчёте на 1 тонну бумаги).**

	Бумага, на 100 % изготовленная из первичной целлюлозы	Бумага, на 100 % изготовленная из вторичного сырья	Экономия
Использование древесины	3 т	0 т	3 т (24 дерева)
Использование энергии	11,1 тыс. кВт·ч	6,5 тыс. кВт·ч	4,7 тыс. кВт·ч
Выбросы парниковых газов	2581 кг CO_2	1625 кг CO_2	956 кг CO_2
Сточные воды	72,2 тыс. л	39, 1 тыс. л	33,1 тыс. л
Твёрдые отходы	1033 кг	506 кг	528 кг

При экономии 1 тонны бумаги, мы также экономим 13 т нефти, 4100 кВт·ч электроэнергии и 32 тонны воды. Производство и печать одного листа А4 – это 28 г CO_2, а копирование одного листа А4 – 380 г CO_2.

Экономия энергии при производстве продукции из вторичного сырья

Алюминий – 95 %
Медь – 70–85 %
Свинец – 60–80 %
Цинк – 60–70 %
Магний – 95 %
Сталь – 70 %
Бумага – 64 %
Пластик – 80–88 %
Стекло – 68 %

Таким образом, чтобы снизить свой углеродный след, старайтесь использовать меньше энергии (не растрачивайте её впустую), не покупайте ненужные вещи и предметы с излишней упаковкой, сдавайте мусор в переработку, ходите пешком и ездите на велосипеде, когда это возможно, покупайте продукты питания, произведённые в вашем регионе. И, наконец... будем всегда помнить, что наши первые помощники – растения. Берегите их и по возможности высаживайте и дома, и во дворе!





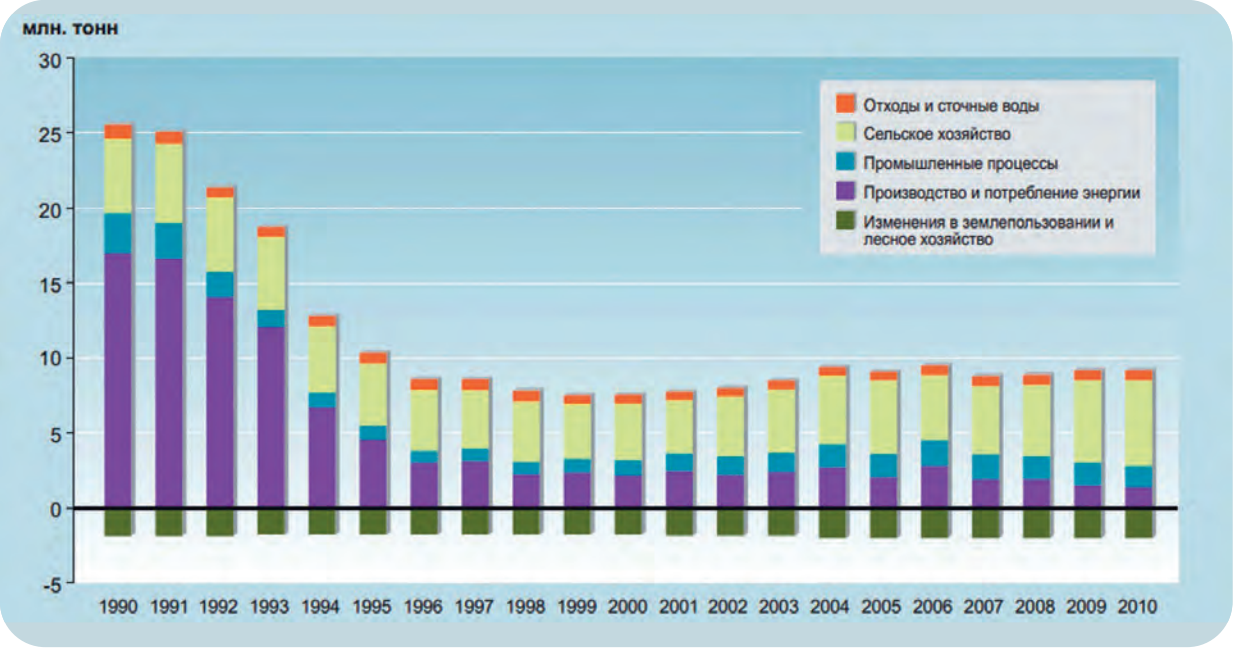
Рис. 3.3.6 Изменение климата: советы о том, как сократить свой углеродный след.

Тенденции выбросов парниковых газов в Таджикистане и вклад страны в глобальные выбросы

Для Таджикистана, как и для многих стран, важным годом для отсчёта выбросов парниковых газов является 1990 год. Это базовый год, с которым сравнивают последующие выбросы, особенно в рамках международных соглашений. Недавно данные за этот год были пересчитаны по более точной методике, и оказалось, что в 1990 году общие выбросы ПГ в Таджикистане составили 35,53 миллиона тонн CO_2-эквивалента (млн т CO_2-экв.). Основной вклад тогда вносили два сектора: энергетика (сжигание топлива для производства электричества и тепла) – около 60 % всех выбросов (21,37 млн т CO_2-экв.), и сельское хозяйство (выбросы от животноводства, использования удобрений) – около 35 % (10,51 млн т CO_2-экв., если учесть, что леса немного поглощали CO_2). Промышленность (например, производство алюминия и цемента) давала около 9 % (3,18 млн т CO_2-экв.), а сектор отходов – совсем немного. Такая структура отражала экономику того времени, когда промышленность и энергетика работали иначе.

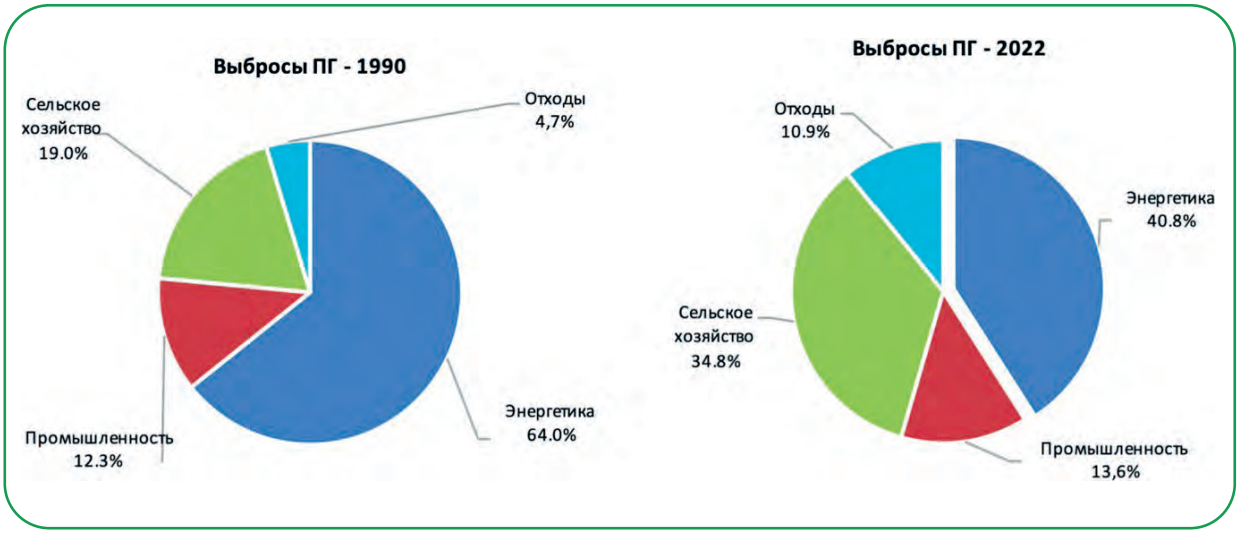
После 1991 года ситуация резко изменилась. Распад Советского Союза, последовавшая за этим гражданская война и экономический кризис привели к сильному спаду производства и потребления энергии. В результате выбросы парниковых газов в Таджикистане значительно сократились, достигнув самого низкого уровня в начале 2000-х годов – например, в 2001 году они составили всего 9,51 млн т CO_2-экв., что почти в 4 раза меньше, чем в 1990 году.

Рис. 3.4.5 **Выбросы парниковых газов в Таджикистане с 1990 по 2010 годы.**



С середины 2000-х годов, по мере стабилизации ситуации и восстановления экономики, выбросы начали постепенно расти. Однако они все еще остаются намного ниже уровня 1990 года. Давайте посмотрим на последние доступные данные:

Рис. 3.4.5.1 **Общие выбросы парниковых газов (ПГ) 1990, 2022.**



- В 2016 году выбросы составили около 15,6 млн т CO_2-экв.(без учета поглощения лесами).
- В 2020 году – 17,7 млн т CO_2-экв.
- В 2021 году – 17,9 млн т CO_2-экв.
- В 2022 году – 20,2 млн т CO_2-экв.(без учета поглощения лесами).

Даже показатель 2022 года – это все еще почти на 43 % меньше, чем пересчитанный уровень 1990 года (35,53 млн т CO_2-экв.).

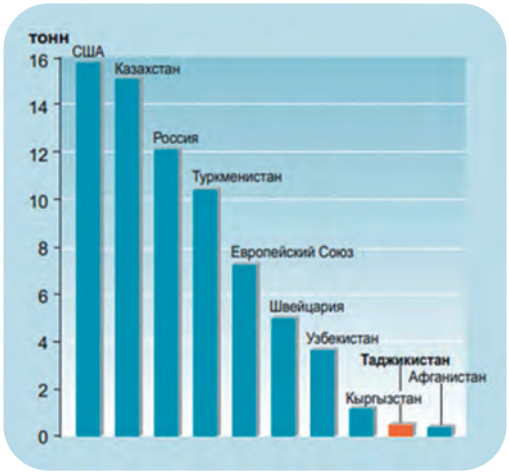
Интересно, что изменилась и структура выбросов. Если в 1990 году главным «виновником» была энергетика, то к 2022 году ее доля снизилась примерно до 41 %, хотя она все еще остается крупнейшим источником. Зато выросла относительная роль других секторов: сельское хозяйство дает около 35 %, промышленность (включая использование продуктов) – около 14 %, а сектор отходов – почти 11 %. Это говорит о том, что экономика страны изменилась: возможно, сократилась энергоемкая промышленность советских времен, но выросло значение сельского хозяйства и увеличилось количество бытовых отходов. Основными парниковыми газами в 2022 году были CO_2 (около 49-64 %, данные разнятся), метан (CH_4, около 30-37 %) и закись азота (N2O, около 4-12 %).

Теперь посмотрим на место Таджикистана на мировой арене. Несмотря на рост выбросов в последние годы, вклад страны в глобальное изменение климата остается очень незначительным. По разным оценкам, на долю Таджикистана приходится всего 0,03% - 0,04% от общемировых выбросов парниковых газов. В мировом рейтинге стран по общему объему выбросов Таджикистан находится далеко не на первых позициях – примерно на 123-135 месте из почти 200 стран.

Еще более показательны цифры выбросов на душу населения. В 1990 году, по пересчитанным данным, на одного жителя Таджикистана приходилось около 6,73 тонны CO_2-эквивалента в год. К 2020 году этот показатель снизился до 0,98 тонны CO_2 на человека, а в 2021 году составил около 1,8 тонны CO_2-эквивалента. В 2023 году выбросы CO_2 на душу населения оценивались примерно в 0,9-0,93 тонны. Это значительно ниже среднемирового уровня (например, 3,84 тонны CO_2/чел в 2020 г. или 4,76 тонны CO_2/чел в 2023 г.) и является самым низким показателем в Центральной Азии. Для сравнения, соседний Казахстан выбрасывает 0,56 % мировых CO_2, Узбекистан – 0,33 %, Туркменистан – 0,22 %.

Рис. 3.4.6

Выбросы CO_2 на человека в разных странах мира и Таджикистане.



Другой важный момент – изменение структуры выбросов.

Если раньше основной вклад вносила энергетика, то теперь не меньшую, а иногда и большую роль играет сельское хозяйство. Это связано с тем, что после распада СССР многие промышленные предприятия остановились или сократили производство, а гидроэнергетика, которая почти не дает прямых выбросов CO_2, стала основой энергосистемы. В то же время, сельское хозяйство, особенно животноводство (источник метана CH_4) и использование азотных удобрений (источник закиси азота N2O), продолжает развиваться. Также растет количество отходов, которые на свалках выделяют метан. Поэтому сегодня для снижения выбросов важно работать не только над энергоэффективностью, но и над внедрением современных технологий в сельском хозяйстве и улучшением системы управления отходами.

Климатическая политика и принимаемые меры



Осознавая свою уязвимость и необходимость действовать, Таджикистан активно формирует свою климатическую политику, интегрируя ее в общие стратегии развития страны.

Работа в этом направлении началась не вчера. Еще в 2003 году был принят Национальный План Действий по смягчению последствий изменения климата. Этот документ предусматривал комплекс мер, направленных на снижение выбросов парниковых газов и улучшение состояния их естественных поглотителей, содействие адаптации к изменению климата, оптимизацию сети систематических наблюдений, улучшение системы просвещения, подготовки кадров и осведомленности общественности, а также подготовку кадастра источников выбросов и поглотителей парниковых газов. Разработанные мероприятия были ориентированы на все ключевые сектора, включая энергетику, транспорт, промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство и управление отходами.

Ключевым документом, определяющим долгосрочные цели развития, является Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года (НСР-2030). Она ставит задачи по достижению энергетической безопасности, повышению эффективности использования ресурсов, улучшению транспортной связанности и обеспечению продовольственной безопасности. Важной частью НСР-2030 является адаптация к изменению климата и снижение рисков стихийных бедствий, что напрямую связано с климатической повесткой. Стратегия подчеркивает важность «упреждающего» подхода – то есть снижения будущей уязвимости.



Более конкретно на «зеленые» рельсы экономику направляет Стратегия развития «зеленой» экономики в Республике Таджикистан на 2023-2037 годы (СРЗЭ). Этот документ, принятый в 2022 году, ставит амбициозную цель – превратить Таджикистан в «зеленую страну» к 2037 году. Это означает переход к устойчивому развитию через внедрение современных «зеленых» технологий, повышение энергоэффективности во всех секторах, широкоеиспользованиевозобновляемых источников энергии (ВИЭ), сокращение выбросов парниковых газов и адаптацию к изменению климата. Стратегия предусматривает институциональные реформы, привлечение «зеленых» инвестиций и развитие международного сотрудничества. Реализация СРЗЭ разделена на этапы, и сейчас идет работа над планом действий на 2026-2028 годы.

Поскольку адаптация к уже неизбежным изменениям климата является для Таджикистана приоритетом, в 2019 году была принята Национальная стратегия адаптации к изменению климата (НСАИК) на период до 2030 года. Она фокусируется на наиболее уязвимых секторах: энергетике, водных ресурсах, сельском хозяйстве, транспорте, а также на таких важных областях, как здравоохранение, образование и снижение риска стихийных бедствий. Стратегия предусматривает конкретные меры по снижению рисков, связанных с засухами, наводнениями, селями, лавинами, и повышению устойчивости экономики и населения. Сейчас при поддержке международных партнеров, таких как Программа развития ООН (ПРООН) и Зеленый климатический фонд (ЗКФ), разрабатывается детальный План действий по реализации НСАИК и первый Национальный план адаптации (NAP), который должен интегрировать адаптационные меры в национальное и секторальное планирование.

На международном уровне Таджикистан также подтверждает свои обязательства. Присоединившись к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) в 1998 году и ратифицировав Парижское соглашение в 2017 году, страна регулярно представляет свои национальные сообщения и отчеты о выбросах.Важнейшим элементом Парижского соглашения являются Определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ, или NDC по-английски). Это конкретные обязательства каждой страны по снижению выбросов и адаптации к изменению климата. В 2021 году Таджикистан представил свой обновленный ОНУВ. В нем поставлены две цели по сокращению выбросов к 2030 году по сравнению с пересчитанным уровнем 1990 года (35,53 млн т CO_2-экв.).

Помимо этих основополагающих стратегических документов и международных обязательств, реализация экологической и климатической политики Таджикистана обеспечивается через ряд действующих секторальных и тематических государственных программ, стратегий и законов. Эти документы конкретизируют меры в наиболее важных и уязвимых областях:

- **Общая экологическая политика:** реализуется через Государственную экологическую программу Республики Таджикистан на 2023-2028 годы.
- **Водные ресурсы и ледники:** Управление водными ресурсами определяется Национальной водной стратегией Республики Таджикистан на период до 2040 года, а защита ледников – Государственной программой изучения и сохранения ледников Республики Таджикистан на 2010- 2030 годы.
- **Снижение риска бедствий:** Устойчивость к природным катастрофам повышается в рамках Национальной стратегии Республики Таджикистан по снижению риска стихийных бедствий на 2019-2034 годы.
- **Лесные ресурсы и озеленение:** Развитие лесного хозяйства регулируется Программой развития лесного сектора на 2022-2026 годы, а масштабные работы по посадке деревьев ведутся согласно Государственной программе по озеленению Республики Таджикистан на период до 2040 года.
- **Экологическое образование:** Правовой основой для просвещения населения служит Закон Республики Таджикистан «Об экологическом образовании населения», который подкрепляет соответствующие компоненты СРЭЭ и других стратегий и реализуется через конкретные меры, определенные в Государственной комплексной программе развития экологического воспитания и просвещения населения Республики Таджикистан на 2021-2025 годы.

Развитие топливно-энергетического комплекса инфраструктура

Энергетика – это сердце экономики любой страны, и для Таджикистана она имеет особое значение. С одной стороны, страна обладает колоссальными гидроэнергетическими ресурсами, с другой – сталкивается с серьезными вызовами, такими как зимний дефицит электроэнергии и устаревшая инфраструктура



Связь с соседями: региональная интеграция

Энергетика Таджикистана исторически была частью единой энергосистемы Центральной Азии. Восстановление и развитие энергетических связей с соседями – ключевой элемент стратегии страны.

- **CASA-1000:** Этот крупный международный проект предусматривает строительство высоковольтной линии электропередачи для экспорта летних излишков электроэнергии из Таджикистана и Кыргызстана в Афганистан и Пакистан. К 2024-2025 годам строительство линий на территории Таджикистана и Кыргызстана было практически завершено. В Таджикистане закончено строительство уникальной для региона конвертерной подстанции. После некоторой задержки возобновились работы на афганском участке. Ожидается, что проект будет полностью введен в эксплуатацию в 2027 году. CASA-1000 позволит Таджикистану получать доход от экспорта электроэнергии и укрепит энергетическое сотрудничество в регионе.

- **Объединенная энергосистема Центральной Азии (ОЭС ЦА / CAPS):** В советское время энергосистемы региона работали синхронно, что позволяло эффективно использовать ресурсы: ГЭС Таджикистана и Кыргызстана работали на орошение летом, а зимой страны получали энергию от ТЭС соседей. После распада СССР эта система нарушилась, и в 2009 году Таджикистан был отключен от ОЭС ЦА. Это усугубило проблему зимнего дефицита. С 2018 года начался процесс восстановления связей с энергосистемой Узбекистана – сначала в «островном» режиме. Сейчас при поддержке АБР реализуется проект по полной ресинхронизации систем. Ожидается, что Таджикистан полностью вернется в ОЭС ЦА в 2025 году. Это позволит не только экспортировать летние излишки и импортировать энергию зимой, но и повысит общую надежность энергоснабжения и облегчит интеграцию солнечных и ветровых станций в будущем.

Рис. 3.4.7

Система передачи электроэнергии CASA-1000.



Транспорт: движение к чистоте

Транспортный сектор Таджикистана – еще один важный источник выбросов CO_2 (около 21 % от общих выбросов страны или 29 % от выбросов при сжигании топлива) и основной виновник загрязнения воздуха в городах. Почти весь транспорт в стране работает на импортных нефтепродуктах (бензин, дизельное топливо). Переход на более чистые виды транспорта – важная задача как для экологии, так и для экономики.

В последние годы Таджикистан активно развивает электротранспорт. Этому способствуют несколько факторов: наличие собственной, преимущественно «зеленой» электроэнергии от ГЭС, и стремление снизить зависимость от импортного топлива. Правительство приняло ряд мер для стимулирования этого процесса:

- **Налоговые и таможенные льготы:** с 2022 года импорт электромобилей (легковых, автобусов, троллейбусов) освобожден от НДС и таможенных пошлин сроком на 10 лет.
- **Программа развития электротранспорта (2023-2028 гг.):** этот документ ставит цели по созданию инфраструктуры (зарядные станции, сервис), стимулированию использования и даже производству электромобилей в стране. Планируется, что к 2030 году доля электромобилей в общем количестве транспортных средств достигнет 20-30 %, а к 2037 году – 55 %.
- **Развитие инфраструктуры:** идет создание сети зарядных станций. К июню 2024 года в Душанбе было установлено 136 станций. Планируется установка не менее 40 мощных (быстрых) и 850 станций средней мощности по всей стране.

Рис. 3.4.7.1 **Электромобили такси в Душанбе.**



Эти меры уже дают результаты. Импорт электромобилей растет: если за весь 2023 год было ввезено 767 штук, то только за первое полугодие 2024 года – уже 709. К августу 2023 года общее число зарегистрированных электромобилей превысило 1600. Особенно заметен переход на электротягу в такси. В Душанбе к июню 2024 года уже около 2450 из 4350 такси были электрическими, а к сентябрю 2025 года планируется полностью перевести все столичные такси на электромобили. Появилась новая компания Eco Taxi 9090, использующая 400 электрокаров.

Переход на электромобили в Таджикистане имеет особые преимущества. Во-первых, это существенно снижает затраты на топливо для водителей – на 40-70 %, так как электричество в стране дешевле бензина. Во-вторых, благодаря тому, что электроэнергия вырабатывается в основном на ГЭС, использование электромобилей приводит к почти 100 %-ному сокращению выбросов парниковых газов от транспорта. Это уникальная ситуация, позволяющая одновременно решать проблемы энергетической безопасности (снижение импорта нефти), экологии (чистый воздух в городах, борьба с изменением климата) и экономики (создание внутреннего спроса на электроэнергию).

Параллельно идет модернизация общественного транспорта. В Душанбе закупаются современные троллейбусы (104 единицы) и электробусы, планируется полностью обновить автобусный парк (500 машин) к 2028 году. В столице даже создано совместное таджикско-турецкое предприятие «Akia Avesto» по сборке электробусов. В Худжанде также планируется закупка электробусов при поддержке ЕБРР. Развитие удобного и экологичного общественного транспорта – ключ к снижению зависимости от личных автомобилей и улучшению городской среды.

Кроме того, в стране действуют экологические стандарты для автомобилей. С 2022 года запрещена продажа транспорта ниже стандарта Евро-4, а также импорт легковых автомобилей, выпущенных до 2013 года. Это помогает предотвратить наводнение страны старыми, неэкологичными машинами.

Конечно, переход на электротранспорт сопряжен и с трудностями. Главные из них – это все еще высокая начальная стоимость электромобилей по сравнению с традиционными авто и необходимость быстрого развития зарядной и сервисной инфраструктуры по всей стране. Решение этих задач потребует дальнейших усилий со стороны государства и привлечения инвестиций.

Наши дома и ЖКХ: тепло и свет – экономно и надежно

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) и энергопотребление домохозяйств – еще одна сфера, где пересекаются вопросы экономики, экологии и качества жизни.

Структура энергопотребления сильно различается. Сельские жители (а это 73 % населения страны) потребляют относительно малоэлектричества–около200-250кВт*чвмесяц зимой. Для отопления (а на него зимой уходит до 80 % всей потребляемой домом энергии) они в основном используют уголь (в среднем 4 тонны на семью за зиму) и биомассу – дрова и кизяк (высушенный навоз). Потребление дров, по некоторым оценкам, составляет около 6 кубометров на домохозяйство в год.

В городах, особенно в Душанбе, ситуация иная. Зимой потребление электроэнергии в столичных квартирах может достигать 800-900 кВт*ч в месяц. Такая ситуация создает тройную проблему.

Рис. 3.4.8

Энергопотребление сельского и городского населения.



Во-первых, зимний дефицит электроэнергии усугубляется высоким спросом на электроотопление в городах. Во-вторых, высокие расходы на энергию ложатся тяжелым бременем на бюджеты семей, особенно бедных. В сельской местности расходы на уголь и другие виды топлива зимой могут составлять до 25 % всех трат беднейших домохозяйств. В-третьих, сжигание угля, дров и кизяка в неэффективных печах приводит к сильному загрязнению воздуха внутри помещений, что вызывает респираторные заболевания, а также ведет к вырубке лесов и деградации земель.

Решение этой «трилеммы» (дефицит энергии, бедность, экология) во многом лежит в плоскости повышения энергоэффективности в жилом секторе и ЖКХ. Потенциал для экономии здесь огромен – только в ЖКХ Душанбе он оценивается в 30-35 %. Основные направления работы:

- **Повышение энергоэффективности зданий:** в Таджикистане действуют законодательные требования к энергоэффективности зданий, которые должны пересматриваться каждые пять лет. Однако на практике, особенно в сельской местности, где много самостроя, эти нормы часто не соблюдаются. Необходимо не только ужесточать контроль, но и стимулировать использование энергоэффективных материалов и технологий при строительстве и ремонте.

- **Утепление жилья:** проекты по установке современных утепленных окон и дверей, теплоизоляции стен и крыш могут значительно (на 20-60 %) сократить потребность в отоплении. Вложения в утепление окупаются за счет экономии на топливе в среднем за два года.

- **Энергоэффективные бытовые приборы:** замена старых холодильников, стиральных машин, ламп накаливания на современные энергосберегающие модели также дает существенную экономию электроэнергии. В стране действуют стандарты энергоэффективности для бытовых приборов, и реализуются программы по их продвижению (например, проекты ПРООН, GEFF).

Инвестиции в энергоэф-фективность жилья – это не просто экономия ресурсов. Это прямой путь к улучшению качества жизни людей (теплые дома зимой, снижение расходов), оздоровлению экологии (чистый воздух, сохранение лесов) и повышению надежности энергосистемы страны.

Рис. 3.4.9

Использование энергоэффективных домашних печей в сельских регионах Таджикистана.



Управление отходами: на пути к чистоте и переработке

Проблема мусора актуальна для любой страны, и Таджикистан – не исключение. Ежегодно в стране образуется 1,7-2 млн тонн твердых бытовых отходов (ТБО). Долгое время основным методом обращения с ними было простое захоронение на полигонах и свалках. В стране насчитывается около 70 официальных полигонов, но многие из них не отвечают современным санитарным и экологическим требованиям, переполнены и загрязняют окружающую среду. Например, полигон под Душанбе работает уже более 40 лет, хотя рекомендуется переносить свалки каждые 20 лет.

В последние годы ситуация начала меняться. При поддержке международных партнёров (Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), Всемирный банк, Европейский союз (ЕС)) реализуются проекты по модернизации системы управления отходами в крупных городах – Душанбе, Худжанде, Кулябе, Бохтаре, Турсунзаде, Хороге, Нуреке.

Однако модернизация полигонов – это лишь часть решения. Гораздо важнее сокращать количество отходов, отправляемых на свалки, за счет переработки и повторного использования. Уровень переработки в Таджикистане пока низкий. Существует неформальный сектор: люди собирают на свалках и в мусорных баках пластиковые бутылки, металлолом, макулатуру и сдают их в пункты приема. Есть небольшие частные предприятия, которые перерабатывают пластик (в гранулы, трубы, тазы, пакеты) и бумагу (в туалетную бумагу, картонные коробки). Однако стекло почти не перерабатывается, а переработка органических отходов (пищевых, садовых) практически отсутствует.

Ключевым шагом к увеличению переработки является внедрение раздельного сбора мусора. Пока это делается лишь точечно. В Душанбе появляются современные подземные пункты сбора отходов у новостроек с контейнерами для разных видов мусора, установлены контейнеры для сбора пластика на некоторых заправках. В Худжанде также установлены контейнеры для раздельного сбора бумаги, пластика, стекла и пищевых отходов. Проводятся общественные акции по сбору и сортировке мусора, такие как «Чистые Игры». Но для повсеместного внедрения раздельного сбора не хватает инфраструктуры (специальных контейнеров, мусоровозов для разных фракций) и, что очень важно, экологической культуры и осведомленности населения. Многие люди просто не знают, как и зачем сортировать мусор.

Особая проблема – электронные отходы (старые компьютеры, телефоны, бытовая техника). Их количество растет (14,1 тыс. т в 2024 г.), и они содержат опасные вещества. Сейчас разрабатываются специальные правила по обращению с такими отходами. Также остро стоит вопрос утилизации опасных отходов, таких как ртутьсодержащие лампы и батарейки.

ВОПРОСЫ

1. Что такое углеродный след?

2. В каких единицах считается углеродный след?

3. Чей углеродный след больше: клубники, выращенной в собственном огороде, или клубники, которую привезли из за рубежа и красиво упаковали? Почему?

4. На улице холодно, а дома нет привычного отопления. Человеку зябко в своей квартире. Какие из предложенных способов согреться вы считаете более действенными и экономичными и почему?
   1. Надеть тёплую кофту и носки;
   2. положить под ноги ковёр;
   3. съесть что-нибудь;
   4. выпить горячий чай;
   5. включить электрический обогреватель;
   6. танцевать, прыгать или бегать;
   7. зажечь огонь в печи или камине;
   8. принять горячую ванну;
   9. сесть там, куда падают солнечные лучи.

5. Что экономнее -принять ванну или мыться под душем?

6. Можно ли считать установку водяных счётчиков энергосберегающей мерой и почему?

7. Тратим ли мы энергию, пользуясь водой в многоэтажном доме? Если да, то какую?

8. Какие меры по энергосбережению вы уже предпринимаете в своём доме?

9. Какие правила важно соблюдать при пользовании холодильником?



ЗАДАНИЯ



1

Тест «Мой углеродный след»

А. Когда в магазине вы приобретаете овощи, фрукты, то чаще выбираете:
- местные, неупакованные (1 балл);
- из южных регионов страны, неупакованные (2 балла);
- из Франции, Нидерландов, Аргентины или других стран, неупакованные (3 балла);
- импортные, расфасованные в индивидуальные упаковки (4 балла)?

Б. Сумка, с которой вы ходите за покупками:
- льняная или хлопчатобумажная (1 балл);
- бумажный пакет (2 балла);
- полиэтиленовый пакет, ношу его с собой (3 балла);
- полиэтиленовые пакеты, которые беру или покупаю на кассе в магазине (4 балла).

В. В какой таре вы покупаете обычно себе напитки:
- в бумажной (1 балл);
- в стеклянной (2 балла);
- в алюминиевой (3 балла);
- в пластмассовой (4 балла)?

Г. Какую книгу вы предпочтёте:
- новую, купленную в магазине (4 балла);
- электронную (3 балла);
- кем-то уже прочитанную (2 балла);
- библиотечную (1 балл)?

Д. Готовя подарок другу, вы предпочтёте:
- яркую и красивую бумагу, вам всё равно, из чего она сделана (4 балла);
- бумагу со знаками экомаркировки, свидетельствующими о возможности её переработки (2 балла);
- использованную коробочку или пакет, предварительно самостоятельно украсив их (2 балла);
- подарить подарок без упаковки (1 балл).

Ответы на тест «Мой углеродный след»:

- от 5 до 7 баллов: След с размером с мушиную лапку. Браво! Вам ничего не остается, кроме как летать, жужжать и убеждать других делать так же, как вы.
- от 8 до 10 баллов: Кошачий след. Супер! Не расслабляйтесь, лёжа на печи, осталось сделать совсем чуть-чуть.
- от 11 до 13 баллов: Отпечаток лошадиного копыта. Хватит топтаться на месте!
- от 14 до 16 баллов: След слона. Нужно постараться! Вы ступаете тяжело, но у вас есть силы, чтобы далеко пойти.

2

Нарисуйте таблицу, состоящую из четырёх колонок. В первой колонке в течение недели постоянно отмечайте случаи не самого эффективного использования энергии вокруг вас – на улице, дома, в школе. Во второй колонке поясняйте, как можно было бы во всех этих случаях сохранить часть энергии или использовать её более эффективно. В третьей колонке записывайте увиденные случаи экономии. А в четвёртой колонке записывайте один случай за день, когда вы лично смогли использовать энергию более эффективно и немножко изменили мир к лучшему.
Сравните свою таблицу с таблицами своих одноклассников. Подготовьте доклад по итогам наблюдений.

3

Проведите ревизию своих вещей (желательно вместе с родителями). Для этого найдите сведения о месте их производства и отметьте на карте мира города, из которых были привезены эти вещи. В отдельную группу выделите вещи, которыми вы не пользуетесь, которые приобрели случайно, не подумав. Подсчитайте расстояние, которое они проделали по дороге к вам. Результатом вашей работы должна стать произвольная таблица (диаграмма, карта), в которой вы отразите часть информации, которую получили: места производства вещей, типы, на которые вы делите свои вещи (нужные, не нужные, полезные время от времени, подвергающиеся вторичной переработке, подходящие для разного вида творчества и другие).

4

Разделите класс на семь групп, каждая из которых по жребию выберет свою фокус-группу: младшие школьники; старшие школьники; домохозяйки; пенсионеры; промышленники; политики; учителя. Каждой группе предстоит разработать проект по пропаганде энергосбережения и энергоэффективности для своей фокус-группы. Вам нужно:

1. придумать один или несколько девизов для проведения своей информационной кампании;
2. нарисовать плакат с призывом к энергосбережению;
3. разработать программу мероприятий, которая поможет вашей фокус-группе проникнуться идеями энергосбережения и воплотить их в жизнь.

Включайте в программу самые неожиданные идеи! В зависимости от фокус-группы это может быть и кукольный спектакль, и изданная книжка, и предложения по государственному реформированию.

После проведения защиты проектов непременно повесьте лучшие плакаты в школе или подъезде своего дома.

3.4 Глобальное сотрудничество в области изменения климата, устойчивого развития и подходы к решению проблемы изменения климата на общенациональном уровне

Глобальное сотрудничество и переговоры по изменению климата

До конца 1970-х годов проблемой изменения климата интересовались главным образом учёные, работающие в этой области.

В 1979 году на Первой всемирной конференции по климату был представлен ряд докладов, в которых приводились данные о том, что деятельность человека оказывает существенное влияние на изменение климата. Сначала этот факт привлёк внимание журналистов, затем широкой общественности и, наконец, правительств.

В 1988 году проблема изменения климата была признана Организацией Объединённых Наций одним из острейших глобальных вызовов, стоящих перед человечеством.

К изучению проблемы изменения климата были привлечены лучшие учёные со всего мира. В том же 1988 году была создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). Перед этой группой экспертов была поставлена задача проанализировать имеющиеся научные данные и показать, каким образом деятельность человека влияет на климат.

Первый доклад МГЭИК был опубликован в 1990 году. В нём была подтверждена реальность угрозы изменения климата и непосредственная связь происходящих в глобальной атмосфере процессов с деятельностью человека.

С тех пор было выпущено еще пять докладов МГЭИК, последний из них в 2021–2023 гг., в которых оценивается изменение климата с использованием самых последних данных.

С момента выхода первого отчёта МГЭИК для большинства учёных стало ясно, что с изменением климата можно и нужно бороться. Вести такую борьбу невозможно, если к ней не присоединятся страны всего мира. А сделать это лучше всего можно под эгидой Организации Объединённых Наций.





В 1992 году страны мира договорились на конференции ООН по окружающей среде и развитию о необходимости сотрудничества по вопросам климата, биоразнообразия и лесов, а также опустынивания.

Договорённости стран по вопросам изменения климата были объединены в общий международный документ под названием Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК), которую приняли в рекордный срок – 18 месяцев.

Следует отметить, что климатическая конвенция вступила в действие в 1994 году, и она предусматривала действия по ограничению и сокращению выбросов парниковых газов и сотрудничество по адаптации к изменениям климата только на 1990-е годы, то есть только до наступления XXI века. Поэтому в 1995 году, уже на первой конференции Сторон конвенции (то есть стран, к ней присоединившихся) было принято решение о разработке дополнительного международного документа, который регулировал бы действия Сторон конвенции на следующий период времени.

Международные переговоры по разработке этого нового документа были очень сложными и трудными. Тем не менее странам удалось договориться, и в декабре 1997 года в Японии, в городе Киото, был принят новый международный договор, который получил соответствующее название – Киотский протокол.

Особенностью и отличием Киотского протокола от климатической конвенции стало то, что развитые страны взяли на себя обязательства не превысить в период с 2008 по 2012 годы определённых уровней выбросов парниковых газов по отношению к 1990 году, который был принят базовой точкой отсчёта.

United Nations
Framework Convention on
Climate Change



Например, Европейский союз обязался сократить свои выбросы на 8 %, Япония – на 6 %, Россия и Украина – не превысить уровень выбросов 1990 года.

США, страна, на чью долю, в то время, приходилось самое большое количество выбросов парниковых газов в мире, активно участвовала в переговорах по Киотскому протоколу, но позже, в 2001 году, отказалась к нему присоединиться.

Таким образом, до конца 2012 года одновременно действовали уже два международных договора: климатическая конвенция, как международный документ, определяющий общие направления деятельности человечества в борьбе с изменением климата, и Киотский протокол, закрепивший конкретные обязательства промышленно развитых стран, таких как страны Европейского союза, и стран с переходной экономикой, таких как Россия или Украина.

Так как первый период обязательств промышленно развитых стран и стран с переходной экономикой в конце 2012 года истёк, возникла необходимость проведения нового раунда переговоров для следующего периода, начинающегося с 2013 года. Поэтому в 2013 году развитые страны снова договорились об их дальнейших обязательствах по сокращению выбросов парниковых газов на период с 2013 до 2020 года, гораздо более существенных, чем прежде.

Но к этому времени по самым разным обстоятельствам отношение к Киотскому протоколу у ряда стран изменилось. В договорённостях на 2013–2020 годы не участвуют США, Канада, Япония, Новая Зеландия и Россия. Их аргументация такова: мир изменился, в отличие от 1990-х, почти весь рост выбросов приходится не на развитые, а на крупнейшие развивающиеся страны – Китай, Индию, Бразилию, ЮАР и другие, а Киотский протокол их обязательств по выбросам не предусматривает в принципе.



Решение, которое было найдено в то время, заключалось в том, чтобы, развитые страны, которые не присоединились ко второму периоду Киотского протокола, взяли на себя добровольные обязательства по сокращению выбросов к 2020 году, а развивающиеся страны реализовали соответствующие национальным условиям меры по смягчению последствий в форме и объёме, которые они определяли сами.



Рис. 3.4.1

Принятие исторического Парижского соглашения на COP21 в Париже, Франция, в 2015 году.

Основные этапы международного сотрудничества по решению проблемы изменения климата

Таким образом, можно выделить несколько этапов борьбы человечества с изменением климата:

- 1992 год – Рамочная Конвенция ООН об изменении климата. Страны договорились сотрудничать для противодействия изменениям климата и вернуть выбросы парниковых газов до уровня 1990 года к концу XX века.
- 2008-2012 годы – первый период обязательств Киотского протокола. 37 развитых стран и Европейское сообщество обязались сократить свои выбросы парниковых газов в среднем на 5% по сравнению с уровнем 1990 года.
- 2013-2020 годы – второй период обязательств Киотского протокола. Развитые страны приняли решение сократить свои выбросы на 18% от уровня 1990 года. Однако состав участников отличается от первого периода. Развитые страны, не участвовавшие в Киотском протоколе, взяли на себя добровольные обязательства по сокращению выбросов к 2020 году, а развивающиеся страны согласились реализовать соответствующие национальным условиям меры по смягчению последствий.
- 2015 год – принято Парижское соглашение с определяемыми на национальном уровне вкладами (ОНУВ) стран в глобальные усилия по сокращению выбросов парниковых газов после 2020 года.
- 2016 год – вступает в силу Парижское соглашение с первыми обязательствами по сокращению выбросов в рамках ОНУВ на период с 2020 по 2025 год или с 2020 по 2030 годы.

В декабре 2015 года страны встретились на климатической конференции ООН в Париже, чтобы разработать новое всеобъемлющее соглашение по климату, которое было бы применимо ко всем странам. В результате этой конференции было принято **Парижское соглашение.** Основная цель нового документа – ограничить рост глобальной температуры в пределах 2 °C относительно доиндустриального уровня (и, по возможности, в пределах 1,5 °C), чтобы избежать наиболее катастрофических последствий изменений климата. Готовясь к Парижской конференции, правительства представили свои климатические обязательства под названием **«определяемые на национальном уровне вклады»** (ОНУВ), в которых изложены их среднесрочные национальные цели по сокращению выбросов.

На Парижской конференции был рассмотрен широкий спектр проблем и решений по вопросам изменения климата, включая снижение выбросов парниковых газов, адаптацию к последствиям изменения климата, а также техническую и финансовую поддержку таких действий. Парижское соглашение является лишь правовой основой для действий по изменению климата после 2020 года, тогда как более подробные решения по его реализации принимались на последующих климатических конференциях.

Эффективное международное сотрудничество может помочь миру развиваться по пути, при котором повышение температуры будет удерживаться в пределах 2 °C, а в дальнейшем в пределах 1,5 °C, и даст возможность своевременно адаптироваться к изменениям климата, которые уже происходят в результате прошлых и текущих выбросов парниковых газов.

Важно отметить, что Парижское соглашение не налагает на страны целевых показателей по ограничению или сокращению выбросов. Скорее, оно поощряет страны установить цели, которые представляют собой их наилучшие усилия по содействию достижению температурных целей Парижского соглашения. Они известны как Определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ). Первые ОНУВ были представлены странами в 2015 и 2016 годах, а обновлённые вклады были представлены в 2021-2022 годах.

Чтобы гарантировать, что ОНУВ, обещанные странами, коллективно приведут к сокращению выбросов до уровня, необходимого для того, чтобы ограничить глобальный рост температуры в пределах 2 °C и, по возможности, 1,5 °C, в Парижском соглашении был введён новый механизм, известный как Глобальное подведение итогов. Его роль заключается в оценке коллективного прогресса в достижении целей Парижского соглашения в свете лучших доступных научных данных и справедливости. Это возможность внимательно оценить состояние нашей Планеты и наметить лучший курс на будущее.

Это также возможность побудить страны и информировать их о необходимости быть более амбициозными в этом направлении, расширять масштабы своих действий в соответствии с требованиями науки и отразить их в следующих ОНУВ, которые должны быть предоставлены в 2025 году и, как ожидается, будут включать цели на 2035 год.

Первое Глобальное подведение итогов состоялось в 2022–2023 годах и завершилось конференцией сторон (COP28) в декабре 2023 года в Дубае, Объединённые Арабские Эмираты. Страны пришли к соглашению, что мир ещё не находится на пути к достижению цели Парижского соглашения по ограничению роста температуры в пределах 1,5 °C, и поэтому страны должны предпринять срочные и амбициозные действия по смягчению последствий изменения климата и адаптации, а также отразить их в следующих ОНУВ в 2025 году.

Подведение итогов признает научные данные, которые указывают на то, что глобальные выбросы парниковых газов необходимо сократить на 43 % к 2030 году и на 60 % к 2035 году по сравнению с уровнями 2019 года, а также достичь чистых нулевых выбросов к 2050 году, чтобы ограничить глобальное потепление на уровне 1,5 °C.

В ходе подведения итогов странам предлагается:

а) предпринять конкретные действия по увеличению мощности возобновляемых источников энергии втрое и удвоению энергоэффективности к 2030 году во всем мире, а также по сокращению выбросов метана; и

б) ускорить усилия по поэтапному отказу от использования ископаемого топлива в энергетическом секторе, поэтапному отказу от неэффективных субсидий на ископаемое топливо и другим мерам по переходу от ископаемого топлива в энергетических системах справедливым, упорядоченным и равноправным образом.

Соглашение призывает развитые страны возглавить переход к экологически нейтральному и устойчивому будущему.

На конференции в Дубае было также достигнуто согласие относительно необходимости увеличения поддержки для развивающихся стран, чтобы они могли выполнить свои амбициозные цели. Например, Глобальное подведение итогов оценило глобальный прогресс в области борьбы с климатическим кризисом и его всё увеличивающимися последствиями и привело к созданию механизмов и инструментов финансирования, которые могут помочь справиться с такими бедствиями, как сильное наводнение в Силхете, Бангладеш, в 2022 году, которое привело к нехватке чистой питьевой воды (Рис. 3.4.2).



Рис. 3.4.2

Женщины ищут питьевую воду в Силхете, Бангладеш, после сильного наводнения в 2022 году.

Таким образом результаты Глобального подведения итогов дают всем странам равные шансы для достижения целей Парижского соглашения в это решающее десятилетие для борьбы с изменением климата.

Парижское соглашение также требует, чтобы развитые страны поддерживали действия развивающихся стран, предоставляя им финансовую, технологическую поддержку оказывали содействие в наращивании потенциала. Страны признали необходимость предоставления развивающимся странам климатического финансирования в размере 5,8–5,9 триллионов долларов США на период до 2030 года.

COP28 также стала первой конференцией по климату, на которой было обращено внимание на влияние изменения климата на здоровье человека. Министры здравоохранения, окружающей среды, финансов и других смежных секторов подготовили дорожную карту по решению этой проблемы. Страны приняли первую в истории Декларацию о здоровье и изменении климата, в которой они обязались объединить усилия и работать над преобразованием систем здравоохранения, чтобы они стали устойчивыми к климатическим изменениям, низкоуглеродными и общедоступными, а также договорились о том, что будут совместно готовить сообщества и наиболее уязвимые группы населения к изменениям климата.

Изменение климата и устойчивое развитие

Международная деятельность в области изменения климата очень тесно переплетается с более широкой сферой действий человечества – с действиями по достижению устойчивого развития, необходимого для глобального процветания. Устойчивое развитие включает три компонента: экономическое развитие, социальное благополучие и экологическую безопасность. Проблема изменения климата тесно связана с каждым из них.

На Генеральной Ассамблее ООН в сентябре 2015 года 193 страны приняли «Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», а вместе с ней – 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР). Эти цели призваны стимулировать действия стран и международное сотрудничество в областях, имеющих огромное значение для человечества и планеты (Рис. 3.4.3).

Рис. 3.4.3 **17 целей в области устойчивого развития (ЦУР).**



В частности, цель 13 направлена на принятие срочных мер по борьбе с изменением климата. Многие другие ЦУР также связаны с изменением климата, например, цель 7 «Обеспечение доступа к надежной, устойчивой и современной энергии для всех».

В современном мире технологического прогресса около 1,3 млрд человек, 80 % из которых проживают в сельской местности, вообще не имеют доступа к электрической энергии. Это беднейшее население Земли составляет более 16 % из более чем 8 млрд человек, проживающих во всём мире!

Ещё больше людей, приблизительно 3 млрд человек, используют для приготовления пищи и обогрева традиционную биомассу – дрова, хворост. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу при сжигании биомассы с использованием неэффективных устройств для приготовления пищи, могут привести к преждевременной смерти 1,5 млн человек в год или более 4 тыс. человек в день – это больше, чем число людей, умирающих ежедневно от малярии, туберкулеза и СПИДа вместе взятых.

Эти бедные люди живут в странах Африки южнее самой большой пустыни мира – Сахары, в Южной Азии и Латинской Америке.

Это так называемая «проблема энергетической бедности».

Обеспечение доступа к экологически чистым, эффективным, доступным по цене и надёжным энергоресурсам является ключевым аспектом глобального процветания и способом снизить нагрузку на климат Земли. С другой стороны, целенаправленная политика в области климата способствует рациональному и эффективному использованию энергетических ресурсов. Таким образом тесно связанные друг с другом проблемы энергетики и климата прочно заняли одно из главных мест в повестке дня ООН и всего человечества.

Подходы к решению проблемы изменения климата на всенародном уровне

Говоря о международном сотрудничестве, нельзя иметь в виду только то, что делают страны и правительства, поскольку и простые люди осознают важность этой проблемы и объединяются для её решения.

Каждый человек может внести свой личный вклад в смягчение климатических изменений, сокращая свой углеродный след.

Представители бизнеса, городов, регионов, инвесторов, гражданского общества и научных кругов с 1990-х годов всё активнее участвуют в переговорах по изменению климата. Это произошло на Международной конференции стран-участниц Конвенции ООН по проблемам изменения климата (COP21) в Париже, когда правительства официально согласились, что для достижения целей Парижского соглашения срочно необходима мобилизация более решительных и амбициозных действий по борьбе с изменением климата. Каждый должен сыграть свою роль в эффективной реализации Парижского соглашения. Неправительственные организации участвуют в действиях по борьбе с изменением климата, создавая свои собственные климатические планы, устанавливая цели по сокращению выбросов, раскрывая климатические риски, повышая техническую квалификацию и потенциал, а также помогая в реализации целей национальной политики на местном уровне. Они также совместно работают, и часто сотрудничают с национальными правительствами, в рамках транснациональных климатических инициатив или международных совместных инициатив. Саммит ООН в 2023 году уделил особое внимание роли правительств, бизнеса, городов, регионов и финансовых учреждений, а также тому, как они могут работать совместно, чтобы превратить низкоуглеродную трансформацию общества и экономики в реальность (Рис. 3.4.4).

Рис. 3.4.4 **Как различные заинтересованные стороны объединяют усилия по борьбе с изменением климата: Саммит ООН по климатическим целям 2023 г.**



Рамочная конвенция об изменении климата ООН (РКИК) предоставляет информацию о более чем 32 000 инициативах и субъектах, участвующих в борьбе с изменением климата. В октябре 2023 года в их число входили 15 590 компаний, 1 654 инвестора, 3 443 организации, 282 региона, 11 354 города и 194 страны. На уровне РКИК руководство действиями неправительственных структур обеспечивается лидерами высокого уровня, которые содействуют сотрудничеству между правительствами и городами, регионами, предприятиями и инвесторами, которые должны действовать сообща для решения проблемы изменения климата. Наиболее заметными недавними инициативами являются «Прорывы к 2030 году», программа адаптации Шарм-эль-Шейха, кампания «Гонка к нулю» и «Гонка к устойчивости».

Признавая важность привлечения молодёжи к действиям по борьбе с изменением климата, на COP28 в Дубае была учреждена должность Молодёжного защитника климата. Перед защитником стоит задача повысить значимое участие и представительство молодых людей в будущих конференциях.

Таджикистан на международной арене: вода, климат и сотрудничество

Участие Республики Таджикистан в международных инициативах, соглашениях и программах по водным вопросам и изменению климата имеет огромное значение как для самой страны, так и для всего мира. Вода – это основа жизни, но ее запасы на нашей планете не бесконечны, и сегодня они сталкиваются с серьезными угрозами из-за глобального изменения климата. Таяние ледников, изменение количества и режима выпадения осадков создают реальные риски нехватки пресной воды для питья, сельского хозяйства, промышленности и производства энергии во многих уголках Земли.

Рис. 3.5.3 **Выступление Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона на «Водном Саммите» в Будапеште, 2016 год.**



Таджикистан, страна гор и ледников, обладает колоссальными запасами пресной воды – здесь формируется более 60% водных ресурсов всей Центральной Азии. Понимая свою ответственность и важность водных ресурсов для устойчивого будущего, Таджикистан не просто наблюдает за глобальными процессами, но и активно участвует в них, выступая инициатором многих важных международных начинаний в области водных ресурсов и климата.

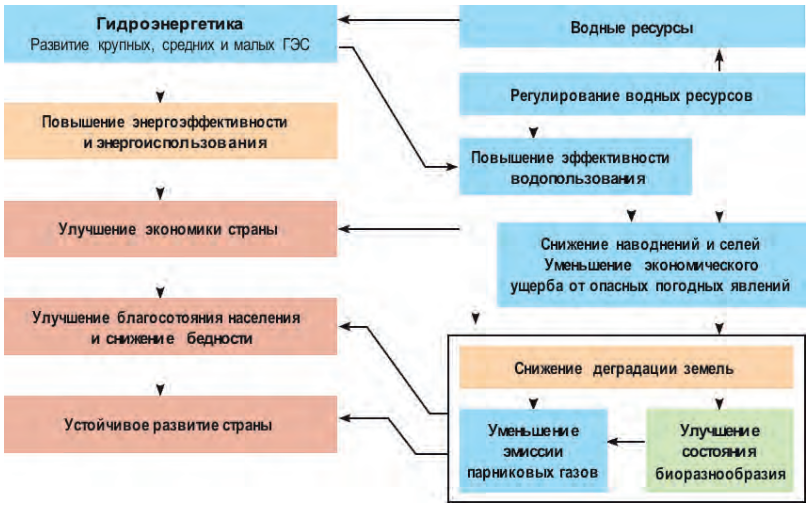
За последние два десятилетия Таджикистан выдвинул ряд ключевых глобальных инициатив, которые получили широкую поддержку Организации Объединенных Наций (ООН) и всего мирового сообщества. Эти инициативы показывают последовательную и целенаправленную работу страны по привлечению внимания к водным проблемам и поиску совместных решений. Это не просто разовые акции, а часть долгосрочной стратегии, позволяющей Таджикистану, обладающему значительными водными ресурсами, играть важную роль в международной водной дипломатии, укреплять сотрудничество и привлекать внимание к проблемам горных регионов, особенно уязвимых к изменению климата.

Рис. 3.5.3.1 **Президент Таджикистана Эмомали Рахмон и Король Нидерландов Виллем-Александр на Водной конференции ООН. 2023.**



Для поддержки текущего Десятилетия «Вода для устойчивого развития» (2018– 2028) Таджикистан инициировал Душанбинский водный процесс. Это серия международных конференций высокого уровня, которые проводятся в столице Таджикистана, Душанбе, каждые два года в тесном сотрудничестве с ООН. Уже состоялись конференции в 2018 и 2022 годах. В июне 2024 года, прошла Третья Душанбинская конференция. Эти конференции играют важную роль: они служат площадкой для обсуждения прогресса, обмена опытом и, что особенно важно, для содействия выполнению добровольных обязательств, принятых странами и организациями на исторической Водной конференции ООН 2023 года в Нью Йорке, и продвижения Повестки действий по водным ресурсам (Water Action Agenda).

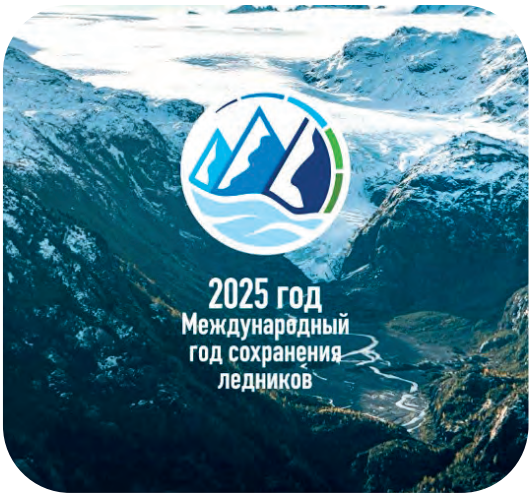
Рис. 3.5.4 **Вода для устойчивого развития в аспекте изменения климата.**



Инициативы по сохранению ледников

Таяние ледников не только угрожает будущей водной безопасности, но и увеличивает риск опасных стихийных бедствий, таких как прорывы ледниковых озер, наводнения и оползни.

Понимая глобальную важность этой проблемы, Таджикистан выступил с новой важной инициативой. По предложению Президента страны, Генеральная Ассамблея ООН единогласно приняла резолюцию объявляющую 2025 год Международным годом сохранения ледников. Эта инициатива получила поддержку более 150 государств-членов ООН.



В рамках этой инициативы Таджикистан предложил создать специальный Международный целевой фонд при ООН для содействия сохранению ледников. Идея заключается в том, чтобы мобилизовать финансовые ресурсы для поддержки исследований, мониторинга и практических мер по защите ледников по всему миру.

Кроме того, в 2025 году в Душанбе проведена Международная конференция высокого уровня по сохранению ледников. Эти шаги – представляют собой комплексный подход. Год призван повысить осведомленность мировой общественности о проблеме. Конференция соберет вместе политиков и экспертов для выработки совместных решений. А Фонд должен обеспечить долгосрочное финансирование необходимых действий. Это демонстрирует стремление Таджикистана не только привлекать внимание к проблеме, но и создавать конкретные международные механизмы для ее решения.



На национальном уровне изучением состояния ледников занимается Государственное научное учреждение «Центр изучения ледников» Национальной академии наук Таджикистана.

Изменение климата: участие на международной арене

Борьба с изменением климата – это глобальная задача, требующая совместных усилий всех стран. Таджикистан является активным участником этого процесса. Страна ратифицировала Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) еще в 1998 году и присоединилась к Парижскому соглашению в 2017 году. Парижское соглашение – это основной международный договор, цель которого – удержать рост глобальной средней температуры значительно ниже 2 градусов Цельсия (а в идеале – не выше 1,5 градусов) по сравнению с доиндустриальным уровнем, а также повысить способность стран адаптироваться к последствиям изменения климата.

В соответствии с Парижским соглашением, каждая страна представляет свой Определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ) – это национальный план действий по климату. Таджикистан представил свой обновленный ОНУВ в 2021 году. Этот документ включает как безусловные цели (которые страна обязуется достичь собственными силами), так и условные цели по сокращению выбросов парниковых газов к 2030 году по сравнению с базовым 1990 годом. Условные цели зависят от получения достаточной международной поддержки – финансовой, технологической и технической.

Парижское соглашение также ввело новую, усовершенствованную систему отчетности – Расширенные рамки прозрачности. В рамках этой системы все страны должны регулярно представлять Двухгодичные доклады о прозрачности (ДДП). Эти доклады содержат подробную информацию о выбросах парниковых газов в стране и о прогрессе в достижении целей, заявленных в ОНУВ. Таджикистан, выполняя свои международные обязательства, подготовил и представил свой первый Двухгодичный доклад о прозрачности в Секретариат РКИК ООН в 2024 году. Тот факт, что Таджикистан, несмотря на свой незначительный вклад в глобальные выбросы (менее 0,04%, 130-е место в мире по данным 2024 года), активно участвует в этой системе отчетности, говорит о серьезном отношении страны к своим международным обязательствам и стремлении быть ответственным партнером в глобальных климатических усилиях. Это также укрепляет позиции страны при запросе международной поддержки для выполнения условных целей своего ОНУВ.

Кроме того, делегации Таджикистана регулярно принимают участие в ежегодных Конференциях Сторон РКИК ООН (COP) и других международных форумах, где обсуждаются и принимаются решения по глобальной климатической политике.

Международные программы и проекты: совместные усилия для устойчивого будущего

Достижение амбициозных целей, которые ставит перед собой Таджикистан в области адаптации к изменению климата, сокращения выбросов парниковых газов, перехода к «зеленой» экономике, а также реализация крупных инфраструктурных проектов, требует значительных ресурсов – финансовых, технологических и экспертных. Поэтому международное сотрудничество и поддержка играют ключевую роль в устойчивом развитии страны.

Таджикистан активно сотрудничает с целым рядом международных партнёров. Среди ключевых партнеров можно назвать:

- Всемирный банк (ВБ - World Bank)
- Азиатский банк развития (АБР - ADB)
- Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР - EBRD)
- Зеленый климатический фонд (ЗКФ - GCF)
- Программа развития ООН (ПРООН - UNDP)
- Глобальный экологический фонд (ГЭФ - GEF)
- Европейский союз (ЕС - EU)
- Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО - FAO)
- Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ - WHO)
- Другие двусторонние партнеры (отдельные страны, оказывающие помощь напрямую).

Международные партнёры оказывают поддержку в самых разных областях. В целом, их помощь направлена на модернизацию и строительство гидроэлектростанций (включая такие крупные объекты, как Нурекская, Кайраккумская и Рогунская ГЭС, а также малые ГЭС), внедрение других возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая, повышение энергоэффективности в зданиях, промышленности и сетях, адаптацию сельского хозяйства к изменению климата, улучшение систем водоснабжения и управления рисками стихийных бедствий, а также модернизацию системы обращения с отходами, включая полигоны в Душанбе, Худжанде и других городах.

Рис. 3.5.5

Противолавинный туннель на дороге Душанбе-Худжанд.



Такое международное сотрудничество жизненно необходимо для Таджикистана. Оно открывает доступ к важному финансированию для реализации дорогостоящих проектов, современным технологиям, которые помогают сделать экономику более эффективной и экологичной, а также к передовому опыту и знаниям в области устойчивого развития и борьбы с изменением климата.

Научное сотрудничество и экспедиции

Интерес Таджикистана к глобальным экологическим проблемам и международному научному сотрудничеству имеет свою историю. В качестве примера можно привести участие таджикских учёных в Международном полярном годе (2007-2008) – крупной международной научной программе по изучению полярных регионов Земли. Кроме того, в 2008-2009 годах была организована первая Таджикская антарктическая экспедиция.

В ходе экспедиции 6 января 2009 года впервые был установлен флаг Республики Таджикистан (рис. 3.5.7) на шестом континенте – Антарктида, на станции Мирный.

Рис. 3.5.6

Встреча полярников в честь 50-летия освоения Антарктиды (профессор А.К. Каюмов из Таджикистана с А.Н. Чилингаровым героем Советского Союза и героем России).



Рис. 3.5.7 **Первая Таджикская Антарктическая экспедиция в 2008–2009 годы, Антарктическая станция «Мирный», 2009 год.**



Эти события показывают интерес страны к глобальным исследованиям, связанным с климатом и ледяными покровами планеты. Изучение полярных регионов имеет большое значение для понимания общих закономерностей изменения климата, которые влияют и на ледники Таджикистана. Это раннее научное взаимодействие дополняет сегодняшнюю активную роль страны в международной водной и климатической дипломатии.



ЗАДАНИЯ

1

В этом блоке заданий вам предстоит попробовать себя в роли международного переговорщика. Прочитайте: «10 заповедей международного переговорщика» и выучите их.

10 заповедей международного переговорщика

1. **Концентрируйте внимание на обсуждаемом вопросе, не отвлекайтесь. Не уходите в сторону, не перескакивайте на другие темы.**
2. **Постарайтесь услышать и выделить главную идею, при этом обращайте внимание на содержание, а не на форму.**
3. **Перефразируйте то, что сказал собеседник, чтобы правильно понять его позицию и получить подтверждение («Если я не ошибаюсь, то Вы хотели сказать, что...», «Правильно ли я понял, что...»).**
4. **Задавайте вопросы.**
5. **Уважайте молчание собеседника, не торопитесь заполнять паузы.**
6. **Интерпретируйте информацию как с точки зрения своей, так и с точки зрения чужой культуры.**
7. **Старайтесь не наделять чужое поведение своим смыслом.**
8. **Отложите оценки и оценочные суждения.**
9. **Учитесь распознавать невербальные сообщения собеседника (мимику, жесты, позы, интонацию и др.).**
10. **Не делайте выводов на основании одного жеста, телодвижения, знака. Кстати, одной из успешных стратегий при общении с представителями других культур может стать элементарное подражание собеседнику. Копирование поведения партнера по переговорам значительно повышает шансы их положительного исхода, причем для всех заинтересованных сторон. Возможно, стиль хамелеона поможет вам преуспеть в международных переговорах. В любом случае, вежливость, уважение к собеседнику и его культуре, открытость в общении способны творить чудеса. Те же правила действуют и в вашей повседневной жизни.**

2

Игра

Представьте, что вы участвуете в «Конференции ООН по изменению климата» и собираетесь обсуждать проблемы разных стран, связанные с изменением климата. Подготовьте краткое приветственное выступление, которое глава вашего государства зачитает для всех участников конференции. В выступлении нужно рассказать о:

- климате и основных природных ресурсах страны;
- жизни населения страны;
- ведущих отраслях экономики;
- влиянии изменений климата на природу, людей и экономику;
- результатах, которые ваша страна ожидает от конференции.

После приветственного выступления участники конференции высказывают свои мнения о том, как предотвратить пагубные влияния изменений климата на природу и жизнь населения стран – участников конференции. В конце игры участники выбирают победителя учащегося, который принимал наиболее активное участие в обсуждении, чья речь была наиболее правильной, аргументированной и интересной.

3

Вы представляете на международных переговорах по подготовке «Рамочной конвенции ООН об изменении климата» одно из малых островных государств Тихоокеанского региона. Опираясь на вопросы, подготовьте доклад.

Как вы считаете, какое из ожидаемых последствий потепления климата представляет наибольшую угрозу для вашей страны?

Что нужно делать в случае, если уровень океана будет так сильно расти, что возникнет угроза полного затопления всей территории вашего острова?

К каким международным организациям и государствам вы планируете обратиться за помощью?

Как вы планируете сохранять культуру своей страны в случае полного затопления острова?



4

Методические рекомендации для учителя

по использованию комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка» в школе

4. Методические рекомендации для учителя

по использованию комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка» в школе

«Климатическая шкатулка» – это комплект учебно-игровых материалов по теме «Изменение климата», адресованный учащимся 1–11 классов и учителям, преподающим предметы образовательной области «Естествознание», «Обществознание», «Основы безопасности жизнедеятельности». Также может использоваться на других предметах, изучающих деятельность человека.

Задачи «Климатической шкатулки»:

- дать учащимся знания об окружающем мире, взаимосвязи между людьми и окружающей средой;
- продвигать идеи сохранения и бережного отношения к природе;
- воспитать у подрастающего поколения экологическую культуру ответственного потребителя, сформировать навыки энергои ресурсосбережения;
- оказать помощь учителю в подготовке и проведении уроков по темам, прямо и косвенно связанным с темой изменения климата.

Комплект учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка» содержит:

- иллюстрированное пособие для школьников с познавательными материалами и разнообразными вопросами и заданиями, рассчитанными на выполнение как индивидуально, так и в группах, вопросами по теме «Изменение климата», а также методическими рекомендациями для учителей по использованию комплекта материалов на уроках в разных классах (как раздел в пособии, так и как отдельное приложение);
- набор игровых опросных карточек;
- настенную карту, иллюстрирующую возможные последствия изменения климата для природы и человека в различных регионах к концу XXI века;
- плакат с советами о том, как сократить свой углеродный след;
- плакат с рекомендациями, как противостоять и адаптироваться к неизбежным последствиям изменения климата;
- интернет сайт climate-box.com, включающий в себя в электронном виде все материалы комплекта.

Первоначально «Климатическая шкатулка» предназначалась для российских школьников и педагогов. Однако материалы комплекта и рекомендации для учителей были адаптированы специально для школьной программы Республики Таджикистан.

Пособие для школьников «Климатическая шкатулка»

Пособие содержит разделы «Проблема изменения климата», «Как изменения климата влияют на природу и человека. Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?» и «Как предотвратить опасные изменения климата». Оно поможет учащимся в развитии умений и навыков определения типов климата, природных зон, расскажет о взаимосвязи географических компонентов природных комплексов, научит выделять, описывать и объяснять существенные признаки географических объектов и явлений; проводить наблюдения за погодой, отдельными географическими объектами, процессами и явлениями, их изменениями в результате природных и антропогенных воздействий; использовать альтернативные виды энергии; соблюдать правила поведения в опасных ситуациях, экономного использования ресурсов в быту и школе, на природе. Информация каждого раздела пособия является хорошим дополнением для углубления многих тем образовательных программ. Они приведены в отдельных таблицах ниже.

Большое количество фактов о природных аномалиях, примеров о последствиях воздействия изменения климата на прибрежные, горные и арктические регионы, леса, города и страны, дадут возможность учащимся самостоятельно анализировать информацию, строить гипотезы и прогнозы для природных процессов и явлений применительно к своим регионам.

Пособие окажет помощь учителю в формировании основ научного мировоззрения, развитии интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников. Пособие поможет учащимся посмотреть на мир с точки зрения астронома, географа, эколога... Наличие красочных иллюстраций, схем, графиков поможет закрепить знания об эволюции на примере причин изменения климата в прошлом, современном облике планеты Земля; пространственном различии процессов формирования климата, географических особенностях природных комплексов разных материков и океанов; практики природопользования, природных и антропогенных причинах возникновения экологических проблем, мерах по сохранению природы и защите людей от стихийных природных и техногенных явлений, о парниковом эффекте и биоразнообразии жизни, углеродном следе человека на Земле.



Вопросы и задания, предлагаемые в пособии, позволят закрепить полученные знания и использовать их на практике.

Пособие может быть использовано для работы с учащимися 1–11 классов, но особенно востребованным оно может быть школьниками 10–13 лет как в основном образовательном процессе, так и в дополнительном образовании, или во внеурочной деятельности.

Использование материалов пособия будет успешным, если учителя будут включать их в занятия с учётом ведущей деятельности учащихся, их потребностей, интересов и возможностей. Для одних будет интересен весь текст пособия, для других – только необычные факты, иллюстрации или идеи для проведения экспериментов. Любой школьник найдёт в пособии что-то интересное и новое именно для себя. Предлагаем учителям тоже подойти к комплекту творчески и активно использовать материалы в дополнительном образовании и во внеурочной деятельности: проведении внеклассных мероприятий, природоохранных акций, предметных недель, конкурсов и викторин, кружковых занятий.

Коллектив авторов искренне надеется, что работа с комплектом учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка» побудит учащихся, их учителей и родителей изменить стиль своей жизни на более дружественный, заботливый по отношению к окружающей среде.

Образовательные программы

Начальное общее образование

Программа преподавания предмета Природоведение (мир вокруг нас) для начального образования (1–4 классы).

Среднее общее образование

Государственные рабочие программы основного и среднего общего образования базового уровня по предметам:

- «География» (для 6-11 классов);
- «Биология» (для 5-11 классов);
- «Химия» (для 8-11 классов);
- «Физика» (для 7-11 классов);
- «Основы безопасности жизнедеятельности» (для 6-7 классов).

Литература

Начальное общее образование

- Природоведение 1 класс. Авт. учеб. З. Мусоев, К. Исозода, Ш. Рахмонов. 2024 г.
- Природоведение 2 класс. Авт. учеб. Н. Кодиров, И.Абдуллоев, К. Исозода и др. 2016 г.
- Природоведение 4 класс. Авт. учеб. Акрамов. 2019 г.

Среднее общее образование

- Ботаника 5-6 классы. Авт. учеб. С. Султонов, М. Нигмонов. 2019 г.
- Зоология 7 класс.Авт. учеб. А. Махмадзиёев, К. Исоев. 2018 г.
- Зоология 8 класс. Авт. учеб. Т. Сатторов. 2013 г.
- Биология 9 класс.Авт. учеб. М. Устоев. 2019 г.
- Общая биология10-11классы.Авт. учеб. А. Махмадзиёев, С. Савлатов, А. Тошев. 2019 г.
- География 6 класс. Авт. учеб. М. Рахимов, З.Мусоев, Ш. Рахмонов и др. 2016 г.
- География материков и океанов 7 класс. Авт. учеб. К. Ятимов. 2018 г.
- География Таджикистана 8 класс. Авт. учеб. Х. Мухаббатов и М. Рахимов. 2019 г.
- Социальная и экономическая география мира 9 класс. Авт. учеб. Х. Мухаббатов, М. Рахимов, Ш., Гаффаров. 2016 г.
- География стран и регионов 10 класс. Авт. учеб. Х. Мухаббатов, Р. Диловаров, Ш. Акобиров и другие, 2016 г.
- География (Деятельность человека) 11 класс. Авт. учеб. А. Джураев и Р. Ибрагимова, 2015 г.
- Экология 9 класс. Авт. учеб. М. Дарвозиев, И. Сафаров, А. Давлатов и другие, 2019 г.
- Физика 7 класс. Авт. учеб. Ф. Нормуродов и С. Кодири, 2019 г.
- Физика 8 класс. Авт. учеб. Ф. Нормуродов и С. Кодири, 2020 г.
- Физика 9 класс. Авт. учеб. Х. Маджидов, О. Нозимо, 2019 г.

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ				
Название раздела пособия **«Климатическая шкатулка»**	Природоведение Программно-тематическое содержание			
	1 класс	**2** класс	**3** класс	**4** класс
Часть **1.** Проблема изменения климата				
1.1. Климат и погода	• Тема «Что есть на небе?» • Тема «Времена года»	• Тема «Почему меняется погода» • Тема «Природные явления и природа» • Тема «Что есть на небе?» • Экскурсия «Наблюдение осенних изменений в природе» • Тема «Прогноз погоды» • Экскурсия «Наблюдение зимних изменений в природе» • Тема «Зимние явления в неживой природе» • Тема «Летние изменения в неживой и живой природе. Правила безопасного поведения во время летних каникул»	• Тема «Воздух, его состав и свойства» • Тема «Как появляется тучи и осадки?» • Тема «Гидрометеопрогноз и его значение»	• -
1.2. Типы климатов и климатические пояса	_	• Тема «Части света»	_	• Тема «Особенности хозяйственной деятельности людей, связанные с природными условиями»
1.3. Как и почему менялся климат в прошлом	_	_	_	• Тема «Земля – планета Солнечной системы» • Тема «Солнце и звёзды. Влияние Солнца на Землю» • Тема «Кругосветные путешествия» • Тема «Планеты»
1.4. Современные изменения климата	_	• Тема «Человек - часть живой природы»		• Тема «Роль воздуха в жизни человека» • Тема «Прошлое и настоящее глазами эколога. Представление о современных экологических проблемах планеты»

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ				
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Природоведение Программно-тематическое содержание			
	1 класс	**2** класс	**3** класс	**4** класс
Часть 2. Как изменения климата влияют на природу и человека. Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?				
2.1. Как изменения климата влияют на погоду	• Тема «Снег и дождь» • Тема «Времена года»	• Тема «Вода в природе. Свойства воды» • Тема «Что такое природные явления?»	_	_
2.2. Как изменения климата влияют на растения и животных	• Тема «Растения» • Тема «Насекомые»	• Тема «Растения и их значение» • Тема «Мир животных» • Тема «Защита природы»	• Тема «Растения, их разнообразие» • Тема «Редкие животные и растения»	• Тема «Влияние человека на природу» • Тема «Роль растительного мира» • Тема «Человек и животный мир»
2.3. Как изменения климата влияют на леса	• Тема «Камень и почва»	• -	• Тема «Связи в природе» • Тема «Круговорот веществ в природе» • Тема «Пищевая цепь в природе»	• Тема «Почва её состав. Живые существа почвы. Представление об образовании почвы и роли организмов в этом процессе» • Тема «Берегитесь пожара!» • Тема «Берегитесь диких животных и ядовитых растений»

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ				
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Природоведение Программно-тематическое содержание			
	1 класс	**2** класс	**3** класс	**4** класс
Часть 2. Как изменения климата влияют на природу и человека. Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?				
2.4. Как изменения климата влияют на водные ресурсы	• -	• Тема «Роль воды в жизни человека»	• Тема «Круговорот воды в природе» • Тема «Воды суши»	• Тема «Последствия деятельности человека в окружающей среде»
2.5. Как изменения климата влияют на сельское хозяйство	_	_	• -	• Тема «Почва - важный ресурс природы. • Правильное использование почвы»
2.6. Как изменения климата влияют на прибрежные регионы	_	• -	_	• Тема «Поверхность Земли» • Тема «Стихийные бедствия и их последствия»
2.7. Как изменения климата влияют на горные регионы	_	_	• Тема «Горные породы»	• Тема «Горы и их разнообразие» • Тема «Вулканы. Безопасное поведение в горах»
2.8. Как изменения климата влияют на арктические регионы	_	_	_	_
2.9.Как изменения климата влияют на города	_	• Тема «Природа города и села» • Тема «Город, где мы живём: основные особенности»	_	_
2.10. Как изменения климата влияют на социальные проблемы	_	_	• Тема «Человек и среда его обитания» • Тема «Природные богатства и труд людей»	_

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ				
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Окружающий мир. Программно-тематическое содержание			
	1 класс	**2** класс	**3** класс	**4** класс
Часть 3. Как предотвратить опасные изменения климата				
3.1. «Зелёные» источники энергии **3.1.1 Что такое энергия** **3.1.2 Основные источники энергии** **3.1.3. Углеводородные источники энергии**	_ _	_ _	_ • -	• Тема «Многообразие проявлений энергии» • Тема «Электричество, солнечный свет, падающая вода – явления, обусловленные действием энергии» • Тема «Торф, каменный уголь, нефть и природный газ – ископаемое топливо, его происхождение» • Тема «Горючие полезные ископаемые. Экологические проблемы, связанные с их добычей и транспортировкой» • Тема «Полезные ископаемые. Разведка и добыча полезных ископаемых»
3.1.4. Атомная энергетика	_	_	_	_
3.1.5. Возобновляемые источники энергии	_	_	• _ Тема «Природные вещества и их состав»	• _ Тема «Электриче ство, солнечный свет, падающая вода – явления, обусловлен ные действием энергии» • Тема «Солнце - ближайшая к Земле звезда» • Тема «Движение воздуха. Как используют воздух»
3.1.6. Преимущества и недостатки различных источников энергии	_	_	_	• _ Тема «Многообразие проявлений энергии» • Тема «Электричество, солнечный свет, падающая вода – явления, обусловленные действием энергии»

3.2 Энергоэффективность и энергосбережение **3.2.1 Экологичные виды транспорта** **3.2.2 Бытовая техника и электроприборы**	• _ Тема «Роль компьютера в жизни человека» • Тема «Автомобильный транспорт и поезд» • Тема «Чистота - залог здоровья»	• _ Тема «Защита природы»	• _ Тема «Будьте разумны в обращении с природой» • Тема «Влияние человека на природу» • Тема «Живой мир» • Тема «Защита окружающей среды»	• _ Тема «Экономика и экология» • Тема «Экология и роль человека в её сохранении» • Тема «Транспорт»
3.2.3 Зелёное строительство. Пассивные и активные дома **3.2.4. Зелёные города**	_	_	_	• _ Тема «Влияние человека на мир животных» • Тема «Взаимоотношения организма и среды. Основы экологии»
3.3 Углеродный след и как я могу помочь планете, сократив свой углеродный след **3.3.1 Углеродный след** **3.3.2 Как я могу помочь планете?**	• Бережное отношение к предметам, вещам, уход за ними.	_	_	• _ Тема «Влияние человека на мир животных» • Тема «Взаимоотношения организма и среды. Основы экологии»
3.5. Глобальное сотрудничество в области изменения климата, устойчивого развития и подходы к решению проблемы изменения климата на общенациональном уровне	_	_	_	• -

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ					
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	Биология	География	Экология	Химия	Физика
Часть 1. Проблема изменения климата					
1.1. Климат и погода	–	**6 класс** • Тема «Атмосферное давление. Изменение атмосферного давления» • Тема «Движение климата» 7 класс • Тема «Движение литосферы» • Тема «Литосфера»	–	–	**7 класс** • Тема «Атмосферное давление»
1.2. Типы климатов и климатические пояса	**11 класс** • Тема «История развития сообщества живого организма»	**7 класс** • Тема «Атмосфера и климат Земли» Во всех темах по материкам: «Африка», «Австралия», «Южная Америка», «Северная Америка», «Антарктида», «Евразия», Климатические пояса и типичные для них погоды» Тема «Океаны и материки»	–	–	–
1.3. Как и почему менялся климат в прошлом	–	**6 класс** • Тема • «Климат»	–	–	**9 класс** • Тема «Основы астрономии»
1.4. Современные изменения климата	**11 класс** • Тема «Круговорот веществ в природе»	–	**9 класс** • Тема «Биологический круговорот веществ в биосфере» • Тема «Круговорот кислорода» • Тема «Круговорот углерода» • Тема «Экологические проблемы, их влияние на собственную жизнь и жизни других людей»	–	–

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ					
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	Биология	География	Экология	Химия	Физика
Часть 2. Как изменения климата влияют на природу и человека. Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?					
2.1. Как изменения климата влияют на погоду	**11 класс** • Тема «Приспособление организмов к факторам окружающей среды как естественный отбор»	–	**9 класс** • Тема «Пути адаптации организмов к окружающей среде» • Тема «Изменение свойств и охрана атмосферы» • Тема «Способы загрязнении атмосферы»	–	–
2.2. Как изменения климата влияют на растения и животных	**5 класс** • Тема «Растения и их разнообразие» • Тема «Дерево, кустарник, полукустарник и трава» **7 класс** • Тема «Многообразие кишечнополостных и их значение в природе и в жизни человека» **8 класс** • Тема «Значение пресмыкающихся в природе и жизни человека. Охрана ценных зверей» **11** класс • Тема «Выявление генов, связанных с внешней средой»	**7 класс** • Тема «Совокупность организмов в природе»	**9 класс** • Тема «Среда обитания организмов и их виды» • Тема «Факторы экологии» • Тема «Природная среда, её использование и защита» • Тема «Разумное использование животного мира» • Тема «Охрана ценных зверей» • Тема «Охраняемые территории и их роль в экологическом круговороте» • Тема «Глобальные проблемы экологии и их решение»	–	–
2.3. Как изменения климата влияют на леса	**5 класс** • Тема «Почва и её состав. Живые существа почвы. Представление об образовании почвы и роли организмов в этом процессе»	**7 класс** • Тема «Природные зоны материков»	**9 класс** • Тема «Причины уменьшения лесов и последствия» • Тема «Защита и восстановление лесов» • Тема «Защита лесов от пожара»	–	–

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ					
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	Биология	География	Экология	Химия	Физика
2.4. Как изменения климата влияют на водные ресурсы	**11 класс** • Тема «Последствия деятельности человека в окружающей среде»	**6 класс** • Тема «Роль воды в климате» • Тема «Роль воды в жизни человека»	**9 класс** • Тема «Охрана водных ресурсов» • Тема «Основные способы сохранения водных ресурсов» • Тема «Способы очищения проточных вод»	**8 класс** • Тема «Типы химической связи. Ковалентная связь» **9** класс • Тема «Роль воды в химических реакциях» • Тема «Ковалентная полярная химическая связь»	**7 класс** • Тема «Шлюзы, водопровод» • Тема «Судоходство»
2.5. Как изменения климата влияют на сельское хозяйство	–	**10 класс** • Тема «Регионы и страны мира»	**9 класс** • Тема «Почва – важный ресурс природы. Правильное использование почвы»	–	–
2.6. Как изменения климата влияют на прибрежные регионы	**8 класс** • Тема «Рыболовство. Защита и размножение запасов рыб»	**6 класс** • Тема «Гидросфера»	–	–	–
2.8. Как изменения климата влияют на арктические регионы	–	–	–	–	–
2.9. Как изменения климата влияют на города	–	**9 класс** • Тема «Урбанизация»	**9 класс** • Тема «Экология и демография»	–	–
2.10. Как измене- ния климата влияют на социальные проблемы	–	–	**9 класс** • Тема «Человек и среда его обитания»	–	–
Часть 3. Как предотвратить опасные изменение климата?					
3.1 «Зелёные» источники энергии **3.1.1 Что такое энергия** **3.1.2. Основные источники энергии**	–	–	**9 класс** • Тема «Природные ресурсы и их виды»	–	**7 класс** • Тема «Внутренняя энергия и способы её изменения»

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ					
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	Биология	География	Экология	Химия	Физика
3.1.3 Углеводородные источники энергии	–	–	–	**9 класс** • Тема «Углерод, его физические и химические свойства» • Тема «Природные источники углеводородов. Нефть и природный газ, их применение»	**8 класс** • Тема «Энергия топлива. Удельная теплота сгорания»
3.1.4. Атомная энергетика	–	–	–	–	**9 класс** • Тема «Строения атома. Открытие радиоактивных явлении некоторых веществ»
3.1.5. Возобновляемые источники энергии	–	–	–	–	**11 класс** • Тема «Альтернативные виды электростанций»
3.1.6. Преимущества и недостатки различных источников энергии	–	–	–	**9 класс** • Тема «Природные источники углеводородов. Нефть и природный газ, их применение» **10 класс** • Тема «Нефть» • Тема «Природный газ» • Тема «Каменный уголь»	**11 класс** • Тема «Атомная, ядерная энергетика» • Тема «Альтернативные виды электростанций»
3.2. Энергоэф-фективность и энергосбережение **3.2.1 Экологичные виды транспорта** **3.2.2. Бытовая техника и электроприборы**	–	–	**9** класс • Тема «Пути решения экологических проблем»	–	**8** класс • Тема «Тепловые двигатели» • Тема «Термодинамика. Тепловые двигатели» **10** класс • Тема «КПД, второй закон термодинамики»

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ					
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	Биология	География	Экология	Химия	Физика
3.2.3. Зелёное строительство. Пассивные и активные дома **3.2.4. Зелёные города** **3.3. Углеродный след** **3.4.Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след**	**11 класс** · Тема «Охрана природы и основы рационального природопользования»	**9 класс** · Тема «География социальной сферы. Жилищное и рекреационное хозяйство»	**9 класс** · Тема «Глобальные проблемы экологии и их пути решение» · Тема «Природа – источник здоровья человека»	**8 класс** · Тема «Явления физические и химические. Химические реакции» · Тема «Галогены» **9 класс** · Тема «Соли азотной кислоты» · Тема «Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия» **10 класс** · Тема «Биологически важные вещества: белки, жиры, углеводы» · Тема «Белки» · Тема «Нуклеиновые кислоты» · Тема «Лекарства» **11 класс** · Тема «Жидкое и твёрдое состояние вещества»	**8 класс** · Тема «Энергетика» **11 класс** · Тема «Альтернативные виды электростанций»
3.5. Глобальное сотрудничество в области изменения климата и устойчивого развития	**11 класс** · Тема «Влияние человека на мир животных»	**9 класс** · Тема «Географические аспекты проблем в прошлом и настоящем. Пути решения проблем»	**9 класс** · Тема «Взаимоотношения организма и среды. Основы экологии» Тема «Малоотходная и– безотходная технология»		

Список иллюстраций

- Обложка. Натан Джулиано.
- Стр. 3. Глобус-логотип: Анна Алекперова и Натан Джулиано.
- Стр. 5. Анна Алекперова, Натан Джулиано и проект ПРООН и Зелёного климатического фонда «Национальный план адаптации Армении»
- Стр. 7. Фото: предоставлено Т. Стокером.
- Стр. 8-10. Натан Джулиано.
- Стр. 11. Рис. 1.1: NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/.
- Стр. 13. Рис. 1.2: Шестой оценочный доклад МГЭИК: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/ downloads/ report/IPCC_AR6_WG1_ SPM_Russian.pdf.
- Стр. 15. Рис. 1.1.1.: http://www.geo-sfera.info/photo/karty/atmosfera_klimat/klimaticheskaja_ karta_ mira/35-0-71.
- Стр. 16. Фото: P. Kosmider, Shutterstock.com.
- Стр. 17. Рис. 1.2.1.: Википедия.
- Стр. 19. Таблица 1.2.1: авторы пособия.
- Стр. 20. Фото (вверху): R. Loesche, Shutterstock.com. Фото (по центру): Semork, Shutterstock. com. Фото (внизу): apdesign, Shutterstock.com. Стр. 22. Фото (вверху): A. Iatsun, Shutterstock.com. Фото (внизу): rdonar, Shutterstock.com.
- Стр. 21. Фото (вверху): Susan R. Serna, Shutterstock.com. Фото (внизу): axily, Shutterstock.com.
- Стр. 23. Рис. 1.2.2.: NASA. Рис. 1.2.3.: Т. Скамбос, Национальный центр данных по исследованию снега и льда, США. Рис. 1.2.4.: И. Фролов, ААНИИ. Рис. 1.2.5.: Дж. Салливан, Википедия.
- Стр. 24. Рис. 1.2.6. http://fr.academic.ru/pictures/frwiki/84/Tajikistan_Topography.png
- Стр. 25. Рис. 1.2.7. Атлас Таджикистана (В. Владимирова).
- Стр. 27. Таблица 1.2.2: по данным Агентства по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 30. Кроссворд: С. Корщикова.
- Стр. 31. Рис. (слева): M. Anton, Public Library of Science, размещено на Википедии. Фото (справа): H. Grobe, Википедия. Рис. 1.3.1.: Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолодчиков Д.Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов. - М.: 2013. — 220 с.
- Стр. 31. Рис. 1.3.1.: Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолодчиков Д.Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов. - М.: 2013. — 220 с.
- Стр. 32. Рис. 1.3.2.: Фото (слева и вверху справа): M. Dunn, NOAA Climate Program Office, NA- BOS 2006 Expedition. Фото (внизу справа): L. Koenig, NASA.
- Стр. 33. Рис. 1.3.3.: А. Алекперова. Рис. 1.3.4.: http://school-collection.lyceum62.ru.
- Стр. 34. Рис.1.3.4.: Catmando, Shutterstock.com.
- Стр. 35. Рис. 1.3.5.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made cli- mate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger et al. – Springer, 2012. – 270 pp. http://www.springer. com/.
- Стр. 36. Рис. 1.3.6.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch.
- Стр. 36. Рис. 1.3.7.: P. Блейки, http://www.cpgeosystems.com.
- Стр. 38. Рис. 1.3.8.: http://www.britishmuseum.org.
- Стр. 39. Фото: A. Jack, Shutterstock.com.
- Стр. 39. Рис. 1.3.9.: http://earthobservatory.nasa.gov/.
- Стр. 40. Фото: Y. Kumsri, Shutterstock.com.
- Стр. 43. Рис. 1.4.1.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the In- tergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc. ch/ ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- Стр. 44. Рис. 1.4.2. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch.
- Стр. 45. Рис. 1.4.3.: http://climate.nasa.gov/evidence/.

- Стр. 46. Рис. 1.4.4.: Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолодчиков Д.Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов. - М.: 2013. – 220 с.
- Стр. 47. Рис. 1.4.5.: Всемирная метеорологическая организация (ВМО) 2023, https://wmo.int/ news/media-centre/wmoconfirms-2023-smashes-global-temperature-record.
- Стр. 47. Рис. 1.4.6. Всемирная метеорологическая организация (ВМО). State of Global Cli- mate 2022: https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate.
- Стр. 48. Рис. 1.4.7.: Фото (слева направо): Saiho/Pixabay, olegkamenskij20120/Pixabay, USGS. Дизайн: NASA. JPL-Caltech
- Стр. 49. Рис. 1.4.8.: Д. Белюкин, http://www.belukin.ru/.
- Стр. 51. Рис. 1.4.9.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the In- tergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc. ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- Стр. 52. Рис. 1.4.10.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 53. Рис. 1.4.11.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 53. Рис. 1.4.12.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 54. Рис. 1.4.12.1.: Рис. 1.4.12.1.:Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 54. Рис. 1.4.12.2.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 55. Фото: А. Каюмов
- Стр. 56. Фото: com• .Фото. (внизу слева): pmau, Wikipedia. Фото (внизу справа): П. Литовченко.
- Стр. 58. Фото: H. Grobe, Википедия.
- Стр. 60. Фото (вверху слева): Википедия. Фото (вверху справа): Wutthichai, Shutterstock.
- Стр. 61. Рис. 2.1.: А. Алекперова, В. Бердин, Ю. Добролюбова, Ю. Калиничева, А. Кокорин.
- Стр. 62. Рис. 2.2.: Институт мировых ресурсов. World Resource Institute (https://wri-indo- nesia.org/en/insights/10-big-findings- 2023-ipcc-report-climate-change) со ссылкой на Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, et al. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_ AR6_WGII_FullReport.pdf.
- Стр. 63. Рис. 2.3.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Im- pacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, et al. Cam- bridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.
- Стр. 66. Рис. 2.4.: Проект ПРООН и Зелёного климатического фонда «Национальный план адаптации Армении»
- Стр. 67. Рис. 2.1.1.: В. Кантор.
- Стр. 68. Рис. 2.1.2.: Earth Observatory to the NASA by Lauren Dauphin.
- Стр. 69. Фото (вверху слева): http://earthobservatory.nasa.gov/. Фото (вверху справа): T. Shoemake, Shutterstock.com. Фото (внизу слева): Википедия. Фото (внизу справа): Б. Сосновый, Shutterstock.com.
- Стр. 71. Рис. 2.1.3.: Muhammad J. Elalwany/AP.
- Стр. 73. Рис. 2.1.4.: Натан Джулиано по материалам NASA, Facts, https://climate.nasa.gov/extreme-weather.
- Стр. 76. Фото: Jose Jimenez/Getty Images.
- Стр. 77. Фото (вверху): D.J. Rao, Shutterstock.com. Фото (внизу): T. Th. Walther, Википедия.
- Стр. 79. Рис. 2.1.5.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при

Правительстве Республики Таджикистан.

- Стр. 82. Рис. 2.1.6: А. Каюмов.
- Стр. 82. Рис. 2.1.7.: А. Каюмов.
- Стр. 82. Рис. 2.1.8.:А. Каюмов.
- Стр. 83. Рис. 2.1.9.: А. Каюмов.
- Стр. 84. Рис. 2.1.10.: А. Каюмов.
- Стр. 86. Фото: ChameleonsEye, Shutterstock.com.
- Стр. 87. Фото (слева): https://unsplash.com/. Фото (справа): С. Тулинов.
- Стр. 88. Фото (вверху): M.M. Karim, Википедия. Фото (внизу): MarcusVDT, Shutterstock.com.
- Стр. 89. Коллаж: А. Алекперова на основе иллюстраций из Википедии. Фото (первое): Xocolatl, Википедия. Фото (второе): N. Tomura, Википедия. Фото (третье): Wilson44691, Википедия. Фото (четвёртое): Д. Богданов, Википедия.
- Стр. 92. Фото: (первое): Xocolatl, Википедия. Фото (второе): N. Tomura, Википедия. Фото (третье): Wilson44691, Википедия.
- Фото (четвёртое): Д. Богданов, Википедия.
- Стр. 93. Фото (вверху): jamon jp, Википедия. Фото (внизу): P. Kapitola, State Phytosanitary Administration, Bugwood.org.
- Стр. 94. Фото (вверху): Fraan, Photobucket.com. Фото (внизу): Smithsonian National Museum of Natural History.
- Стр. 95. Фото (вверху): Vlad61, Shutterstock.com. Фото (внизу): S. Baron, Википедия.
- Стр. 96. Фото (первое): С. Урядников, Shutterstock.com. Фото (второе): martinhlavacek79, Shutterstock.com. Фото (третье): Argus fin, Википедия.
- Стр. 97. Фото (вверху): edmon, Shutterstock.com. Фото (внизу): elitravo, Shutterstock.com.
- Стр. 98. Фото (внизу слева): http://www.destination360.com/north-america/us/utah/zion- national-park-lodging. Фото (внизу по центру): Silky, Shutterstock.com. Фото (внизу справа): freestock.ca.
- Стр. 99. Фото (первое): Lorcel, Shutterstock.com. Фото (второе): https://unsplash.com/. Фото (третье): MarkVanDykePhotography, Shutterstock.com. Фото (четвёртое): L. Galuzzi, www.galuzzi.it.
- Стр. 100. Фото (вверху): С. Матяшев, http://stasmat.livejournal.com/15402.html?thread=77610. Фото (внизу слева): Forestry department Rothaarge-birge. Фото (внизу справа): M. Manske, Википедия.
- Стр. 101. Фото (первое): SNEHIT, Shutterstock.com. Фото (второе): http://www.destination360. com/north-america/us/utah/zion- national-park- lodging. Фото (третье): http://www.taganay.org. Фото (четвёртое): А. Мартынова, Shutterstock.com.
- Стр. 102. Фото: http://pohod.h12.ru/FOTOAlbom/Taganay/f_t_21.jpg.
- Стр. 103. Фото (слева и справа): http://www.laparios.com/.
- Стр. 104. Фото: Википедия.
- Стр. 105. Рис. 2.2.1.: Глобальная комиссия по адаптации, 2019 и Институт мировых ресурсов.
- Стр. 106. Рис. 2.2.2.: http://www.deryabino.ru/ptaha/zmeeyad.htm
- Стр. 107. Рис. 2.2.3.: http://catphoto.ru/showimg/irbis/irbis23.htm.
- Стр. 107. Рис. 2.2.4.: Центр по биоразнообразию Республики Таджикистан.
- Стр. 108. Рис. 2.2.5.: http://www.zooclub.ru/mouse/belich/2 2.shtml
- Стр. 109. Рис. 2.2.6.: http://maxpark.com/community/3652/content/1413937.
- Стр. 109. Рис. 2.2.7.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. (И.Абдусалямов, В. Новиков).
- Стр. 110. Рис. 2.2.8.: Комитет по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан
- Стр. 113. Рис. 2.3.1.: MA 2005. Map designed by Emmanuelle Bournay, Paris.
- Стр. 114. Рис. 2.3.2.: http://blog.pershyn.name/2011/09/2011.html.
- Стр. 115. Рис. 2.3.3. и Рис. 2.3.4.: Д. Замолодчиков.
- Стр. 116. Рис. 2.3.5.: Шиятов, 2009.
- Стр. 117. Рис. 2.3.6.: J.F. Stuefer, Википедия.
- Стр. 118. Рис. 2.3.7.: Fishlin et al., 2007.
- Стр. 119. Рис. 2.3.8.: (Фото слева): www.rosleskhoz.gov.ru. (Фото справа): https://unsplash.com/. Рис. 2.3.9.: Д. Замолодчиков.
- Стр. 120. Рис. 2.3.10.: Д. Замолодчиков.

- Стр. 122. Рис. 2.3.11.: Д. Замолодчиков., Рис. 2.3.12 и 2.3.13.: В. Каганов.
- Стр. 123. Рис. 2.3.14.: Д. Замолодчиков.
- Стр. 124. Рис. 2.3.15.: Д. Замолодчиков.
- Стр. 125. Рис. 2.3.16.: В. Каганов.
- Стр. 126. Рис. 2.3.17 и 2.3.18.: Д. Замолодчиков.
- Стр. 127. Рис. 2.3.19.: The State of the Forests of Papua New Guinea, 2008.
- Стр. 128. Фото: О. Фёдоров, Shutterstock.com.
- Стр. 130. Рис. 2.3.20 и 2.3.21.: Д. Замолодчиков.
- Стр. 131. Рис. 2.3.22.:Комитет по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Фото: А. Каюмов
- Стр. 132. Фото: zstock, Shutterstock.com.
- Стр. 133. Рис. 2.3.23.:А. Каюмов.
- Стр. 137. Фото (вверху): TSpider, Shutterstock.com.
- Стр. 137. Рис. 2.4.1.: http://www.astronet.ru/db/msg/1224153.
- Стр. 138. Рис. 2.4.2.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Im- pacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, et al. Cam- bridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.
- Стр. 139. Фото (вверху): С. Тулинов. Фото (внизу слева): L. Nunes, Википедия. Фото (внизу справа): G. Paire, Shutterstock.com.
- Стр. 140. Рис. 2.4.3.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Im- pacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, et al. Cam- bridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.
- Стр. 141. Рис. 2.4.4.: Википедия.
- Стр. 142. Рис. 2.4.5. Фото (слева): http://www.uniport.pro/user/30812/blogs/3081269045.png. Фото (справа): N. Palmer (CIAT), https://www.flickr.com/photos/38476503@N08/5641586406. Рис. 2.4.6. Фото (слева): E. Harrison, National Geographic Magazine, Volume 31 (1917), page 272 (left). Фото (справа): Rjruiziii, Википедия. Рис. 2.4.7.: Katvic, Shutterstock.com.
- Стр. 143. Рис. 2.4.8.: Water Supply report by National Climate Assessment, USA. http://nca2014.globalchange. gov/report. Рис. 2.4.9.: А. Безлепкин.
- Стр. 144. Рис. 2.4.10.: Octal, Википедия.
- Стр. 145. Рис. 2.4.11.: Б.К. Бейтс и др. Изменения климата и водные ресурсы. Технический документ МГЭИК. – Женева, 2008.
- Стр. 146. Рис. 2.4.11.1.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей
- среды при Правительстве Республики Таджикистан (Яблоков, Джонсон).
- Стр. 147. Рис. 2.4.11.2.:А. Каюмов, Рис. 2.4.11.3.: А. Каюмов
- Стр. 148. Рис. 2.4.11.4.:Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан и Агентство по Гидрометеорологии Республики Узбекистан
- Стр. 150. Фото: N. Palmer, Википедия.
- Стр. 151. Фото: В. Салман, Shutterstock.com.
- Стр. 152. Фото: Ratikova, Shutterstock.com.
- Стр. 153. Фото (вверху слева): R. Jary, Shutterstock.com. Фото (вверху справа): Gleizes. Фото (по центру): • И. Струков, Shutterstock.com. Фото (внизу): J. Tran, Shutterstock.com.o
- Стр. 154. Фото: А. Бондарец, Shutterstock.com.
- Стр. 155. Рис. 2.5.1.: https://heliovolt.net/blog/smart-irrigation-system-techniques-a-step- ahead-in-water-conservation/.
- Стр. 156. Рис. 2.5.2. А. Каюмов.:
- Стр. 157. Рис. 2.5.3.: Википедия: E. Canli, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yak_Tajikistan.jpg
- Стр. 158. Рис. 2.5.4.: Википедия. Рис. 2.5.5.: А. Каюмов.
- Рис. 2.5.6.: А. Каюмов.

- Стр. 162. Фото: B. Jevtic, Shutterstock.com.
- Стр. 163. Рис. 2.6.1.: C. Тулинов. Рис. 2.6.2.: JaySi, Shutterstock.com.
- Стр. 164. Рис. 2.6.3.: R. Rowley, J. Kostelnick, D. Braaten et al. Risk of rising sea level to tion anpdoplaunlad-area. 2007.
- Стр. 165. Рис. 2.6.4.: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com. Фото (внизу): R. Whitcombe, Shutterstock. com.
- Стр. 166. Рис. 2.6.5.: Википедия. Рис. 2.6.6. Фото (слева): http://www.globalchange.gov/sites/ globalchange/files/permafrost- coastal-erosion-alaska-usgs.jpg. Фото (справа): А. Колотилин. Рис.
- 2.6.7.: N. Mitchell, Shutterstock.com.
- Рис. 167. Рис. 2.6.8.: Оценочный отчёт «Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемёрзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования». Под ред. О.А. Анисимова. - СПб.: Государственный гидрологический институт, 2009. Рис. 2.6.9.: М. Григорьев (там же). Фото (внизу): LippertPhotography, Shutterstock.com.
- Стр. 168. Фото: AlinaMD, Shutterstock.com. Рис. 2.6.10.: А. Алекперова, Ю. Добролюбова по материалам https://www. scienceprogress.org/wp-content/uploads/2011/09/Reefs_1138.gif.
- Стр. 169. Рис. 2.6.11.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Work- ing Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www. ipcc.ch. Рис. 2.6.12.: Картинка слева: Encyclopaedia Britannica, http://global.britannica.com/media/ full/530475/132944. График справа: http://oceanadapt.rutgers.edu/.
- Стр. 170. Фото (слева): ermess, Shutterstock.com. Фото (справа): withGod, Shutterstock. com.
- Стр. 172. Фото: S. Ilyas, Википедия.
- Стр. 173. Фото: momanuma, Shutterstock.com.
- Стр. 174. Рис. 2.7.1.: А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам http://900igr.net/datai/ geografija. Фото (справа и слева): https://unsplash.com/.
- Стр. 175. Рис. 2.7.2.: Википедия. Рис. 2.7.3.: А. Егоров, Shutterstock.com.
- Стр. 176. Рис. 2.7.4.: Всемирная служба мониторинга ледников (WGMS).
- Стр. 177. Рис. 2.7.5.: Википедия.
- Стр. 178. Рис. 2.7.6.: Всемирная служба мониторинга ледников (WGMS): https://wgms. ch/global-glacier-state. Рис. 2.7.7.: М. Хёлцле, Цюрихский университет, Всемирная служба мониторинга ледников (WGMS). Рис. 2.7.8.: NASA. Рис. 2.7.9.: NASA.
- Стр. 179. Рис. 2.7.10.: Ю. Добролюбова.
- Стр. 180. Рис. 2.7.11.: В. Кантор.
- Стр. 181. Фото (слева): A. GI, Shutterstock.com. Фото (справа): М. Топчий, Shutterstock.com. Рис. 2.7.12. А. Алекперова, Ю. Добролюбова, Г. Тушинская.
- Стр. 182. Рис. 2.7.13.: Фото (вверху): М. Топчий, Shutterstock.com. Фото (внизу): В. Кантор. Рис. 2.7.14.: L. Gridinoc, Википедия.
- Стр. 183. Рис 2.7.15.: Фото (слева): Dtarazona, Википедия. Фото (справа): ANA Peru.
- Стр. 184. Рис. 2.7.16.: NASA. Рис. 2.7.17.: Contribution of Working Group II to the Fourth Assess- ment Report of the IPCC, 2007. M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof et al. - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Стр. 185. Фото (слева): Pikoso.kz, Shutterstock.com. Фото (справа): D. Lynch, Shutterstock.com.
- Стр. 186. Рис. 2.7.18.:Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 187. Рис. 2.7.19., Рис. 2.5.20.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 188. Рис. 2.7.21.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 189. Рис. 2.7.22.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 190. Рис. 2.7.23.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 192. Рис. 2.7.24.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

- Стр. 194. Иллюстрация: Википедия.
- Стр. 196. Фото: С. Добролюбов.
- Стр. 197. Р.ис. 2.8.1. А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам http://www.athropolis.com/map2.htm.
- Стр. 196. Фото (слева): «Газпром нефть», http://media.gazprom-neft.ru/pictures/production/category688/category689/ AVD43214.jpg.htm. Фото (справа): Vlada Z, Shutterstock. Рис. 2.8.2.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/ IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- Стр. 200. Рис. 2.8.3. NASA/Goddard Space Flight Centre Scientific Visualization Studio.
- Стр. 201. Рис. 2.8.4.: А. Кокорин.
- Стр. 202. Фото: J. NcDonald, Shutterstock.com. Рис. 2.8.5.: C. Accardo, AP Photo/NOAA.
- Стр. 203. Фото: Д. Пилипенко, Shutterstock.com.
- Стр. 204. Рис. 2.8.6. J. Shaw, http://www.johnshawphoto.com/.
- Стр. 205. Рис. 2.8.7.: Н. Шикломанов. Оценочный отчёт «Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемёрзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования». Под ред. О.А. Анисимова. - СПб.: Государственный гидрологический институт, 2009. Рис. 2.8.8.: там же. Рис. 2.8.9.: Д. Дроздов, там же.
- Стр. 206. Рис. 2.8.10.: Н. Шикломанов. Оценочный отчёт «Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемёрзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования». Под ред. О.А. Анисимова. - СПб.: Государственный гидрологический институт, 2009. Рис. 2.8.11.: М. Григорьев, там же.
- Стр. 207. Рис. 2.8.12.: В. Романовский, Past and Present and Future Changes in Permafrost and Implications for a Changing Carbon Budget. Environmental Science Seminar Series, 2008, American Meteorological Society.
- Стр. 208. Рис. 2.8.13. и 2.8.14.: Н. Шикломанов, Оценочный отчёт «Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемёрзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования». Под ред. О.А. Анисимова. - СПб.: Государственный гидрологический институт, 2009.
- Стр. 209. Рис. 2.8.15.: Г. Батурова (слева); A. Walk, Википедия (справа).
- Стр. 210. Фото (справа и слева): https://unsplash.com/.
- Стр. 211. Рис. 2.8.16.: Шестой оценочный доклад МГЭИК. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson- Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- Стр. 212. Фото: С. Добролюбов.
- Стр. 215. Рис. 2.9.1.: F. Schmidt, Ellen J. Beer et al. (eds.), Berns grosse Zeit.
- Стр. 216. Фото: KPG_Payless, Shutterstock.com. Рис. 2.9.2.: А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам https://population. un.org/wup/Maps/.
- Стр. 217. Таблица: А. Алекперова по материалам World Urbanization Study, 2018. https:// population. un.org/wup/Publications/ Files/WUP2018-Report.pdfand. Рис. 2.9.3.: https://unsplash.com/.
- Стр. 218. Фото (слева): 1000 Words, Shutterstock.com. Фото (справа): P. Rogat, Shutterstock. com.
- Стр. 219. Рис. 2.9.4.: Программа по исследованиям глобальных изменений США (USGCRP), 2009. Рис. (внизу): Википедия.
- Стр. 220. Рис. 2.9.5. Centre for Health Research School of Medicine, http://climatehealthcluster. org/wp-content/uploads/2013/06/ Bambrick_ Hilary_080813.pdf.
- Стр. 222. Фото: ChameleonsEye, Shutterstock.com.
- Стр. 223. Фото (слева): SW_Stock, Shutterstock.com. Фото (справа): А. Ружин, Shutterstock. com.
- Стр. 224. Рис. 2.9.6.: Б. Ревич.

- Стр. 226. Рис. 2.9.7.: The Nature Conservancy, photo by Greg Kahn: https://www.nature.org/en- us/what-we-do/our-insights/ perspectives/stormwater-solutions-investing-in-nature-and-communi- ties.
- Стр. 227. Рис. 2.9.8.: Д. Каюмова.
- Стр. 228. Фото:. А. Каюмов.
- Стр. 230. Фото: https://unsplash.com/.
- Стр. 231. Фото (слева): anandoart / Shutterstock. Фото (справа): Википедия.
- Стр. 232. Фото (слева): https://unsplash.com/. Фото (справа): G. Paire, Shutterstock.com.
- Стр. 234. Фото (вверху): H. Conesa, Shutterstock.com. Фото (внизу): P. HaSon, Shutterstock. com.
- Стр. 236. Рис. 2.10.1.: T. Hakala, Shutterstock.com. Рис. 2.10.2.: S. Gulec, Shutterstock.com. Рис. 2.10.3.: R. Whitcombe, Shutterstock.com.
- Стр. 237. Фото: VVO, Shutterstock.com.
- Стр. 238. Рис. 2.10.4.: Доклад ПРООН «Контуры нового низкоуглеродного пути развития». – М.: ПРООН, 2009.
- Стр. 239. Рис. 2.10.5.: Доклад ПРООН .Контуры нового низкоуглеродного пути развития. – М.: ПРООН, 2009.
- Стр. 240. Рис. 2.10.6.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 241. Рис. 2.10.7.: А. Каюмов. Рис. 2.10.8.: А. Каюмов.
- Стр. 242. Рис. 2.10.9.: . А. Каюмов. Рис. 2.10.10.: А. Каюмов.
- Стр. 243. Рис. 2.10.11.: Википедия, S. Evans, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tajikistan_(266848782).jpg.
- Стр. 241. Фото: Википедия, S. Evans, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Woman_and_child_from_Tajikistan.jpg.
- Стр. 248. Рис. 3.1.1.: по материалам keelingcurve.uesd.edu.
- Стр. 252. Рис. 3.1.2.: А. Алекперова, Е. Грачёва, Ю. Добролюбова.
- Стр. 253. Рис. 3.1.3.: tno.nl.
- Стр. 254. Фото (слева): huyangshu, Shutterstock.com. Фото (справа): https://unsplash.com/.
- Стр. 255. Рис. 3.1.4.: А. Алекперова. Фото: Н. Винокуров, Shutterstock.com.
- Стр. 256. Рис. 3.1.5.: Международное энергетическое агентство, МЭА. www.iea.org.
- Стр. 257. Фото (вверху): K. Black, Википедия. Фото (внизу): предоставлено авторами.
- Стр. 258. Рис. 3.1.6.: http://www.world-nuclear.org/. Таблица 3.1.: по данным Европейского союза.
- Стр. 259. Рис.: А. Алекперова.
- Стр. 260. Фото (вверху): overcrew, Shutterstock.com. Фото (внизу): KPG Payless2, Shutterstock. com.
- Стр. 261. Фото: M. Lisner, Shutterstock.com.
- Стр. 262. Рис. 3.1.7.: Википедия.
- Стр. 263. Таблица 3. 2.: Международное агентство по возобновляемой энергетике, 2022.
- Стр. 264. Фото: CSIRO, http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/.
- Стр. 265. Фото: Chixoy, Википедия.
- Стр. 266. Фото: Википедия.
- Стр. 267. Фото (слева): Ю. Добролюбова. Фото (справа): предоставлено авторами.
- Стр. 268. Фото: D. Dixon, Geograph project collection: https://www.geograph.org.uk/pho- to/2391702.
- Стр. 269. Рис. 3.1.7.: Википедия (обе фото).
- Стр. 270. Фото (вверху): Arnold C., Википедия. Рис. 3.1.8.: Википедия.
- Стр. 271. Рис. 3.1.9.: M. Grmek, Википедия. Рис. 3.1.10.: Le Grand Portage, Википедия. Рис. 3.1.11.: Википедия.
- Стр. 272. Фото: http://oceanrusenergy.ru/Gallery.
- Стр. 273. Фото: Dani 7C3, Википедия.
- Стр. 274. Фото (вверху): С. Тулинов. Рис. 3.1.12.: предоставлено авторами.
- Стр. 276. Фото (обе): Википедия.
- Стр. 277. Фото (внизу слева): K. Stuchelova, Shutterstock.com. Фото (внизу по центру): images72, Shutterstock.com. Фото (внизу справа): Bildagentur Zoonar GmbH, Shutterstock.com.
- Стр. 278. Рис. 3.1.13.: BiofuelsNet: https://biofuelnet.ca/about-biofuels/infographics/.
- Стр. 279. Рис. 3.1.14.: RSabbatini, Википедия. Рис. 3.1.15.: Natecull, Википедия. Фото (внизу первое): indogolotus, Shutterstock. com. Фото (внизу второе): Dickelbers, Википедия.

- Стр. 285. Рис. 3.1.16.: А. Каюмов.
- Стр. 286. Таблица 1.: В.Ю. Кощеев
- Стр. 287. Рис. 3.1.17.: А. Каюмов, Рис. 3.1.17.1.: В.Ю. Кощеев
- Стр. 288. Рис. 3.1.17.2.: из открытых источников https://asiaplustj.info/ru/node/353421, Рис. 3.1.17.3.: А. Каюмов.
- Стр. 289. Рис. 3.1.17.4.: ПРООН в Таджикистане
- Стр. 290. Рис. 3.1.17.5.: А. Каюмов, Рис. 3.1.17.6.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 291. Рис. 3.1.17.7.: ПРООН в Таджикистане
- Стр. 292. Рис. 3.1.17.8.: ПРООН в Таджикистане
- Стр. 295. Рис. 3.2.1.: А. Алекперова.
- Стр. 296. Фото: А. Алекперова.
- Стр. 297. Фото: А. Алекперова.
- Стр. 299. Рис. 3.2.2.: Энергоэффективность в России: скрытый резерв. – М.: ЦЭНЭФ, WB, IFC, 2008.
- Стр. 300. Рис. 3.2.3.: (слева): Arnold Paul, Википедия. Рис. 3.2.4.: U.S. Federal Emergency Management Agency, Википедия. Рис. 3.2.5.: В. Дьяков, Википедия.
- Стр. 301. Рис. 3.2.6.: А. Алекперова по данным МЭА, Global CO2 emissions from transport by subsector, 2000-2030, IEA, Paris. https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-CO2-emissions-from-transport-by-subsector-2000-2030, IEA. Рис. 3.2.7.: UK Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Стр. 302. Рис. 3.2.8. Википедия. Рис. 3.2.9. ENEA.
- Стр. 303. Рис. 3.2.10. https://lufthansa.myclimate.org/en.
- Стр. 304. Рис. 3.2.11.: Е. Смирнова.
- Стр. 305. Рис. 3.2.12.: Википедия.
- Стр. 306. Рис. 3.2.13. Фото (слева): Википедия. Фото (справа): Floydian, Википедия.
- Стр. 307. Фото (слева): Sacramento Seersucker Ride, http://flickr.com/photos/56052306@N06/17107186918. Фото (справа): ehedaya, Википедия.
- Стр. 308. Рис. 3.2.14.: А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам Википедии.
- Стр. 309. Рис. 3.2.15.: Википедия., Рис. 3.2 16.: ПРООН, 2011.
- Стр. 310. Рис. 3.2.12.: Википедия.
- Стр. 311. Рис. 3.2.17.: Green Building Council of Finland, http://figbc.fi/en/building-sector/. Фото: предоставлено авторами.
- Стр. 313. Логотипы: Википедия. Фото (внизу): A. Hodge, http://www.usgbc.org/.
- Стр. 314. Рис. 3.2.19.: предоставлено Е. Грачёвой.
- Стр. 315. Фото (вверху): British Prime Minister's Office, https://www.gov.uk. Фото (внизу): www. sidwell.edu.
- Стр. 316. Фото (внизу): http://www.activehouse.info/cases/home-life.
- Стр. 264. Фото: B. Collowan, Википедия. Карта: Википедия.
- Стр. 317. Фото (вверху): J. Seifert, Википедия. Фото (внизу): из фильма Masdar City's 'Sustain- able Living, Made Easy'.
- Стр. 318. Фото (первое): J. Seifert, Википедия. Фото (второе): U.S. Navy National Museum of Naval Aviation. Фото (третье): NASA.
- Стр. 319. Фото: ecstaticist, Wikipedia.
- Стр. 323. Рис. 3.3.1. Фото (слева и по центру): Википедия. Фото (справа): предоставлено авторами.
- Стр. 324. Логотипы: http://www.climate-kic.org/, http://wmsbf.org/, http://memoenglish.ru/, http://originalcarbon.com/why-offset/, http://www.environnet.in.th/. Фото: Википедия.
- Стр. 326. Рис. 3.3.2-3.3.4.: Урбан Ф. Как мы отапливаем улицы // Бюллетень недвижимости, 18 января 2012. http://www.bn.ru/ articles/2012/01/18/89218.html.
- Стр. 332. Рис. 3.3.5. Википедия.
- Стр. 333. Таблица 3.3.1.: авторы по данным проектов в России. Фото: C. Hutchingson, Википедия.
- Стр. 334. Рис. 3.3.6.: А. Алекперова, В. Бердин, Ю. Добролюбова, Ю. Калиничева, А. Кокорин.
- Стр. 335. Рис. 3.4.5.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан
- Стр. 336. Рис. 3.4.5.1.:В.Ю. Кощеев

- Стр. 337. Рис. 3.4.6.: Показатели мирового развития, Всемирный банк.
- Стр. 338. Фото: А. Каюмов
- Стр. 339. Фото: А. Каюмов
- Стр. 340. Рис. 3.4.7.: Википедия, Tsuruya.
- Стр. 341. Рис. 3.4.7.1.: пресс-служба мэрии Душанбе https://asiaplustj.info/ru/node/351501
- Стр. 342. Рис. 3.4.8.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.
- Стр. 343. Рис. 3.4.9.: H. Liniger, WOCAT, available at Rural21: http://www.rural21.com/typo3temp/_processed_/csm_15_Grafik_rurale_2013_3_48b84d1d19.jpg. Фото (внизу): Википедия.
- Стр. 348. Фото (слева): Ю. Добролюбова. Фото (справа): Википедия.
- Стр. 349. Фото: T. Yamanaka – AFP/Getty Images, available at http://global.britannica.com/ event/Kyoto-Protocol.
- Стр. 350. Фото (вверху): P. Souza, Official White House Photo, Википедия. Рис. 3.4.1.: Photo: UN, http://www.un.org/ sustainabledevelopment.
- Стр. 288. Логотип: http://www.cop21paris.org/about/cop21.
- Стр. 353. Рис. 3.4.2.: H.M. Shahidul Islam/iStock.
- Стр. 354. Рис. 3.4.3.: http://www.un.org/sustainabledevelop- ment/sustainable-develop- ment-goals/.
- Стр. 356. Рис. 3.4.4.: UN Climate Ambition Summit 2023.
- Стр. 357. Рис. 3.5.3.: http://i1.ytimg.com/vi/1AdTLMGj6Kg/maxresdefault.jpg
- Стр. 358. Рис. 3.5.3.1.: Пресс служба при Президенте РТ https://www.president.tj/event_by_theme/international_structures/un/34452 Рис. 3.5.4.: А. Каюмов.
- Стр. 361. Рис. 3.5.5.: 3.5.4. А. Каюмов, Рис. 3.5.6.: 3.5.4. А. Каюмов.
- Стр. 362. Рис. 3.5.7.: из архива А. Каюмова.

Бердин Владимир, Грачёва Екатерина, Добролюбова Юлия, Замолодчиков Дмитрий,
Константинов Павел, Кощеев Владимир, Рыжова Наталья, Семёнова Катя, Смирнова Елена

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ШКАТУЛКА

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН

Комплект учебно-игровых
материалов для школьников
по теме «Изменение климата»

ПОСОБИЕ

© Программа развития ООН 2025