В. БЕРДИН, Е. ГРАЧЁВА, Ю. ДОБРОЛЮБОВА, А. КАЮМОВ

Посвящается Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ШКАТУЛКА

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН

Пособие для школьников по теме «Изменение климата»

Одобрено коллегией
Министерства образования и науки
Республики Таджикистан

ДУШАНБЕ
МАОРИФ
2018

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)
проф. Абдулхамид Каюмов (материалы по Таджикистану)
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.э.н. Елена Смирнова (общая редакция, разделы 3.2, 3.3, 3.4)

Авторы методических рекомендаций (4 раздел):
Дилором Джалолова, Зухурбек Бекматов, Любовь Колотилина, Карима Рузиева

Редакторы:
Елена Ермакова и Теренс Джон Каррингтон

Дизайн и вёрстка:
Анна Алекперова, ООО «РА ИЛЬФ»

Менеджеры проекта:
Наталья Олофинская, Юлия Добролюбова, к.г.-м.н. Сергей Тамбиев, Антонина Хованская, Елена Суровикина, Наргизахон Усманова, проф. Абдулхамид Каюмов

Благодарности:
Менеджеры проекта благодарят всех советников и научных консультантов, принимавших участие в подготовке комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка», в особенности:

Алексея Кокорина (Всемирный фонд дикой природы (WWF) за ценные рекомендации при подготовке разделов «Проблема изменения климата» и «Как изменения климата влияют на арктические регионы»;

Юлию Калиничеву (Всемирный фонд дикой природы (WWF) за помощь в подготовке настенной карты и плаката;

Алексея Солдатова (ООО «БСХ Бытовая техника») и Ольгу Пегову (Всемирный фонд дикой природы (WWF) за помощь в подготовке материалов по теме «Энергоэффективность и энергосбережение»;

Сотрудников Министерства образования и науки Республики Таджикистан и областных и районных отделов образования, а также учителей средних общеобразовательных школ и лицеев городов и районов Таджикистана за активную помощь в разработке методических рекомендаций для издания «Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан»: Раджабали Сангов, Сайфулло Лутфуллоев, Бахоуддина Ходжаева, Абдумаджида Одинаев, Хуриниссо Ибодова, Орифа Мирзоева, Саидмумин Шукуров, Хабиба Иззатуллоева, Нигора Ахмаджонова, Рафоат Ашурова;

Всех участников семинара «Инновационные методы повышения осведомленности и образования об изменении климата на основе учебно-игрового комплекта «Климатическая шкатулка», который состоялся 28–29 апреля 2017 года в г. Душанбе.

Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан: Пособие для школьников по теме «Изменение климата» / В. Бердин, Е. Грачёва, Ю. Добролюбова, А. Каюмов и др. – Душанбе: Министерство образования и науки Республики Таджикистан и Программа развития ООН, 2018. – 316, [2].

«Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан» – специальное издание оригинального комплекта учебно-игровых материалов по теме «Изменение климата» Программы развития ООН (ПРООН), подготовленное для школ Республики Таджикистан в рамках «Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития» 2018–2028» и программы «Новый Мир», финансируемой Глобальным экологическим фондом (ГЭФ) и компанией «Кока-Кола». Комплект адресован учащимся 2–11 классов и учителям Таджикистана, преподающим предметы образовательной области «Естествознание» и «Окружающий мир». «Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан» продолжает серию экологических пособий для школьников ПРООН, в которую также входят издания «Климатической шкатулки» для России, Казахстана и Кыргызстана, международная версия на английском языке, а также «Шкатулка Чёрного моря» и «Байкальский сундучок».

УДК 373.167.1
ББК Я 721 26.234.7
К 54
ISBN 978-99947-1-514-5

© 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.

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 их добыче и использовании в атмосферу выбрасываются парниковые газы, в результате чего усиливается так называемый парниковый эффект и растёт температура воздуха. 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) разработала комплект материалов для школьников по теме «Изменение климата» под названием «Климатическая шкатулка». «Климатическая шкатулка» продолжила серию экологических пособий для учащихся, которые были ранее выпущены ПРООН и её партнерами: «Шкатулка Чёрного моря» и «Байкальский сундучок».

«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;
- 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;
- оптический диск, 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 Таджикистана, 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, как можно сократить свой углеродный след.

«Климатическая шкатулка» впервые была опубликована в 2014 году при поддержке Глобального экологического фонда (ГЭФ), Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и компании «Кока-Кола» и предназначалась специально для российских школ. Комплект материалов получил много положительных отзывов, в том числе от учителей и экспертов из других стран. Поэтому Программа развития ООН приняла решение выпустить международную версию «Климатической шкатулки» на английском языке под названием «Climate Box». Презентация английской версии прошла в рамках Конференции ООН по изменению климата в Париже в декабре 2015 года.

В 2016 году был запущен новый проект по адаптации комплекта учебно-игровых материалов для трёх стран Центральной Азии: Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана. Авторы вместе с национальными экспертами обновили «Климатическую шкатулку» и добавили больше интересных и актуальных примеров для читателей в этих странах. Специальное издание «Климатической шкатулки» для Республики Таджикистан вы сейчас держите в руках. С 2017 года к проекту также подключились четыре новые страны: Армения, Молдова, Узбекистан и Туркменистан.

Мы надеемся, что «Климатическая шкатулка» станет для школьников интересным и полезным источником информации о проблеме изменения климата и поможет им научиться бережному отношению к природе!

Организаторы проекта «Климатическая шкатулка»

Дорогие друзья!

В настоящее время учёные отмечают, что климат Земли меняется. За последнее столетие средняя температура воздуха на Земле выросла уже на 1 °С. Несмотря на международные усилия по решению проблемы изменения климата, ограничение роста глобальной температуры в пределах 2 °С, то есть на относительно безопасном уровне для людей и природы, становится всё более сложной задачей. Дальнейший рост температуры может иметь негативные последствия для окружающей среды, экономики и здоровья населения во всех регионах мира.

Центральная Азия – один из глобальных регионов с ярко выраженным потеплением климата. Не только Таджикистан, но и все государства Центральной Азии испытывают влияние изменения климата в виде роста температуры, таяния ледников, изменения речного стока и многих других процессов.

Как полагает большинство исследователей, одним из тяжелейших последствий глобального изменения климата в этом столетии станет острая нехватка пресной воды. Республика Таджикистан, являясь инициатором и ведущей страной в решении водных вопросов на международном уровне, и далее остаётся сторонником эффективного использования водных ресурсов. Международное десятилетие действий «Вода для устойчивого развития» 2018–2028, инициированное Таджикской Республики, является важнейшим вкладом нашей страны на международной арене.

Решение проблемы изменения климата требует комплексного подхода, который включает как мероприятия по уменьшению выбросов парниковых газов, влияющих на потепление на планете, так и мероприятия по адаптации к климатическим изменениям. Однако, эти меры будут малоэффективными без повышения осведомлённости людей об этой проблеме. В совокупности эти три направления действий помогут смягчить последствия изменения климата, а затраты на мероприятия будут компенсированы благодаря последующим экономическим, социальным и экологическим выгодам, что в конечном счёте будет способствовать устойчивому развитию государства.

Цель «Климатической шкатулки» – познакомить юных читателей с основными вопросами, связанными с проблемой изменения климата, а также рассказать на примере успешного опыта различных стран, в том числе и Республики Таджикистан, о существующих инновационных решениях этой проблемы. Благодаря повышению осведомлённости и образованию

молодого поколения, мы надеемся усилить потенциал Республики Таджикистан по противодействию и адаптации к изменениям климата. Ведь именно сегодняшним школьникам скоро предстоит стать новыми лидерами нашей станы и принимать ответственные решения, определяющий дальнейший путь развития республики.

Просвещение и информирование общественности, в том числе школьников, входит в число обязательств республики по выполнению конвенций ООН об изменении климата, сохранению биоразнообразия и борьбе с опустыниванием, участницей которых наша страна является.

Невозможно отделить экологическое образование от общего и специального образования. Поэтому эффективное использование существующей сети общего и специального образования республики может служить основой для формирования и экологического образования. Для этого необходимо повышение качества преподавания, как по общим, так и по экологическим дисциплинам, что соответствует принципу «Государственной комплексной программы развития экологического воспитания и образования населения Республики Таджикистан на период до 2020 года».

В национальном варианте комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан», помимо общих материалов по всему миру, есть специальные материалы с информацией и примерами о Таджикистане. В пособии также есть отдельная глава «Участие Республики Таджикистан в международных инициативах, соглашениях и программах по водным вопросам и изменению климата». В целом, «Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан» посвящается Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития» 2018–2028, что вносит неоценимый вклад в просвещение населения об участии Таджикистана в глобальных водных инициативах и в решении водных вопросов в условиях изменения климата на национальном уровне.

Директор Института водных проблем,
гидроэнергетики и экологии Академии наук
Республики Таджикистан (АН РТ),
доктор технических наук, профессор
член-корр. АН РТ, профессор

Зайналобудин Валиевич Кобулиев

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1. Проблема изменения климата 11

1.1. Климат и погода 12

1.2. Типы климатов и климатические пояса 14

1.3. Как и почему менялся климат в прошлом 26

1.3.1. Причины изменений климата: миллионы лет 28

1.3.2. Причины изменений климата: десятки и сотни тысяч лет 30

1.3.3. Причины изменений климата: столетия 32

1.4. Современные изменения климата 37

ЧАСТЬ 2. Как изменения климата влияют на природу и человека. Можно ли адаптироваться к неизбежным последствиям? 53

2.1. Как изменения климата влияют на… **погоду** 55

2.2. Как изменения климата влияют на… **растения и животных** 68

2.3. Как изменения климата влияют на… **леса** 88

2.4. Как изменения климата влияют на… **водные ресурсы** 108

2.5. Как изменения климата влияют на… **сельское хозяйство** 119

2.6. Как изменения климата влияют на… **прибрежные регионы** 127

2.7. Как изменения климата влияют на… **горные регионы** 137

2.8. Как изменения климата влияют на… **арктические регионы** 155

2.9. Как изменения климата влияют на… **города** 170

2.10. Как изменения климата влияют на… **социальные проблемы** 182

ЧАСТЬ 3. Как предотвратить опасные изменения климата? 201

3.1. «Зелёные» источники энергии 202

3.1.1. Что такое энергия? 202

3.1.2. Основные источники энергии 203

3.1.3. Углеводородные источники энергии 204

3.1.4. Атомная энергетика 208

3.1.5. Возобновляемые источники энергии 210

3.1.6. Преимущества и недостатки различных источников энергии 222

3.2. Энергоэффективность и энергосбережение 234

3.2.1. Экологичные виды транспорта 238

3.2.2. Бытовая техника и электроприборы 243

3.2.3. Зелёное строительство. Пассивные и активные дома 247

3.2.4. Зелёные города 251

3.3. Углеродный след 256

3.4. Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след 260

3.5. Глобальное сотрудничество в области изменения климата и устойчивого развития 275

ЧАСТЬ 4. Методические рекомендации для учителя по использованию комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка» в школе 286

Список иллюстраций 297

Проблема изменения климата

ЧАСТЬ 1

1. Проблема изменения климата 11

1.1. Климат и погода 12

1.2. Типы климатов и климатические пояса 14

1.3. Как и почему менялся климат в прошлом 26

1.3.1. Причины изменений климата: миллионы лет 28

1.3.2. Причины изменений климата: десятки и сотни тысяч лет 30

1.3.3. Причины изменений климата: столетия 32

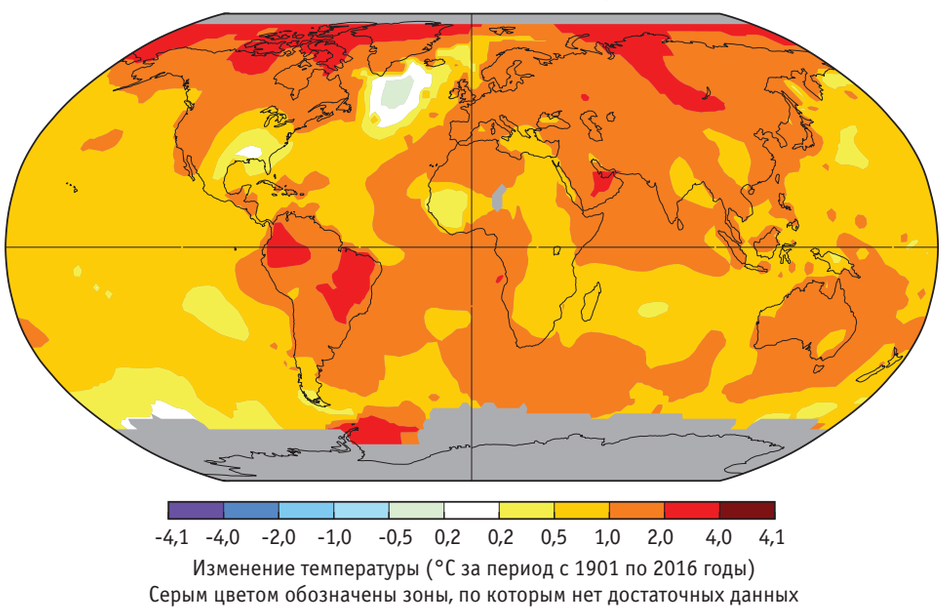
1.4. Современные изменения климата 37

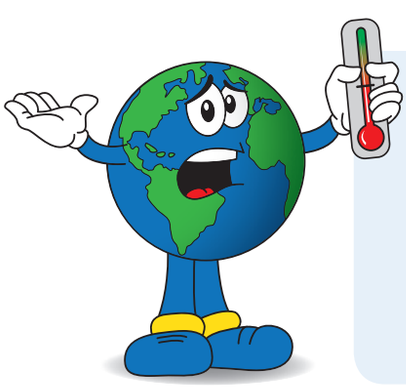
1. | Проблема изменения климата

Изменение климата – одна из самых важных проблем современности. Если двадцать 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.

То, что климат нашей планеты меняется и меняется стремительно, уже не вызывает сомнений. Смотрите сами: за последние 130 лет средняя температура на Земле выросла на 1 °С. Даже такое, казалось бы, небольшое повышение температуры в масштабе планеты опасно для её жителей: растений, животных и для нас с вами. Кроме того, 1 градус – это в среднем по миру. А ведь в некоторых регионах, особенно в Арктике, теплеет гораздо быстрее!

Рис. 1.1. *Карта наблюдаемых изменений приземной температуры с 1901 по 2016 годы.*





Планета нагревается!

С начала XX века средняя температура на Земле выросла на 1 °С. 15 из 16 последних лет вошли в десятку самых тёплых за всю историю метеонаблюдений, а рекордно тёплым стал 2016 год. В Северном полушарии такого тёплого периода, как с 1983 по 2016 годы, не было за последние 1400 лет.

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.

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 непонятное. 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 ежевечернего 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).*

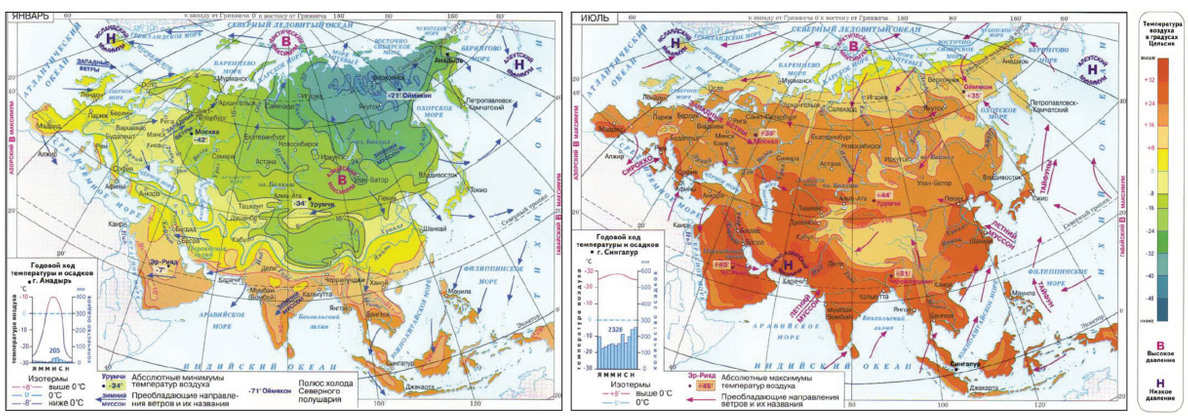
Например: лето обычно жаркое и сухое, а зима прохладная и дождливая, снег выпадает очень редко. Так кратко можно описать климат Средиземноморья. Как верно подметил Марк Твен: «Климат – это то, что мы ожидаем, погода – то, что мы получаем». Наблюдать за климатом, просто выглянув в окно, нельзя!

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. Температура воздуха, атмосферное давление и преобладающие ветра в Евразии в январе (слева) и июле (справа).*



Наблюдениями, изучением и прогнозированием погоды занимается специальная наука – **метеорология**. Изучением климата занимается **климатология.**

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

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.*

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

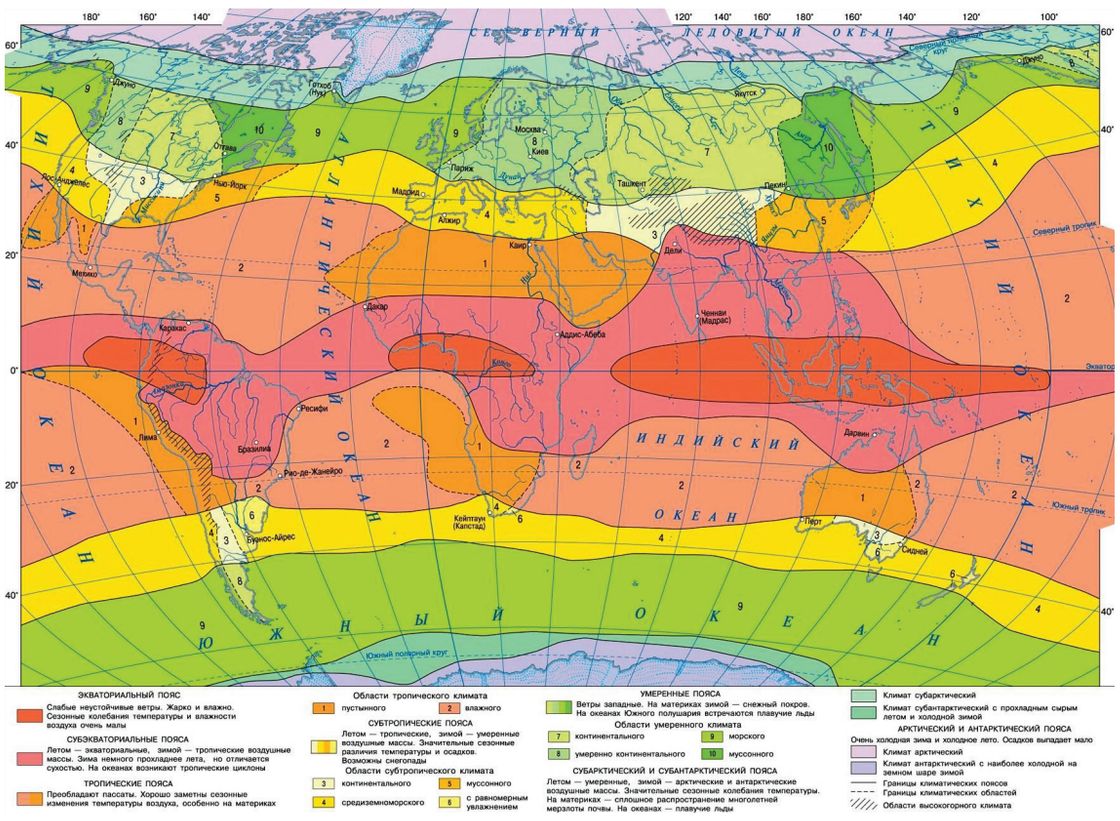
1.2. | Типы климатов и климатические пояса

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.*



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. Согласно этой классификации выделяется по четыре основных климатических пояса на каждое полушарие Земли и три переходных.

Климатические пояса *– широтные полосы земной поверхности, имеющие относительно однородный климат.*

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	+23 °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 Америки
Субполярный	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

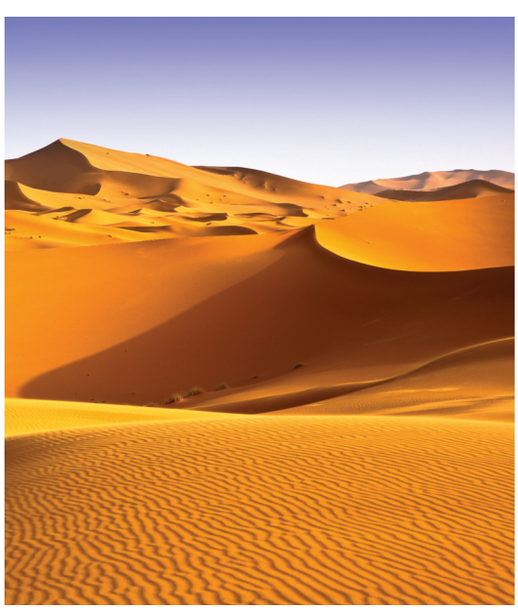
Для этого типа климата характерно господство жарких и влажных экваториальных воздушных масс. Температура воздуха здесь постоянна (+24–28 °С), в течение года здесь выпадает очень много осадков (от 1500 до 5000 мм). Из-за того, что количество осадков превышает испарение, почвы в экваториальном климате 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. 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 °С, зимой выше -3 °С, но из-за вторжений полярного воздуха возможны заморозки до -10 … -15 °С, а изредка и сильные (до -25 °С) 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° северной и южной широты 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 °С, самого тёплого – выше +15 °С. 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 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 °С. Между тем этот рекорд вряд ли будет признан официально. Согласно действующим научным стандартам, чтобы измерения температуры воздуха были 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 °С, зафиксированная на территории советской (а ныне российской) научной станции «Восток» в Антарктиде 21 июля 1983 года (Рис. 1.2.5).*

Самое жаркое место на планете *– Долина Смерти в США. 13 июля 1913 года там был установлен абсолютный рекорд температуры воздуха в тени – +56,7 °С (Рис. 1.2.3).*

Рис. 1.2.2. *Российская научная станция «Восток» в Антарктиде.*

Рис.1.2.3. *Долина Смерти, США.*

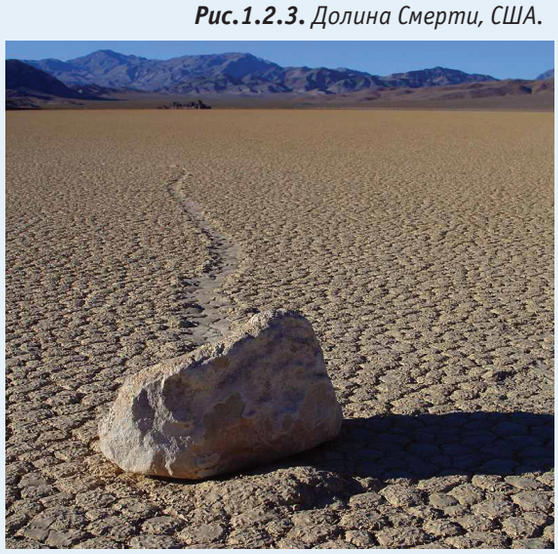
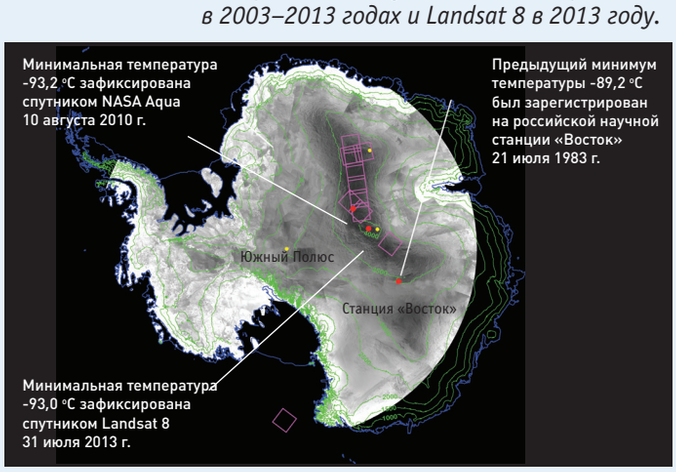


Рис. 1.2.4. *Американский спутник NASA Aqua был запущен в 2002 году для изучения физических процессов на Земле.*

Рис. 1.2.5. *Данные о температуре воздуха у поверхности Антарктиды, полученные с американских спутников NASA Aqua в 2003–2013 годах и Landsat 8 в 2013 году.*



Географическое положение Таджикистана

Таджикистан расположен в южной части Содружества Независимых Государств (СНГ), в пределах Средней 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 143 тыс. км^2. Территория республики протянулась с запада на восток на 700 км, и с севера на юг на 350 км. С севера и запада Таджикистан граничит с Узбекистаном, с севера – с Кыргызстаном, с юга – с Афганистаном, с востока – с Китаем. Протяжённость государственных границ составляет 3000 км.

Административное устройство Республики Таджикистан включает: Горно-Бадахшанскую Автономную Область, Хатлонскую Область, Согдийскую Область, районы республиканского подчинения и г. Душанбе.

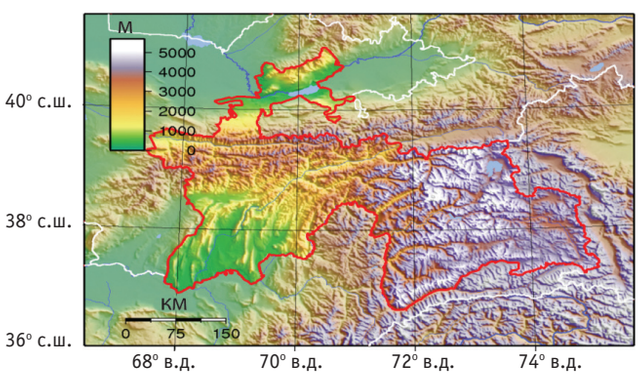


Рис. 1.2.6. *Местоположение Республики Таджикистан на карте мира (слева) и карта рельефа Таджикистана с указанием средних высот над уровнем моря (справа).*

Климатические условия Таджикистана

Температура воздуха

Характерной особенностью территории Таджикистана являются засушливость климата, обилие тепла и значительная внутригодовая изменчивость практически всех климатических элементов.

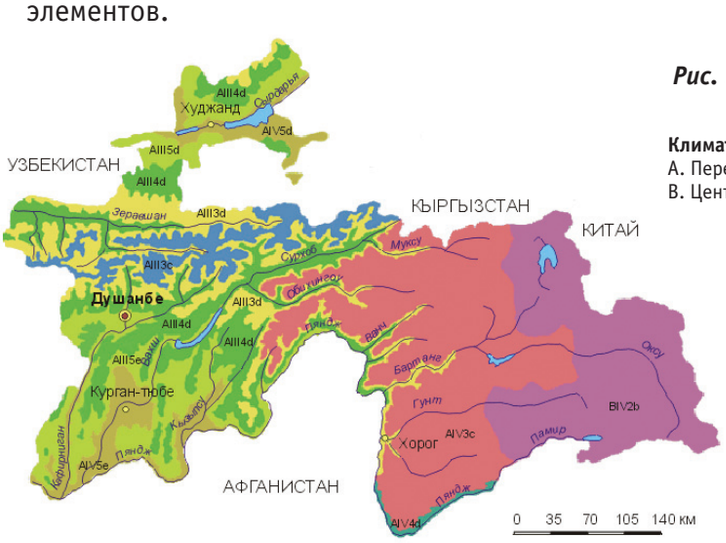


Рис. 1.2.7. *Климатическая карта Таджикистана.*

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

Климат Таджикистана охватывает самые широкие диапазоны температур, условий увлажнения, характера выпадения осадков, интенсивности солнечной радиации. Среднегодовые температуры, в зависимости от высоты расположения местности, могут быть от + 17 °C и более на юге страны до – 6 °C и меньше на Памире. Максимум температуры наблюдается в июле, минимум в январе. Особенно суровым климатом отличается Восточный Памир,

где абсолютный минимум достигает -63 °С (Булумкуль). На юге страны абсолютный максимум температур воздуха достигает + 47 °С (Айвадж).

Учитывая разнообразие климата Таджикистана, для характеристики температурного режима его территории выделен ряд районов со схожими климатогеографическими условиями:

- низкогорно-долинные –до 1000 м над уровнем моря;
- горные –от 1000 до 2500 м над уровнем моря;
- высокогорные –выше 2500 м над уровнем моря.

Низкогорно-долинные районы

Широкие долины и равнины с высотой до 1000 м являются основными районами земледелия и хлопководства. К ним относятся юго-западная часть республики, Гиссарская, Вахшская, Нижне-Кафирниганская, Кулябская долины, а также Ферганская долина с прилегающими к ней равнинами Согдийской области. Летом максимальная температура может достигать 43-47 °С. Средняя месячная температура самого жаркого месяца – июля – составляет 28-30 °С. Средняя месячная температура января в основном положительная 0,3–2,5 °С тепла, но в отдельных северных районах республики (г. Худжанд) она составляет -0,3 °С.

Горные районы

К переходной зоне от долин к высокогорьям до высоты 2500 м относятся: Зеравшанская долина, горные районы Центрального Таджикистана. Летом средняя месячная температура колеблется от 25 °С в Зеравшанской долине до 18 °С в горах Центрального Таджикистана. Абсолютный максимум достигает 36-40 °С. Средние месячные температуры января здесь меняются в широких пределах: от -1 °С в низовьях Зеравшанской долины до -7 °С в горах Центрального Таджикистана. Абсолютный минимум достигает -34 °С (Сангворский район).

Высокогорные районы

К высокогорным районам выше 2500 м относятся Центральный и Восточный Памир, а также горные хребты. Особенно суровыми климатическими условиями отличается Восточный Памир. Зима здесь продолжительная и холодная. Средняя январская температура опускается от -14 °С до -26 °С. Абсолютный минимум достигает -63 °С (кишлак Булункуль). Лето короткое и прохладное. Средняя температура воздуха в июле не превышает +15 °С (село Ирхт). Абсолютный максимум колеблется в пределах от +20 °С (ледник Федченко) до +34 °С (село Ирхт).

Атмосферные осадки

По условиям увлажнения на территории Таджикистана выделено, в основном, две зоны. Зона сухого климата охватывает долины Юго-Западного и Северного Таджикистана, предгорья Туркестанского хребта, а также обширный высокогорный район Восточного Памира (50-300 мм в год). Вся остальная территория относится к зоне недостаточного увлажнения (до 900 мм). Исключение составляют наветренные южные склоны Гиссарского хребта, где отдельными пятнами выделяется зона влажного климата (более 1800 мм).

Наблюдающиеся различия в распределении годового количества осадков на территории республики вызваны, в основном, её орографическими особенностями. Так, Гиссарский хребет сдерживает западные и юго-западные увлажненные воздушные массы, и здесь на южных склонах выпадает самое большое в республике количество осадков (Сиома, Харамкуль) – более 1500 мм (см. таблицу 1.2.2).

Таблица 1.2.2. *Среднее годовое количество осадков в Таджикистане.*

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?

Задания

Задание 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.

Задание 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?

Задание 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.

Задание 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.

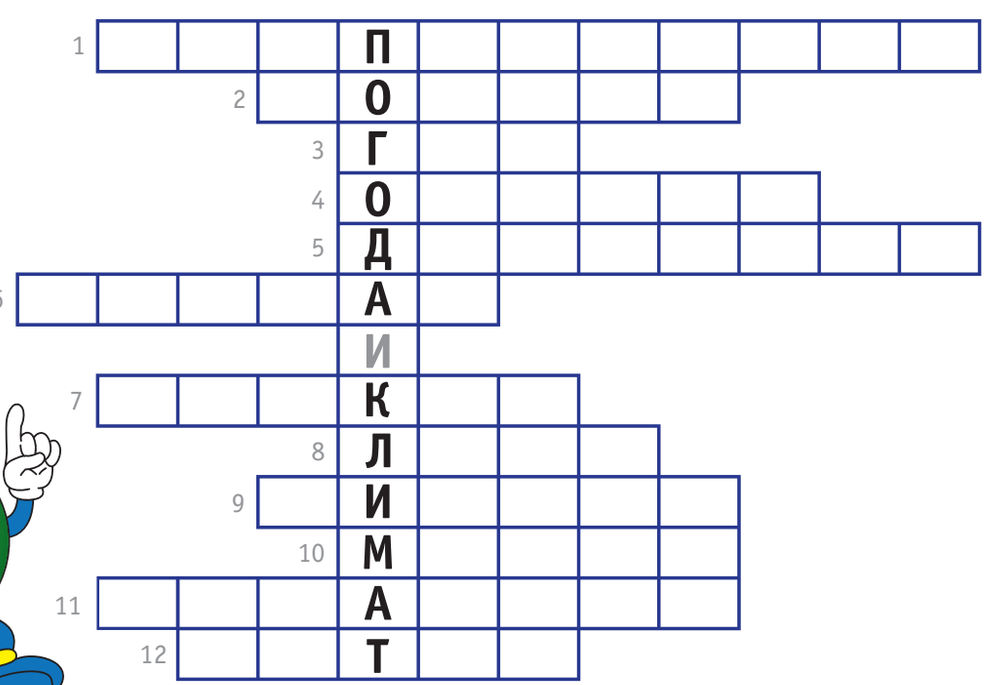
Последовательность движений. Ведущий и первый участник (потом по очереди второй, третий и другие) соединяют свои ладоши и начинают ими потихоньку делать круговые движения. Затем выполняются пальцами щелчки, потом начинают хлопать в ладоши, потом по бедрам и потом топать ногами. Когда последовательность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

Задание 5.

Кроссворд

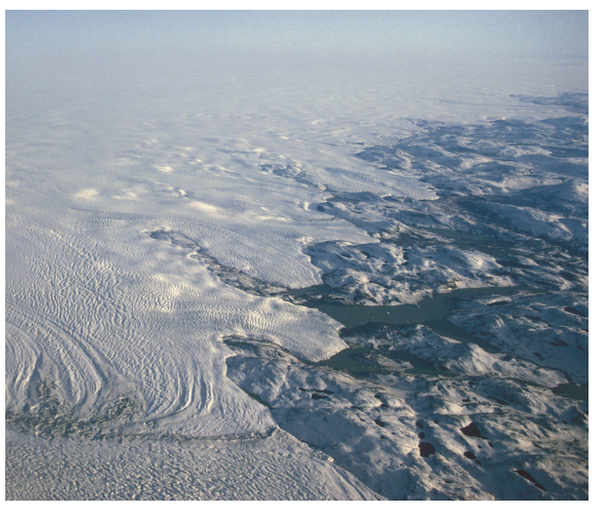
По горизонтали:

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 «Времена года».
12. Горизонтальное передвижение воздуха, которое вызывается разностью атмосферного давления.



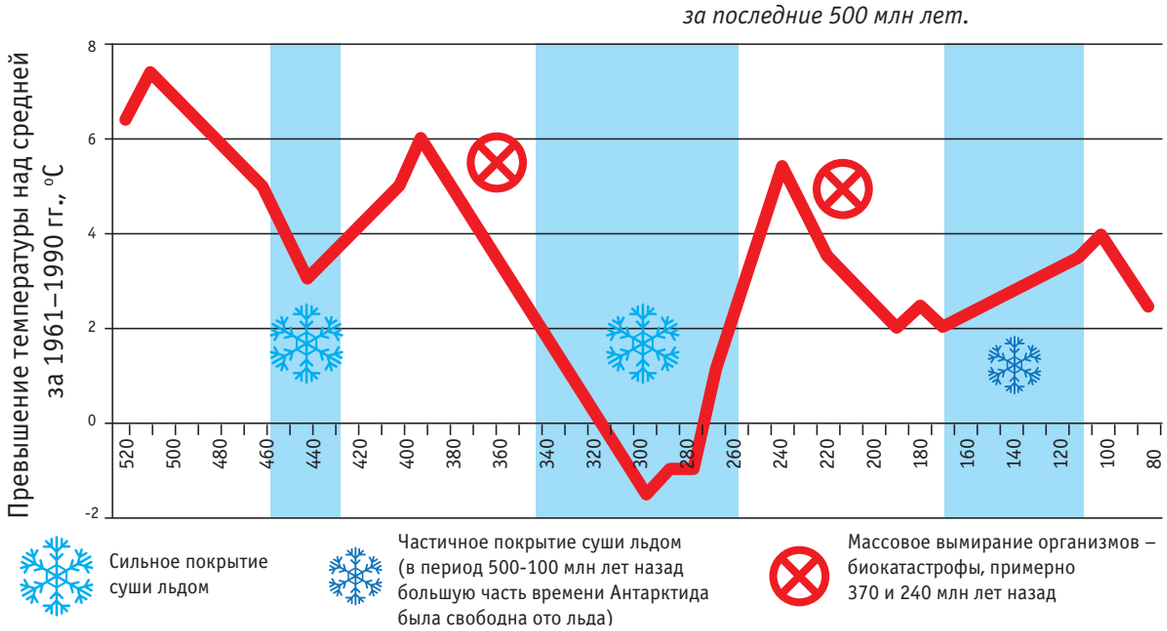
1.3. | Как и почему менялся климат в прошлом

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 °С (Рис. 1.3.1). Это очень много! Если бы сейчас было на 10 °С 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 ученых 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 ***палеоклиматология****.*

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.*

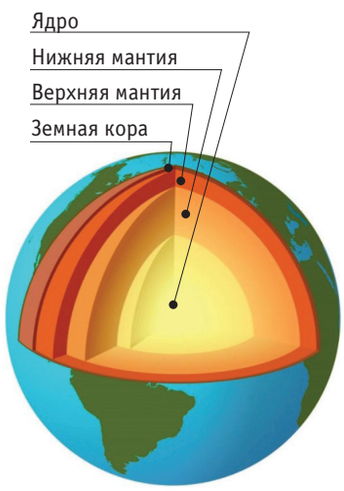
1.3.1. | Причины изменений климата: миллионы лет

Пытаясь ответить на вопрос о причинах сильных изменений климата за последние полмиллиарда лет, ученые 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.

Рис. 1.3.3. *Внутреннее строение Земли.*



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.

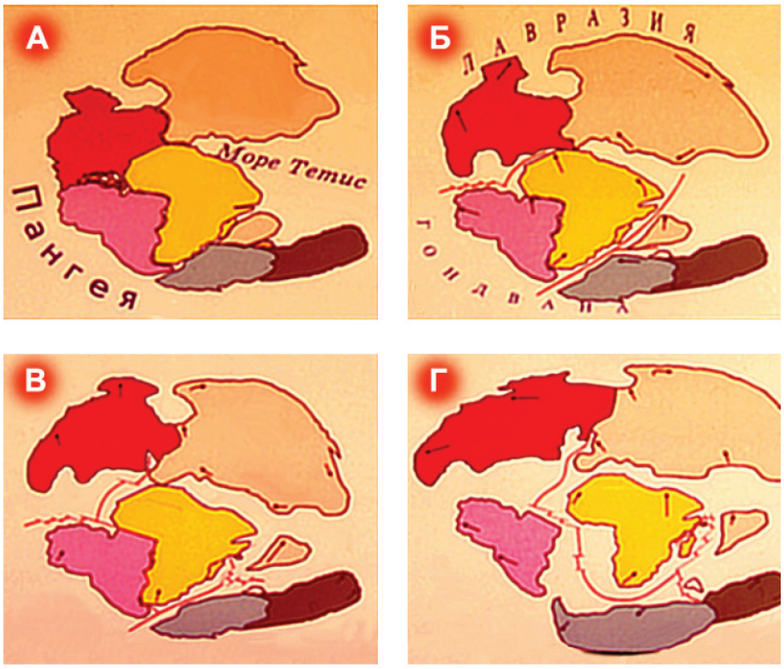


Рис. 1.3.4. *Дрейф континентов за последние 500 млн лет.*

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.

Во 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 самочки 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!

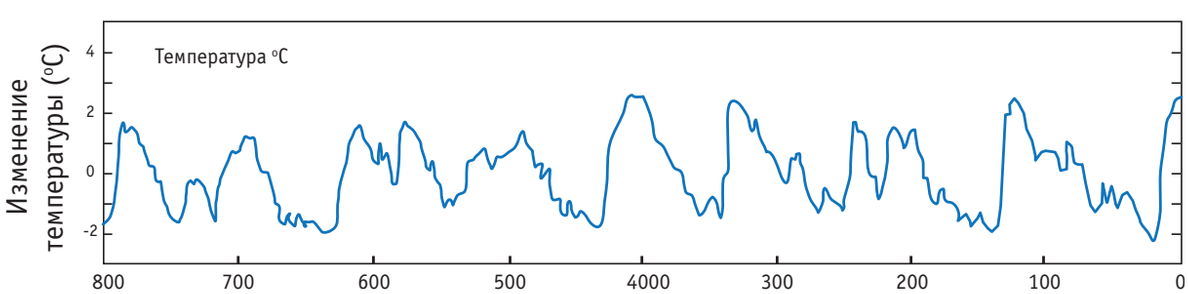
Примерно 10 млн лет назад на своё нынешнее место на планете встала Гренландия и покрылась слоем белого льда, что ещё понизило температуру, и она приблизилась к современным значениям.

Последние 500 млн лет 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.*

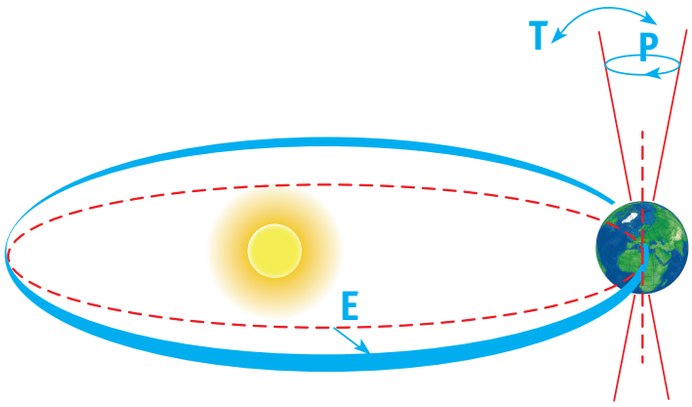


Почему так происходит? Учёные предполагают, что причины возникновения ледниковых периодов и периодов последующего потепления – астрономические (Рис. 1.3.6).

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.*

T — изменения наклона оси Земли;
E — изменения орбиты Земли (отклонения орбиты от круга);
P — изменение направления оси вращения Земли.



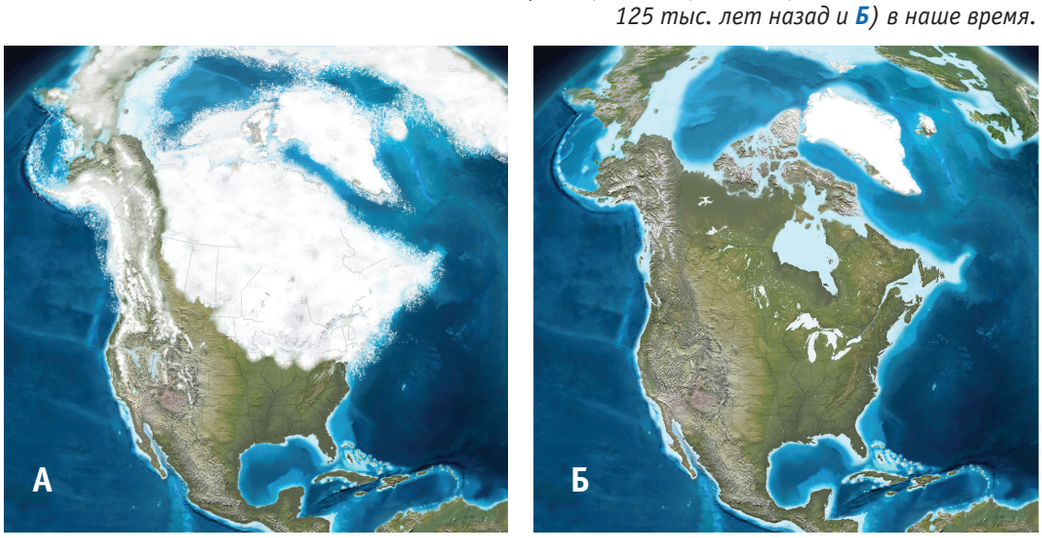
Ось Земли делает круговые движения с периодичностью 19–23 тыс. лет. Вспомните: когда вы запускаете юлу (волчок), то сначала его верхушка смотрит строго вверх, потом она начинает описывать круги, а потом волчок останавливается и падает. Земля похожа на волчок. Конечно, об остановке вращения в ближайшие 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. ***А****) Северная Америка 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. *Н. Фишер II. 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. 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.

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.*

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.

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 1 °C за 100 лет. Такая беспрецедентная скорость нехарактерна для естественных процессов. «Быстрые» для планеты изменения происходили за срок никак не менее 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

Задание 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?

Задание 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.

Задание 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.

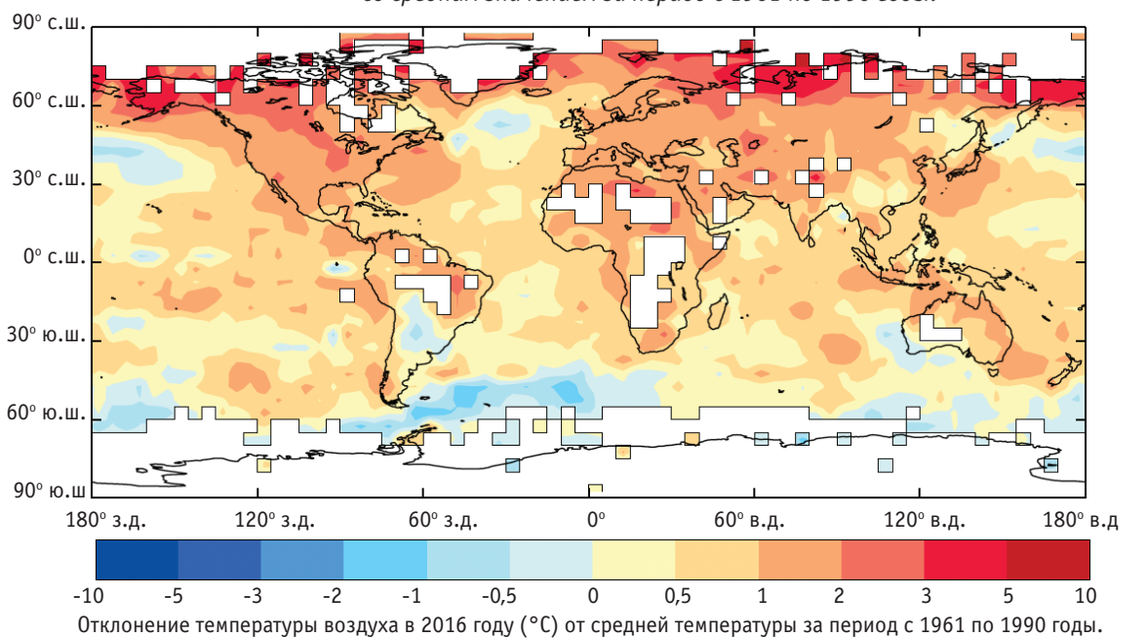
Возьмите физическую карту мира и, учитывая её масштаб, посчитайте, на какое расстояние в километрах должна переместиться Антарктида, чтобы её центр оказался не на Южном полюсе, а на 40° южной широты.

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. За 100 лет на планете потеплело почти на градус! В Северном полушарии такого тёплого периода, как с 1983 по 2016 годы, не было за последние 1400 лет (Рис. 1.4.1).

Рис. 1.4.1. *Карта показывает, на сколько градусов изменилась температура в разных регионах Земли к 2016 году по сравнению со средним значением за период с 1961 по 1990 годы.*



Учёные объясняют современное потепление на планете усилением парникового эффекта.

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

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.

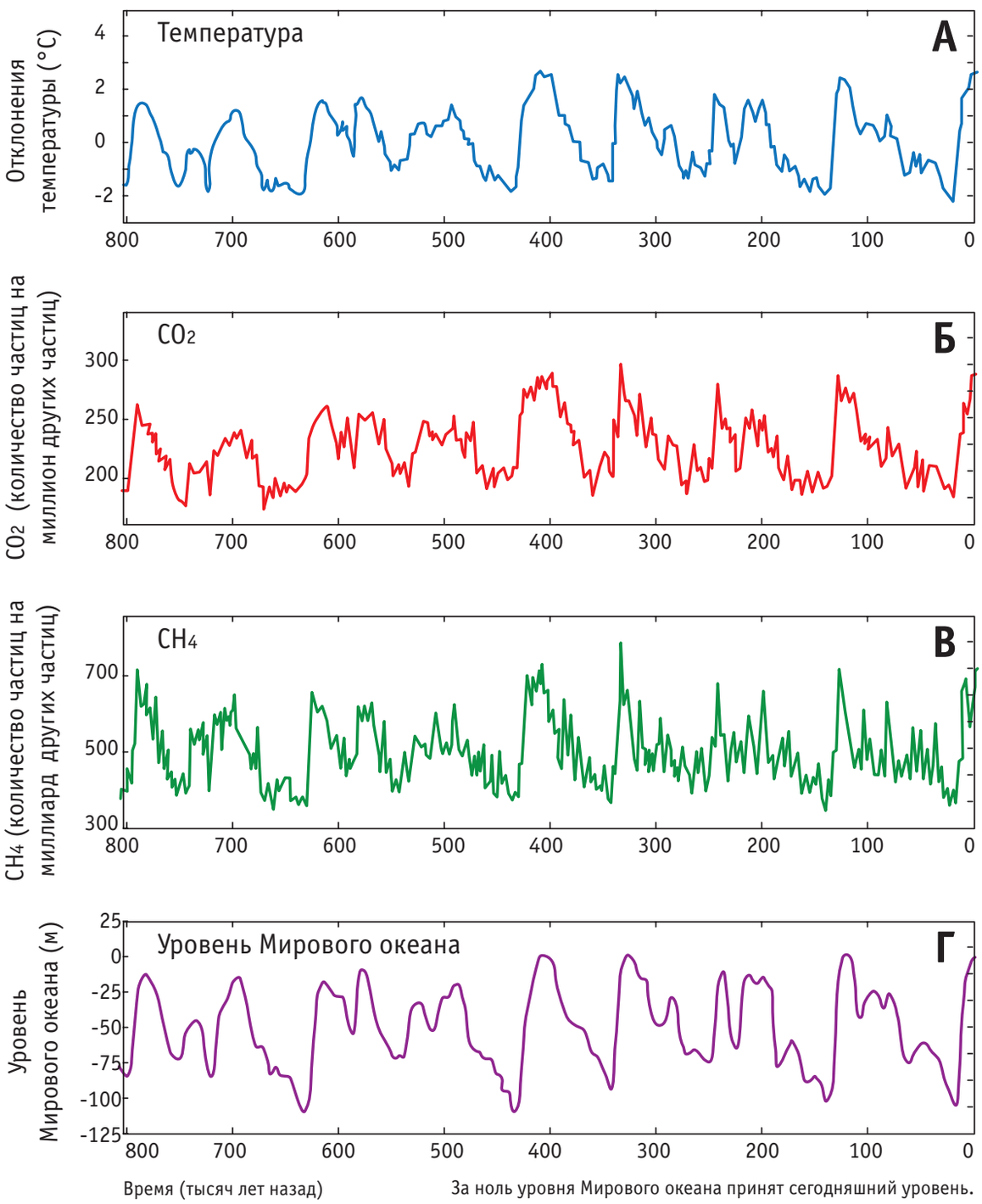
Учёные давно предсказали, что добывая и сжигая уголь, нефть и газ, человек будет выбрасывать в атмосферу большое количество CO_2 и CH_4, усиливая парниковый эффект. В середине XX века предсказание получило подтверждение – концентрация этих газов по всему миру стала быстро увеличиваться (Рис. 1.4.3).

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. Сегодня уровень CO_2 составляет 400 частиц на миллион! С начала развития промышленности (с 1750-х годов) содержание углекислого газа в атмосфере выросло на 40 %, метана – на 120 %, а закиси азота – на 20 %! Предположение о том, что хозяйственная деятельность человека приводит к усилению парникового эффекта, впервые сделал шведский учёный С. Аррениус ещё в 1896 году.*

Рис. 1.4.4. *Изменение за последние 800 тыс. лет относительно среднего показателя:*
А – температуры воздуха;
Б – содержания углекислого газа (CO_2);
В – содержания метана (CH_4);
Г – уровня Мирового океана.

Расчёты по содержанию изотопов кислорода в антарктических льдах.



Одновременно с температурой и концентрацией парниковых газов менялся и уровень Мирового океана, показанный на нижнем графике. В холодные периоды уровень океана был на 50–100 м ниже, а в тёплые периоды последних сотен тысяч лет уровень океана был как сейчас или выше на 5–10 м.

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

Ежегодно фотосинтез и дыхание живых организмов дают такое количество углекислого газа, которое намного больше выбросов человечества (Рис. 1.4.5). Кроме этого, извергаются вулканы и «дышит» океан… Однако с помощью изотопного анализа было показано, что всё же основная причина возникновения парникового эффекта – деятельность человека. Дело в том, что молекулы углекислого газа, образующегося при сжигании угля, нефти и природного газа, отличаются от молекул углекислого газа, который выделяют при дыхании живые организмы.

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. 1.4.5. *Круговорот CO_2 в природе.*

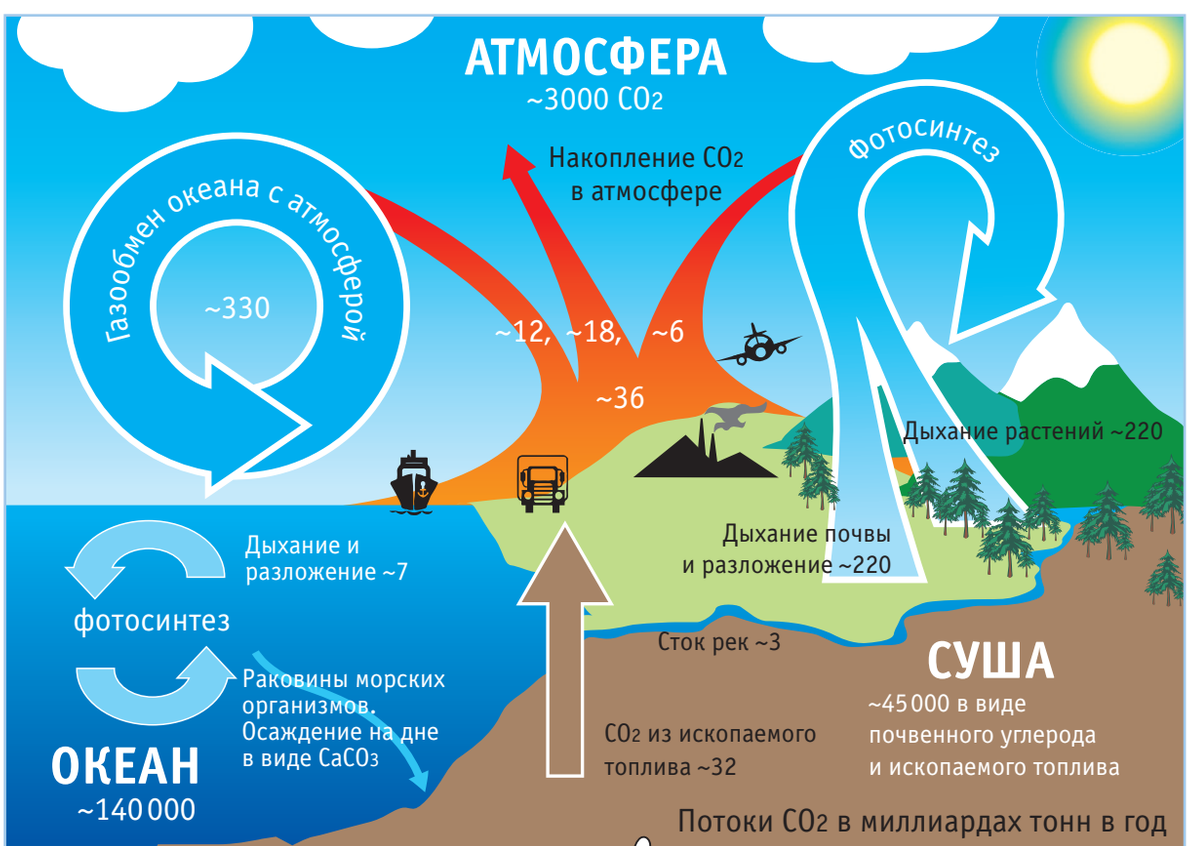
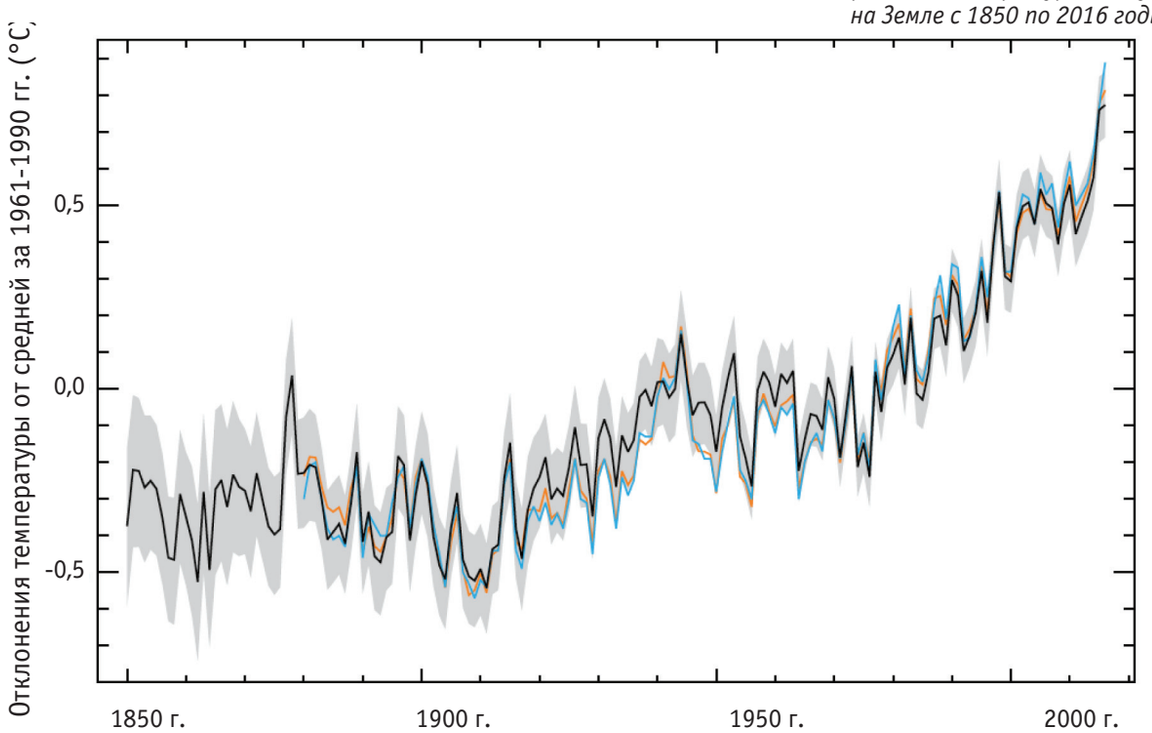


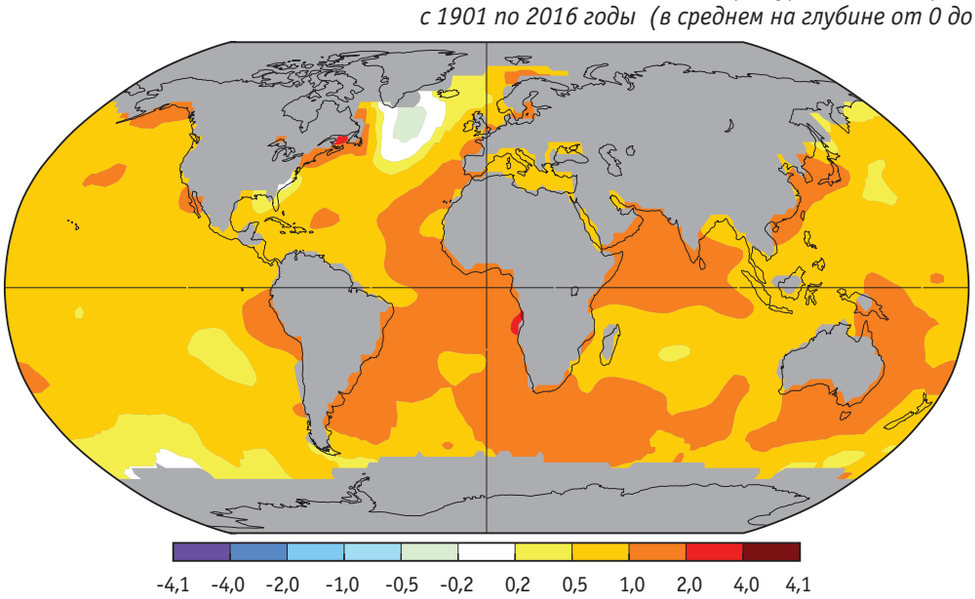
Рис. 1.4.6. *Рост средней температуры воздуха на Земле с 1850 по 2016 годы.*



Синяя, красная и чёрная кривые – данные метеорологических центров США и Великобритании. Полоса, закрашенная серым цветом, отражает диапазон неопределенности, с которым британские учёные судят о точности имеющихся данных.

Океан, леса и почвы планеты пытаются «помочь» человеку и поглощают из атмосферы половину «нашего» CO_2, но другая половина накапливается в атмосфере (Рис. 1.4.5) и усиливает парниковый эффект. В итоге прогревается атмосфера, а затем и океан (Рис. 1.4.7). Заметим, что человек ещё и вырубил большое количество лесов планеты, и теперь их способность поглощать CO_2 из атмосферы меньше, чем в прошлом.

Рис. 1.4.7. *Изменения температуры воды в Мировом океане с 1901 по 2016 годы (в среднем на глубине от 0 до 700 м).*



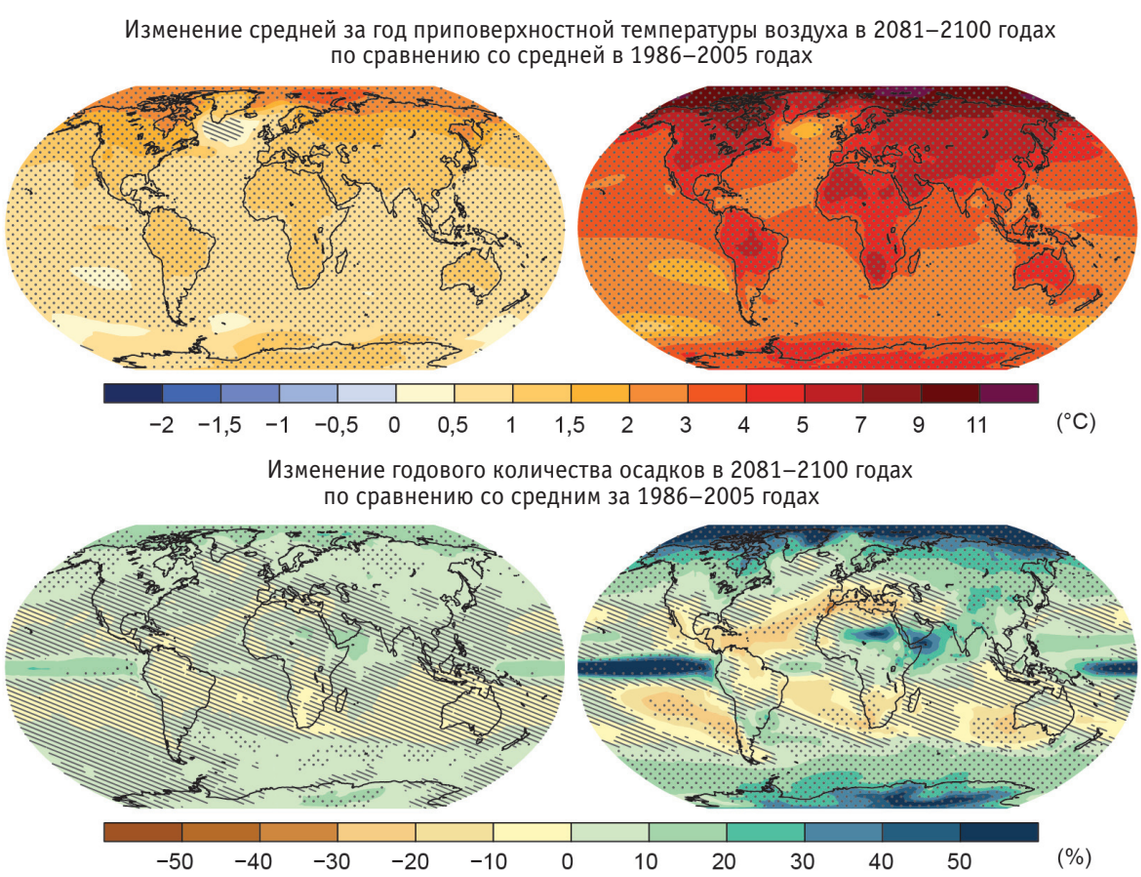
Серым цветом обозначены зоны в океане, по которым нет достаточных данных.

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. 1.4.7).

Кроме изменения газового состава атмосферы, человек загрязняет воздух аэрозолями – мельчайшими частицами как обычной пыли, так и ряда веществ, образующихся от выбросов электростанций, автомобилей и самолётов, при лесных пожарах и сжигании травы. Воздух с частицами служит препятствием для солнечных лучей, что понижает температуру вблизи поверхности. Оседая на снег и лёд, аэрозольные частицы (особенно сажа) снижают отражательную способность поверхности, что усиливает потепление. Таким образом, человек и прогревает, и охлаждает планету. К сожалению, первый фактор – усиление парникового эффекта – примерно в 3 раза сильнее охлаждающего действия. Поэтому и говорится о «глобальном потеплении», вызванном человеком.

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.

Рис. 1.4.8. *Прогноз изменения температуры и количества осадков на конец XXI века по двум вариантам общемировых выбросов парниковых газов: наиболее благоприятному (слева) и наименее благоприятному (справа).*



С того времени, как человек начал сжигать уголь, температура воздуха у поверхности Земли выросла на 1 °С, причём за последние 50 лет рост составил 0,6 °С (Рис. 1.4.6). 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. Например, на Крайнем Севере, в Арктике, потепление составило уже 2-3 °С (Рис. 1.4.1).

При этом в некоторых регионах мира 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!

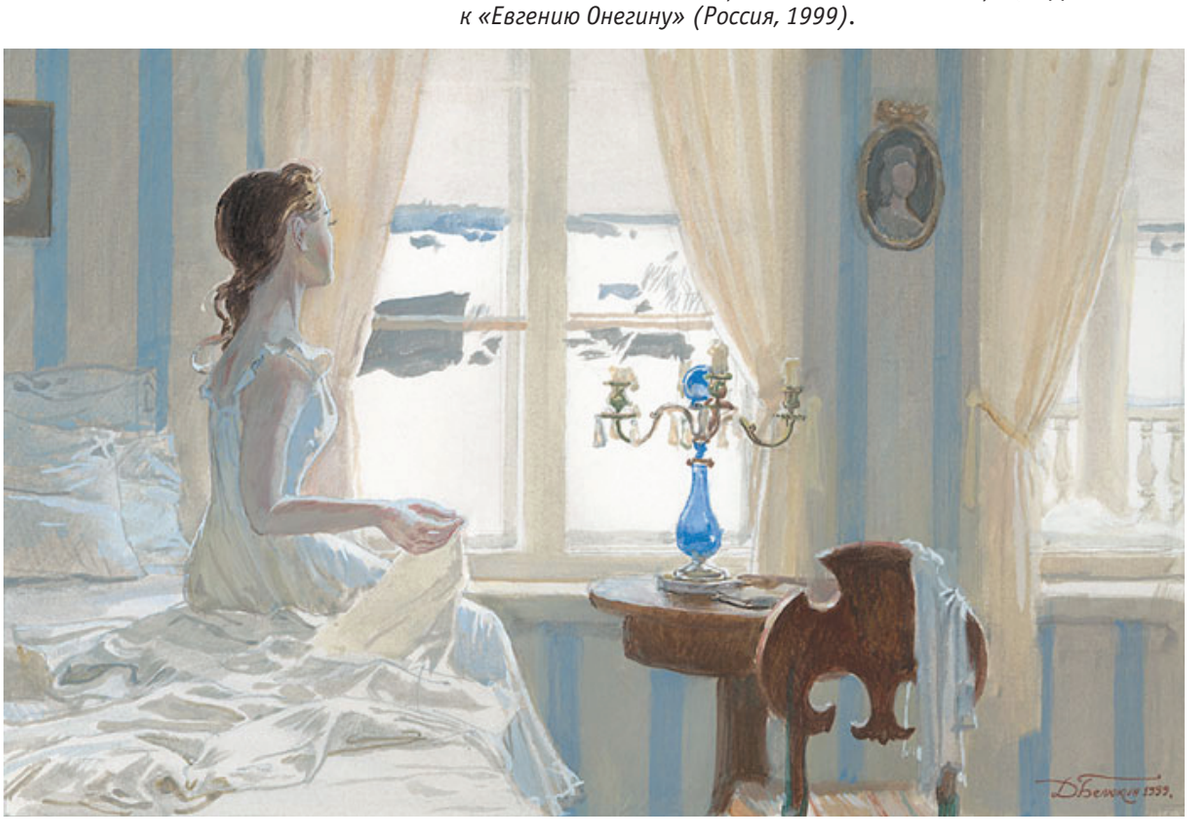
Было ли такое в прошлом? Конечно, да. А.С. Пушкин, известный русский поэт и писатель, в своём произведении «Евгений Онегин» писал:

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. 1.4.9. *«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 невелики – 1,5-2 °С по сравнению с началом XX века. Зато при самом неблагоприятном температура на планете может вырасти на 5 °С, а в Арктике и на 10 °С! 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.

Поэтому большинство учёных сходится во мнении, что, вероятнее всего, человек сыграл основную роль в изменении климата, которое происходит на Земле в последние 60 лет (с середины XX века) и будет происходить в ближайшее столетие.

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, сделать её «зелёной» – дружественной человеку и климату.

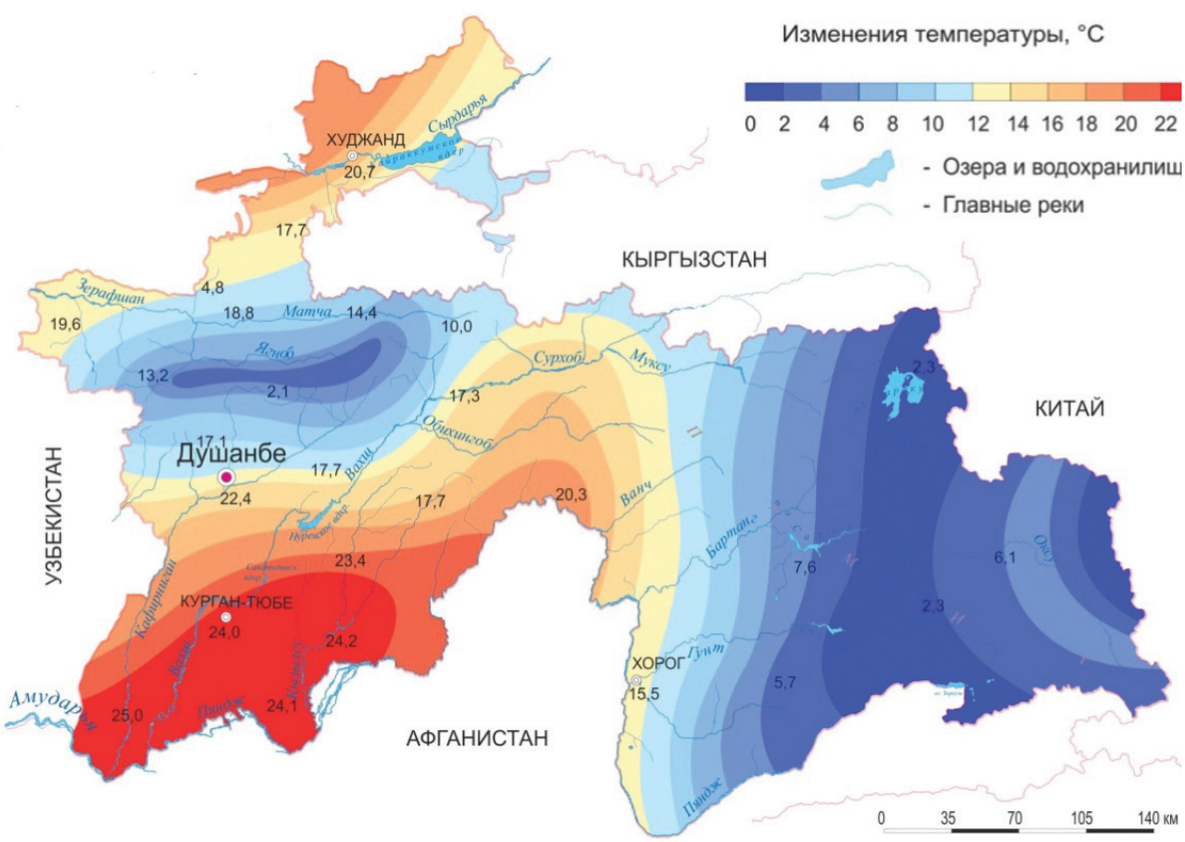
Наблюдаемые изменения климата в Республике Таджикистан

Последнее десятилетие оказалось самым тёплым в глобальном масштабе за прошедшие 150 лет, и температура поверхности нашей планеты увеличилась почти на 1 °С. Согласно оценкам авторитетной Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), такое изменение климата произошло, и далее может еще более усугубиться, в основном из-за деятельности человека.

Аналогичная тенденция потепления климата проявляется и в Центральной Азии, в т.ч. в Таджикистане.

За период 1940–2012 годы прирост температуры для равнинной территории Таджикистана составил 0,1–0,2 °С за десятилетие. Наибольшее повышение температуры отмечено в г. Дангаре и г. Душанбе, по остальной территории - на 0,5-0,8 °С, в г. Худжанде – на 0,3 °С (малый прирост обусловлен влиянием орошения и водохранилища). В горных районах прирост годовой температуры составил 03–0,5 °С, за исключением обособленных районов, где тенденции менее выражены. В высокогорной зоне (свыше 2500 м) повышение температуры составило 0,2–0,4 °С (Рис. 1.4.10).

Рис. 1.4.10. *Изменение средней годовой максимальной температуры воздуха за 1940–2010 годы в Таджикистане.*



В 2013 году особенно жарко было в конце июля, когда в долинах днём воздух прогревался до 40–47 °С, в горных районах – до 37–44 °С. В Дарвазе и Исанбае был установлен новый абсолютный максимум месяца. При этом зимой 2017 года в Таджикистане была аномально холодная зима – ведь изменение климата означает не только повышение температуры воздуха в среднем, но и необычайные скачки температуры в течение года.

За период с 1940 по 2012 годы в целом произошло некоторое увеличение годового количества осадков на 5–10 %, но многообразие географических и климатических зон Таджикистана создает довольно пёструю неоднозначную картину изменений.

Рис. 1.4.11. *Изменение температуры воздуха в Таджикистане по высотным зонам в 1940– 2010 годы по сравнению со средним значением за период 1961–1990 годы.*

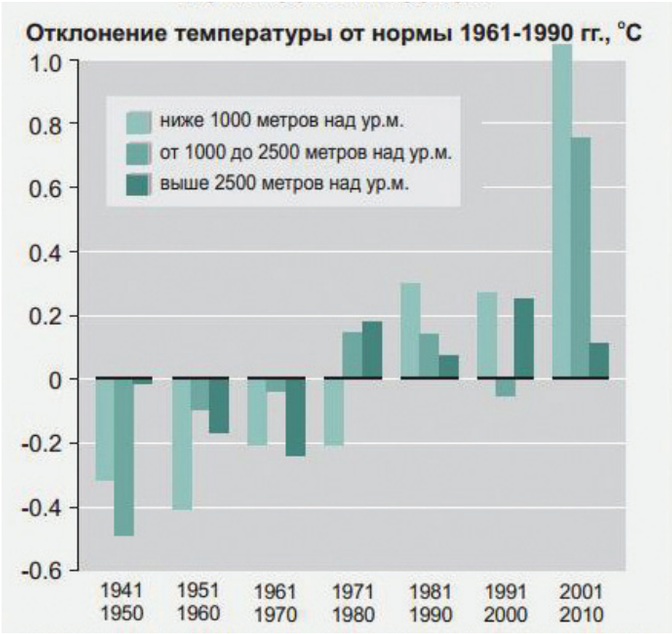
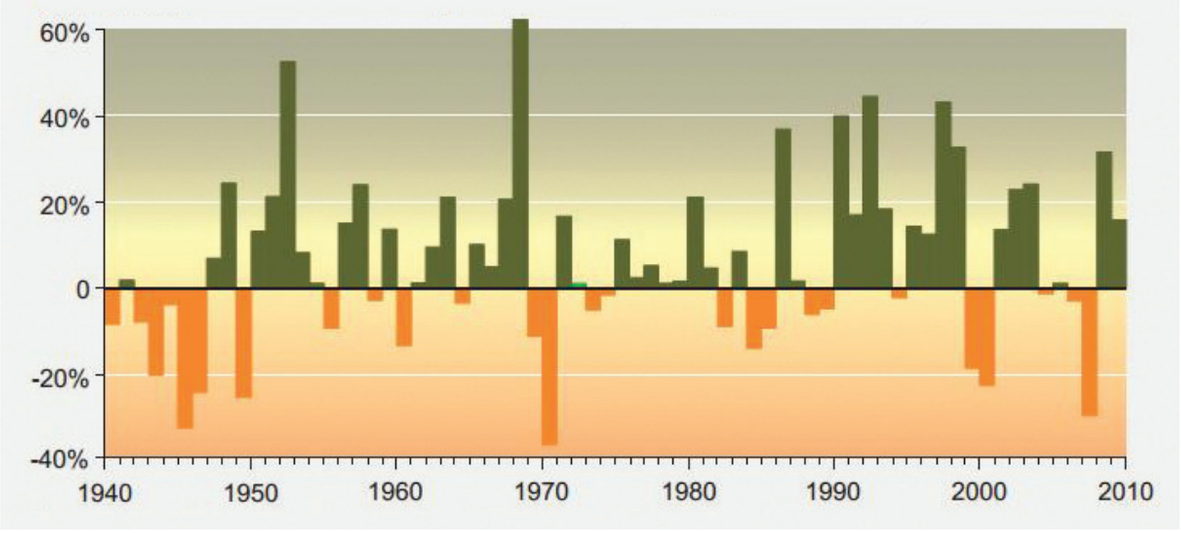
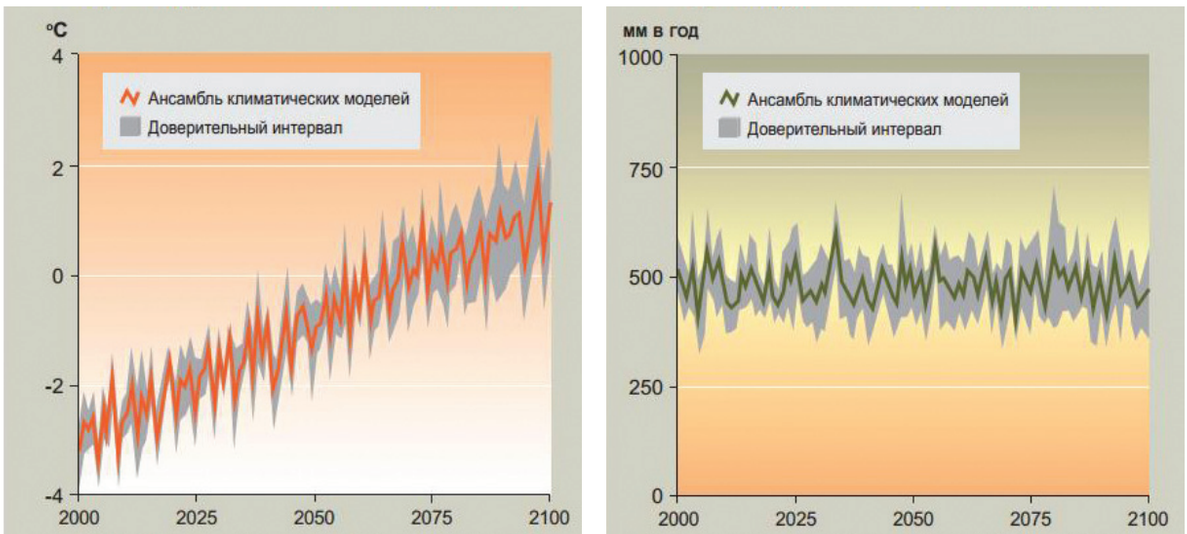


Рис. 1.4.12. *Изменение осадков в Таджикистане в 1940–2010 годы по сравнению со средним значением за период 1961–1990 годы.*



За исследуемый период наиболее сухим оказалось десятилетие 1940–1950 годы. Затем чередовались засушливые и влажные периоды. Некоторое увеличение осадков в основном связано с ростом их интенсивности при уменьшении количества дней с осадками. Годовое количество осадков в последнее десятилетие (2000–2010 годы) также оказалось выше многолетней нормы, за исключением отдельных годов, что отразилось на повышенной водности рек (Рис. 1.4.12).

Рис. 1.4.13. *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 горной части.

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 °C, 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 отразиться 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 за последние 50 лет? Где увеличение больше: в мире в целом или в северных странах Европы?

Задание

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).

Как изменения климата влияют на природу и человека

Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям?

ЧАСТЬ 2

2. Как изменения климата влияют на природу и человека. Можно ли адаптироваться к их неизбежным последствиям? 53

2.1. Как изменения климата влияют на… **погоду** 55

2.2. Как изменения климата влияют на… **растения и животных** 68

2.3. Как изменения климата влияют на… **леса** 88

2.4. Как изменения климата влияют на… **водные ресурсы** 108

2.5. Как изменения климата влияют на… **сельское хозяйство** 119

2.6. Как изменения климата влияют на… **прибрежные регионы** 127

2.7. Как изменения климата влияют на… **горные регионы** 137

2.8. Как изменения климата влияют на… **арктические регионы** 155

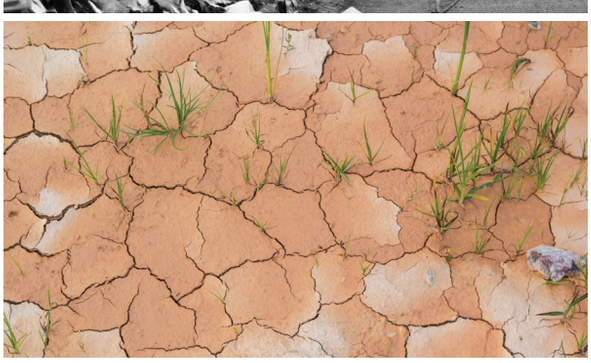
2.9. Как изменения климата влияют на… **города** 170

2.10. Как изменения климата влияют на… **социальные проблемы** 182

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.

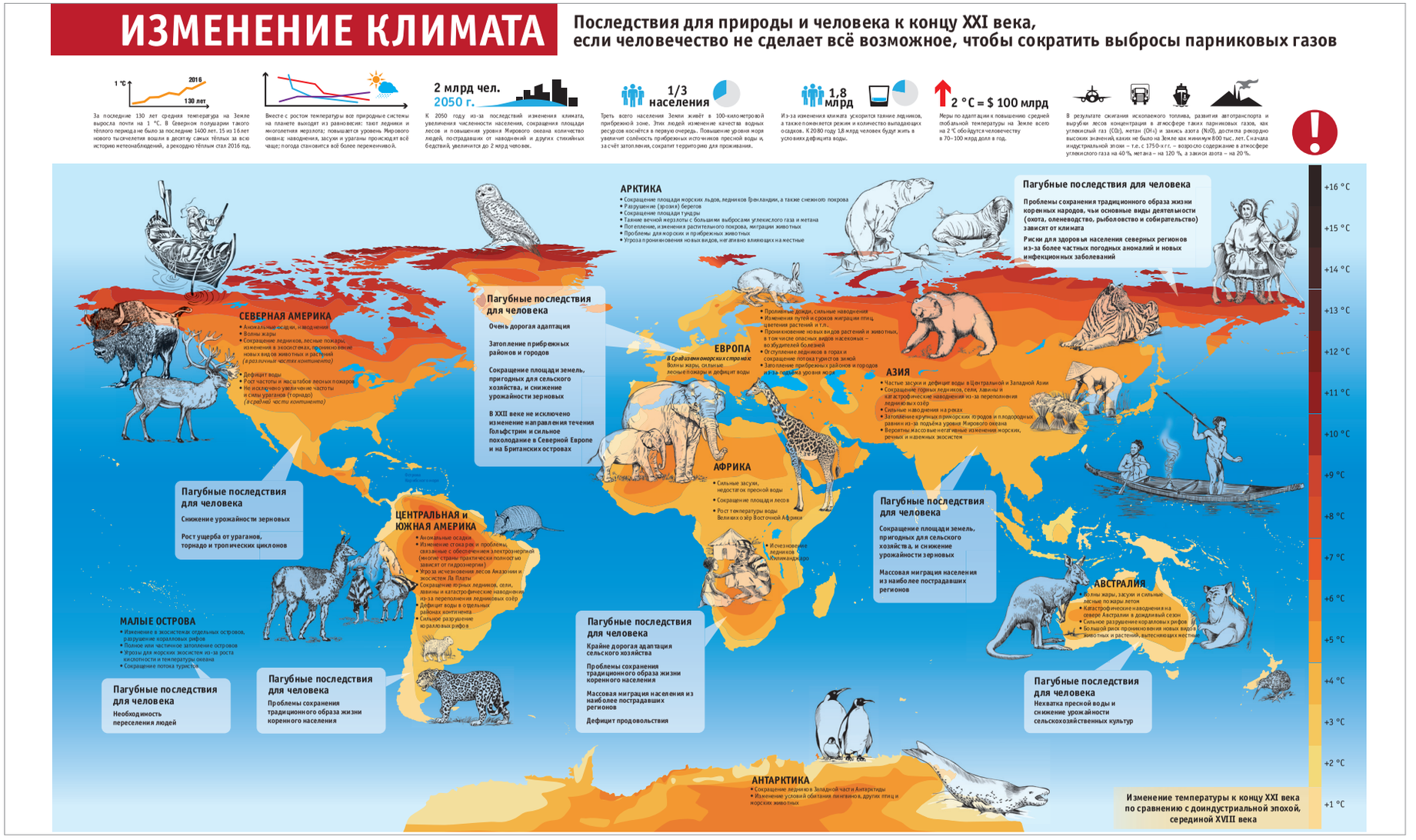


Недавно обнародованные выводы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) – самой авторитетной группы учёных-климатологов всего мира – показывают, что продолжающиеся изменения климата могут в будущем привести к ещё более опасным последствиям для природы и человека.

Чтобы снизить ущерб от климатических изменений, человечеству необходимо заранее предпринимать соответствующие предупредительные меры, так называемые меры адаптации.

Адаптация *– это приспособление естественных или антропогенных систем к фактическому или ожидаемому воздействию изменений климата, которое позволяет уменьшить вред или использовать благоприятные возможности от изменения климата. Можно, например, построить здания, которые будут более устойчивыми к экстремальным погодным явлениям; соорудить защитные дамбы от наводнений; вывести новые, более устойчивые к засухам, сорта сельскохозяйственных культур или предпринять другие меры.*

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.*



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, в Египте впервые за 122 года 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.

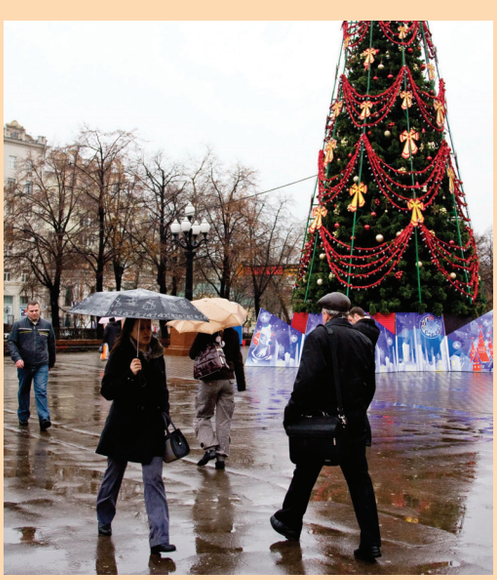
Когда погодные аномалии становятся опасными для здоровья, жизни и хозяйственной деятельности людей – это **опасные погодные явления**.

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!



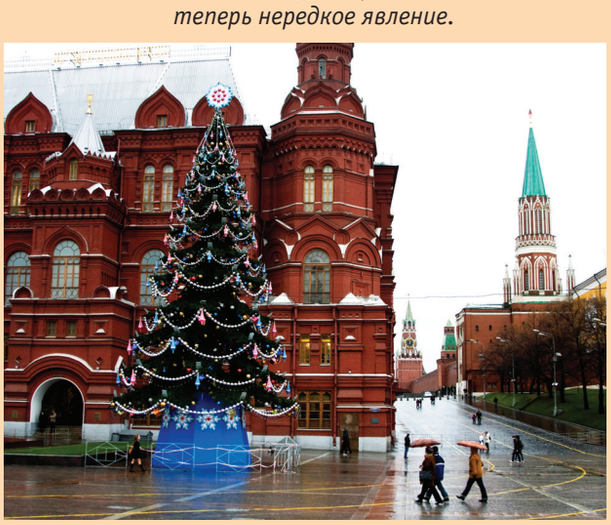


Рис. 2.1.1*. Декабрьский дождь в Москве теперь нередкое явление.*

Сильная пыльная буря на Ближнем Востоке в сентябре 2015 года

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 начале сентября 2015 года массивная пыльная буря с характеристиками шамаля и хабуба прошла через Ирак, Иран и другие страны Персидского залива и Восточного Средиземноморья. Сводки новостей описывали порывы ветра до 80 км в час. Были сообщения о закрытии дорог, отменах авиарейсов. Тысячи людей оказались в больницах из-за проблем с дыханием.

Пыльные бури могут быть особенно опасны для людей, страдающих астмой; к тому же, они являются причиной распространения болезнетворных микробов. Они также приводят к выносу почвенного покрова, в особенности богатых полезными веществами лёгких частиц, тем самым снижая урожайность.

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.

Ученые говорят, что более частые пыльные бури являются результатом как неэкологичных методов ведения сельского хозяйства, в том числе перевыпаса скота, так и роста глобальных и локальных температур и более частых засух.

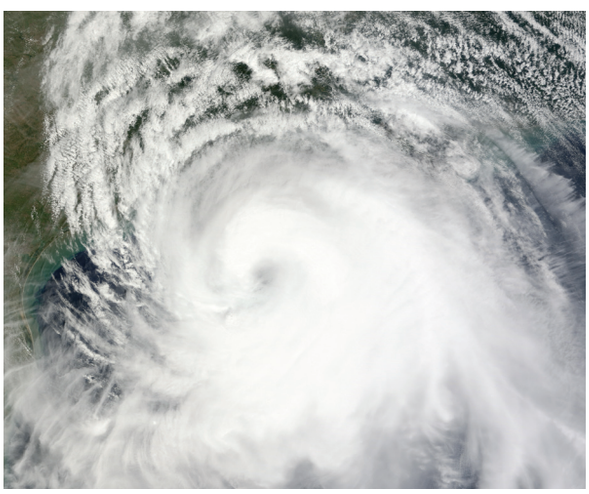
***Рис. 2.1.2**. Спутниковый снимок пыльной бури над Ираком в сентябре 2015 года.*

***Рис. 2.1.3**. Надвигающаяся пыльная буря, Афганистан, 2013 год.*

Погода нервничает

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 потепление 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 – говориться, что опасные погодные явления, которые раньше возникали раз в 1.000 дней, сейчас случаются каждые 200–250 дней, то есть в 4-5 раз чаще. Однако на всей планете изменения климата и их последствия происходят неравномерно. В том же исследовании учёные отмечают, что погодные аномалии между экватором и тропиками будут более катастрофическими. В странах, расположенных в этих широтах, число экстремально 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.

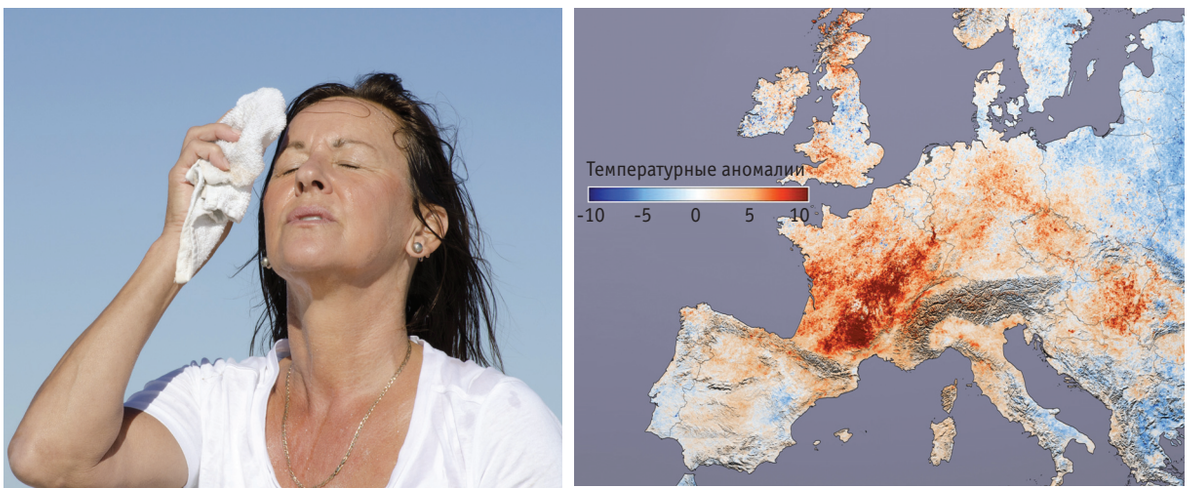
Важно иметь в виду, что отклонение погоды от климатической нормы само по себе не может рассматриваться как изменение климата. Например, очень холодная зима не говорит о похолодании климата. Для выявления изменений климата нужны данные за длительный период времени порядка десятка лет и более.

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

Опасные погодные аномалии последних лет

Волна жары в Европе, 2003 год. В начале августа 2003 года Францию, Италию, Германию, Испанию и ряд других стран Европы накрыла самая мощная за последнее время волна жары. Жара началась в июне и продолжалась вплоть до середины августа. На севере Франции дневные температуры превышали сорокаградусную отметку в течение как минимум недели. Специалисты Института Земли Колумбийского университета (США) посчитали, что эта волна жары стоила жизни более чем 50 тыс. жителей Европы. По данным Французского национального научно-исследовательского института здоровья и медицины, летом 2003 года смертность населения во Франции была на 60 % выше, чем в предыдущие годы. Печальные последствия необычайной жары побудили Министерство здравоохранения Франции разработать специальный План действий по оценке и профилактике острого воздействия погодных явлений на здоровье человека. Подобные планы были впоследствии разработаны и в других странах Европейского союза.

Рис. 2.1.4. *Аномальная жара в Европе в 2003 году. Красным цветом на карте показаны области, где средняя температура в июле 2003 года была существенно выше средней температуры 2001 года.*



Засуха в Бразилии, 2005 год. Регион, расположенный в бассейне р. Амазонки, пострадал от засухи, которая считается самой сильной за сто лет. Реки высохли настолько, что люди свободно передвигались пешком и ездили на велосипедах там, где каноэ и моторные лодки ранее были единственным транспортным средством.

Ураган «Катрина» в США, 2005 год. Ураган «Катрина» стал одним из самых ужасных стихийных бедствий в истории США. Разрушив дамбы, вода полностью стёрла с лица земли огромный город Новый Орлеан. 90 % жителей юго-восточных районов штата Луизиана были эвакуированы. И в последние годы ураганы и тайфуны стали затрагивать новые, доселе не подверженные этим бедствиям, территории.

Наводнение на Дальнем Востоке России, 2013 год. Конец лета и начало осени на Дальнем Востоке России были необычайно дождливыми в 2013 году. Сильные ливневые дожди, охватившие весь бассейн р. Амур и продолжавшиеся около двух месяцев, послужили причиной экстремального подъёма воды в реке. По данным наблюдений, количество выпавших к началу августа осадков в Амурской области достигло или даже превысило годовую норму. Местами уровень реки поднимался на 9 м! Почти полторы сотни населённых пунктов на Амуре оказались затопленными, 20 тыс. человек были вынуждены оставить залитые водой дома и жить во временных пунктах размещения или у родственников.

Волна холода на Ближнем Востоке, 2013 год. Обрушившиеся в декабре 2013 года на Ближний Восток и север Африки холода парализовали жизнь в регионе и привели к человеческим жертвам. Из-за снегопадов были отменены занятия в школах, закрыты банки, задержаны сотни авиарейсов, а местным жителям было рекомендовано не покидать дома.

Можно ли предсказать погодные аномалии заранее?

К сожалению, в большинстве случаев предсказать опасные погодные явления 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?

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

Как было отмечено в этом разделе, изменения климата проявляются не только в повышении температуры воздуха и изменении атмосферных осадков и снежного покрова, но и в появлении более частых и интенсивных стихийных гидрометеорологических (или погодных) явлений.

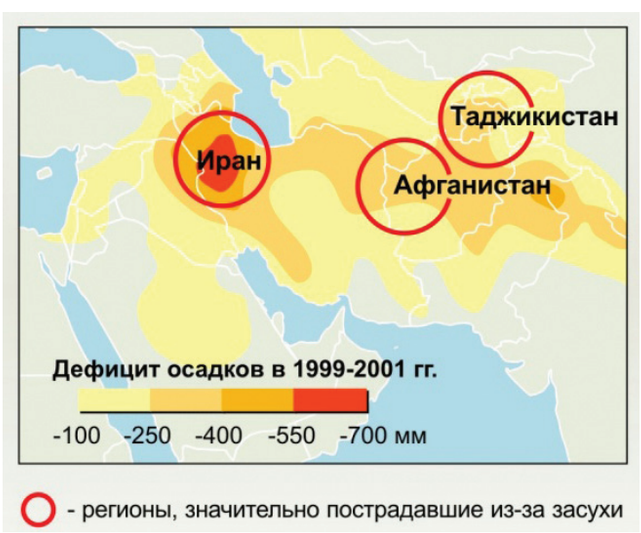
Эксперты, собравшиеся в 2008 году на Душанбинской международной водной конференции, подтвердили взаимосвязь между более частыми и разрушительными проявлениями стихийных бедствий и тенденциями изменения климата. Действительно, как в Таджикистане, так и во многих других уголках мира, всё больше масштабных и неожиданных наводнений, селей, засух, вспышек насекомых вредителей, пожаров и т.п. экстремальных явлений связывают с последствиями изменения климата.

Для Таджикистана наиболее характерные опасные погодные явления – очень высокие и низкие температуры, засухи, пыльные бури, сильные осадки, селевые явления, снежные лавины, выпадение града.

Сильные засухи могут привести к значительному материальному ущербу. Так засуха 2000–2001 годов в Таджикистане и соседних государствах Центральной Азии оказалась самым значительным стихийным бедствием за последнее десятилетие (Рис. 2.1.5). За 70 лет (с 1940 по 2010 годы) в восьми случаях засухи одновременно охватывали большую часть заселённой территории страны: в 1940, 1947, 1956, 1971, 1980, 1988, 2000–2001 и 2007–2008 годах.

Особенно сильные засухи наблюдались в 1971 году и 2000–2001 годах. В отчёте Всемирного банка 2005 года о засухах в Центральной Азии и на Кавказе экономические потери от засухи 2000–2001 годов были оценены в 100 млн долл. США (4,8 % ВВП страны и 16,8 % ВВП, произведённого сельским хозяйством). Затраты на мероприятия по ликвидации последствий и восстановлению составили дополнительно ещё 104 млн долл. США. В период сильной засухи 2000–2001 годов пострадало около 3 млн жителей Таджикистана (или половина всего населения страны того времени).

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



Более всего от засух страдают южные густонаселенные районы и Гиссарская долина, где отмечается наибольшее число лет со средними и сильными засухами. По данным Таджикгидромета, в связи с потеплением климата существует вероятность, что засухи в Таджикистане будут происходить с большей интенсивностью и частотой.

В докладе ПРООН, выпущенном в 2012 году, засуха представляется самым губительным последствием изменения климата в настоящем и будущем для населения, проживающего в различных областях и районах Таджикистана. Засуха и экстремальные температуры влияют на производство продуктов питания, доступ к питьевой воде, потенциал выработки гидроэлектроэнергии. Дефицит воды может усилить трения на местном уровне, усилить миграцию и увеличить количество заболеваний. Поэтому засуха оказывается на первом месте в числе негативных последствий изменения климата для Таджикистана.

Сильные осадки – одно из наиболее опасных явлений по своим последствиям для Таджикистана, так как они могут привести к резкому подъёму воды в реках, наводнениям, селевым паводкам и катастрофическим сходам лавин. Примеры сильных осадков – выпадение более 20 мм снега или свыше 30 мм дождя за 12 часов. Наиболее сильные осадки характерны для районов резкого сужения долин и горных ущелий, с наветренной стороны хребтов, обтекаемых потоками холодных воздушных масс. В этих районах (Душанбе, Файзабад, Гарм, Ховалинг, Шахристан) грозы, град и сильные дожди часто наблюдаются в весенний период.

К счастью, среднее число случаев с сильными осадками по территории республики пока невелико и не превышает 6 дней в году. Однако прогнозы говорят о возможном увеличении числа таких дней из-за изменений климата. В большинстве районов страны увеличилось число дней с осадками 5 мм и более, особенно в центральных горных районах.

Селевые паводки являются одним из последствий выпадения ливневых осадков. Они часто наблюдаются в предгорных и горных районах Таджикистана на высотах до 2000 м. В высокогорных районах сели могут формироваться в результате прорыва временных (ледниковых) озер.

Согласно данным наблюдений, 1998–1999 годы оказались наиболее дождливыми (вместе с 1969 годом), и количество возникающих за счет сильных осадков селевых потоков возросло. В результате прошедших весной 1998 года селей было разрушено свыше 7 тыс. жилых домов и погибло более 130 человек. В засушливые 2000–2001 годы сели почти не наблюдались. Сели и наводнения в 2002, 2003, 2005, 2010 годах привели к разрушениям жилых домов, инфраструктуры и человеческим жертвам. Ущерб от наводнений в 2010 году превысил 500 млн сомони (в основном за счёт наводнений на юге страны).

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

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

Лавины. Рост лавинной опасности связан с динамикой температуры воздуха, количеством и интенсивностью твёрдых осадков в зоне выше 1500 м. В 2002–2006 годах в результате схода лавин в Таджикистане погибло свыше 50 человек, в основном местные жители и пассажиры машин, застигнутых лавинами. Мощные лавины наблюдались в 2010 году, когда снежные завалы блокировали стратегическую трассу, соединяющую г. Душанбе с северным Таджикистаном, и повредили инфраструктуру. Только за один январь 2017 года на территории страны были зарегистрированы 244 случая схода лавин, в том числе 152 случая в Рушанском, Шугнанском, Ишкашимском и Рошткалинском районах Горно-Бадахшанской Автономной Области, 22 случая в Лахшском, Сангворском, Таджикабадском, Раштском, Нурабадском районах и городе Рогуне, а также 70 случаев схода лавин в Варзобском районе.

В общей сложности, стихийные бедствия, которые произошли в Таджикистане за последние 10–12 лет, привели к гибели около 1 тыс. чел., нанесли экономический ущерб свыше 1 млрд сомони, при этом сели и наводнения 1998–1999 годов, 2005 года и 2010 года были особенно разрушительными.

***Рис. 2.1.8**. Снежная лавина на Памире.*

Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон в своем выступлении в феврале 2017 года по природным чрезвычайным ситуациям за последние пять лет сказал, что в результате природных бедствий за этот период в стране зафиксировано 603 чрезвычайные стихийные ситуации, в результате которых погибли 127 человек и экономике страны нанесён ущерб на 600 млн долл. США. Из общего количества людей, погибших в результате стихийных бедствий, 38 человек приходятся на сход селей, 23 – на сход оползней и камнепады, 23 – на сход лавин.

Из общего числа чрезвычайных стихийных бедствий больше всего случаев приходится на сход селей (34 %). По экономическому ущербу случаи схода селей также занимают первое место – более 63 % от общего ущерба, нанесённого экономике страны, особенно сельскому хозяйству, приходится на разрушительные последствия селей.

Таким образом, в связи с изменением климата, число и последствия стихийных бедствий, включая катастрофические наводнения и сели, увеличиваются, что причиняет значительный материальный ущерб: выходят из оборота продуктивные земли, их разрушительному действию подвергаются населённые пункты, дороги, мосты, ирригационные каналы, гидротехнические сооружения, и другие объекты народного хозяйства. Принятие предупреждающих и адаптационных мер может уменьшить последствия стихийных бедствий, а в отдельных случаях предотвратить ущерб.

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

В Таджикистане при содействии ООН около десяти лет назад была создана программа РЕАКТ для многостороннего сотрудничества по оценке риска стихийных бедствий и комплексному реагированию, обмену информацией между учреждениями, по рационализации использования технических и финансовых ресурсов. В программе задействованы свыше 30 представителей от государственных органов и международных организаций, которые собираются регулярно и в случае чрезвычайных ситуаций.

Таджикистан также поддерживает международную Сендайскую рамочную программу по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы. Реализация этой программы потребует принятие законов, стратегий и планов на местном, национальном, региональном и глобальном уровнях, направленных на снижение риска возникновения и возможного ущерба от опасных гидрометеорологических явлений.

***Рис. 2.1.10**. Последствия сели 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?

Задание

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

Все-все,
Все на свете,
На свете нужны,
И мошки
Не меньше нужны,
Чем слоны.

Нужны все на свете!
Нужны все подряд –
Кто делает мёд
И кто делает яд.

Нельзя обойтись
Без чудовищ нелепых
И даже без хищников
Злых и свирепых.

А если нам кто-нибудь
Лишним покажется,
То это, конечно,
Ошибкой окажется...

Б. Заходер

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?

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.

Африканская саванна и её обитатели.

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.

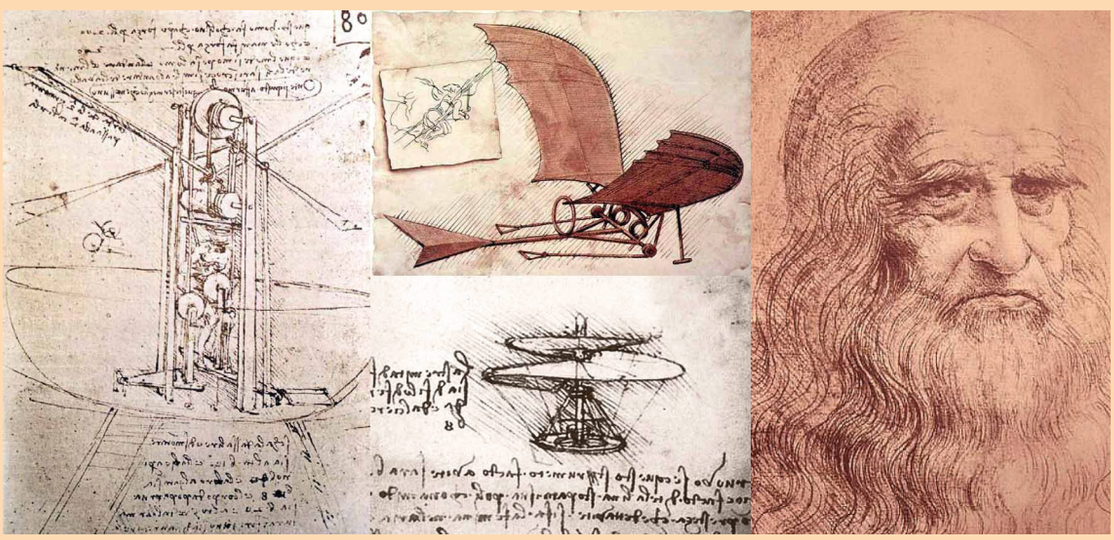
Распределение видов по поверхности планеты неравномерно. Разнообразие видов в природе максимально у экватора и уменьшается по направлению к полюсам. Самые богатые по видовому разнообразию экосистемы – дождевые тропические леса, которые занимают около 7 % поверхности планеты и содержат более чем 90 %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

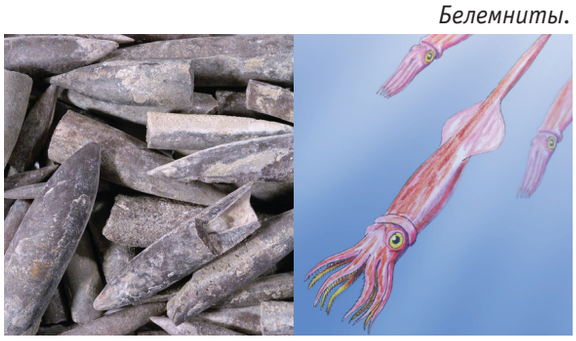
В геологической истории Земли в биосфере постоянно происходило возникновение и исчезновение видов, ведь ни один вид не может существовать вечно. Вымирание компенсировалось появлением новых видов, и в результате общее число видов в биосфере возрастало. Вымирание видов – естественный процесс эволюции,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

Бабочка махаон.

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.

Жук короед-типограф.

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.

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!

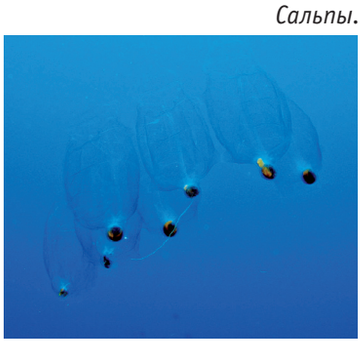
Моллюск латернула эллиптическая.

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. 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.

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

Сальпы.



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.

Щучка антарктическая.

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. 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 прихо-

Заяц-толай.

дится 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.

Как сохранить биоразнообразие?

Давайте подумаем вместе – что можно сделать для изменения ситуации? Сохранить территории, где могут спокойно жить все виды дикой природы, которые ещё остались? Конечно. Но этого недостаточно! Столетние колебания климата человек остановить не в силах, но свой вклад в эти изменения он может и должен уменьшить, пока это не привело к необратимым последствиям. Как же это сделать? Способов много. Главное – сократить избыточное потребление в интересах престижа, моды, просто по привычке. Поможет и переход на энергосберегающие технологии, как в производстве, так и в обычной жизни. Не лишним станет более экономное использование всех ресурсов. Ну и, конечно, не надо забывать, что от состояния биологического разнообразия зависит здоровье всей природы нашей планеты.

На Земле остаётся всё меньше мест, где бы человек не использовал природные ресурсы, не влиял на окружающую среду. Вы уже знаете, что растения и животные обитают в определённых условиях. Значит, для их выживания необходимо сохранить их «дома» – места обитания. Кроме того, растения, животные, грибы связаны не только со средой, но и друг с другом. Поэтому необходимо охранять не просто отдельные виды, а целые природные сообщества, ландшафты. Именно для этих целей создаются особо охраняемые природные территории – заповедники, заказники, национальные парки, памятники природы.

Национальные парки: учимся сохранять природу

Что же такое – национальный парк? Это охраняемая территория, которую могут посещать туристы, однако деятельность человека в нём 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.

Национальный парк «Лахемаа», Эстония.

Национальный парк «Джаспер», Канада.

Национальный парк «Крюгер», Южно-Африканская Республика.

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.

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

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

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.*

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.

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 «Эверглейдс», Флорида, США.

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.

Заповедник *– это охраняемая территория, на которой запрещена любая деятельность человека, кроме научной.*

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.

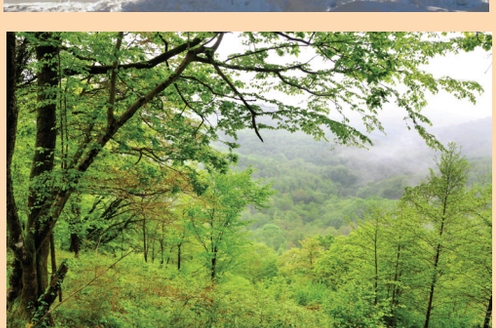
Биосферные заповедники есть на всех континентах. Наверняка вы видели фильмы об охраняемых территориях в Африке. Именно благодаря таким заповедным зонам и сегодня можем видеть разнообразный мир природы этого континента.

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** не так давно 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** Сочинского национального парка.*



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, культурно-познавательном 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 с изменением 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 мини-ферм 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.

Биологическое разнообразие и экосистемы Таджикистана

Флора Таджикистана богата, разнообразна и насчитывает 5 тыс. видов высших растений, свыше 3 тыс. видов низших растений, среди которых много эндемичных (то есть уникальных) и редких видов.

Таджикистану свойственна высотная поясность растительного покрова и географическая изоляция растительных сообществ.

Растительность Таджикистана представлена следующими основными типами сообществ: широколиственные леса, тугайные леса, мелколиственные леса, арчовые леса, ксерофильные редколесья, заросли кустарников, полудревесные пустыни, полукустарничковые пустыни, подушечники, колючетравники, полусаванны, степи и луга.

На территории Таджикистана обитают 84 вида млекопитающих, 385 видов птиц, 46 видов пресмыкающихся, 52 вида рыб, 2 вида земноводных, 10 тыс. видов беспозвоночных. Большое разнообразие фауны на относительно небольшой территории обусловлено географическим положением Таджикистана на стыке нескольких природных районов: от жарких низинных пустынь до холодных высокогорий.

***Рис. 2.2.1**. Архары.*

Следует отметить, что в Таджикистане обитают глобально значимые и очень редкие представители животного мира: винторогий козёл, архар, бухарский олень, снежный барс, кобра, варан, сокол-сапсан, орёл-змееяд, амударьинский лжелопатоноси и другие.

Влияние изменения климата на природные системы

Сурок Мензбира (Рис. 2.2.5) – эндемик Западного Тянь-Шаня, обитающий на Кураминском хребте (Северный Таджикистан). Типичными местообитаниями этого сурка являются горные луга, где ранее было много снежников и родников, обеспечивавших летом влагой окружающую растительность – источник существования грызунов. В связи с потеплением климата снежники растаяли, что явилось одной из причин исчезновения популяции сурка Мензбира в Таджикистане.

***Рис. 2.2.2**. Орёл-змееяд.*

***Рис. 2.2.3**. Снежный барс.*

Изменение климата по-разному влияет на различные группы насекомых. Не исключено, что при текущих темпах изменения климата, произойдет исчезновение видов, изменятся площади их распространения, число поколений и сроки развития насекомых. Отмечено, что ареал некоторых узкоприспособленных родов эндемичных представителей бабочек, таких как *Апполон* (Рис. 2.2.6), может сократиться из-за иссушения климата и увеличения площади полупустынных экосистем.

Рис. 2.2.4. *Редкие виды млекопитающих в Таджикистане.*

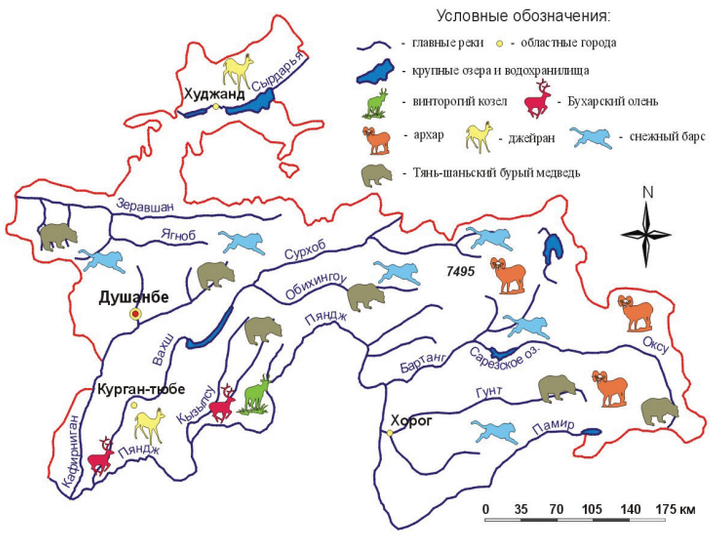
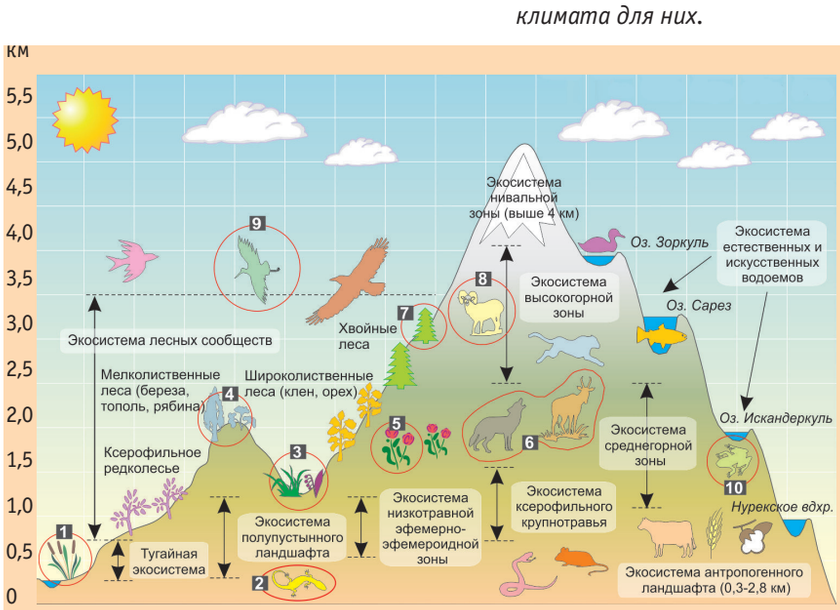


Рис. 2.2.5. *Сурок Мензбира.*

Рис. 2.2.6. *Бабочка Апполон.*

Рис. 2.2.7. *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 позникновения 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 раннее 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?

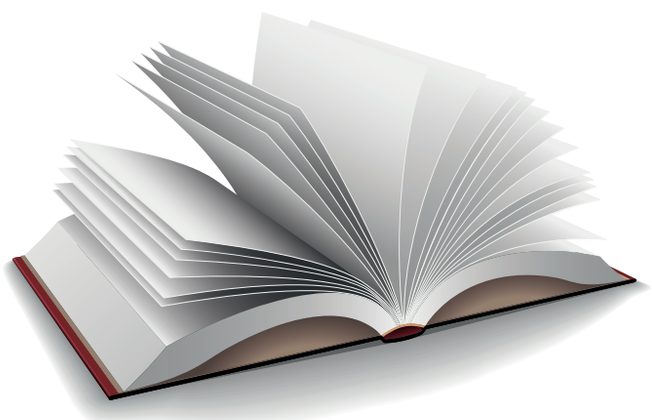
Почему с каждым переизданием Красная книга становится всё толще?

5. Как потепление климата влияет на популяцию сурка Мензбира в Таджикистане?

6. Кто может считать себя экотуристом?

Задание

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 изменения климата влияют на... леса

Что такое лес?

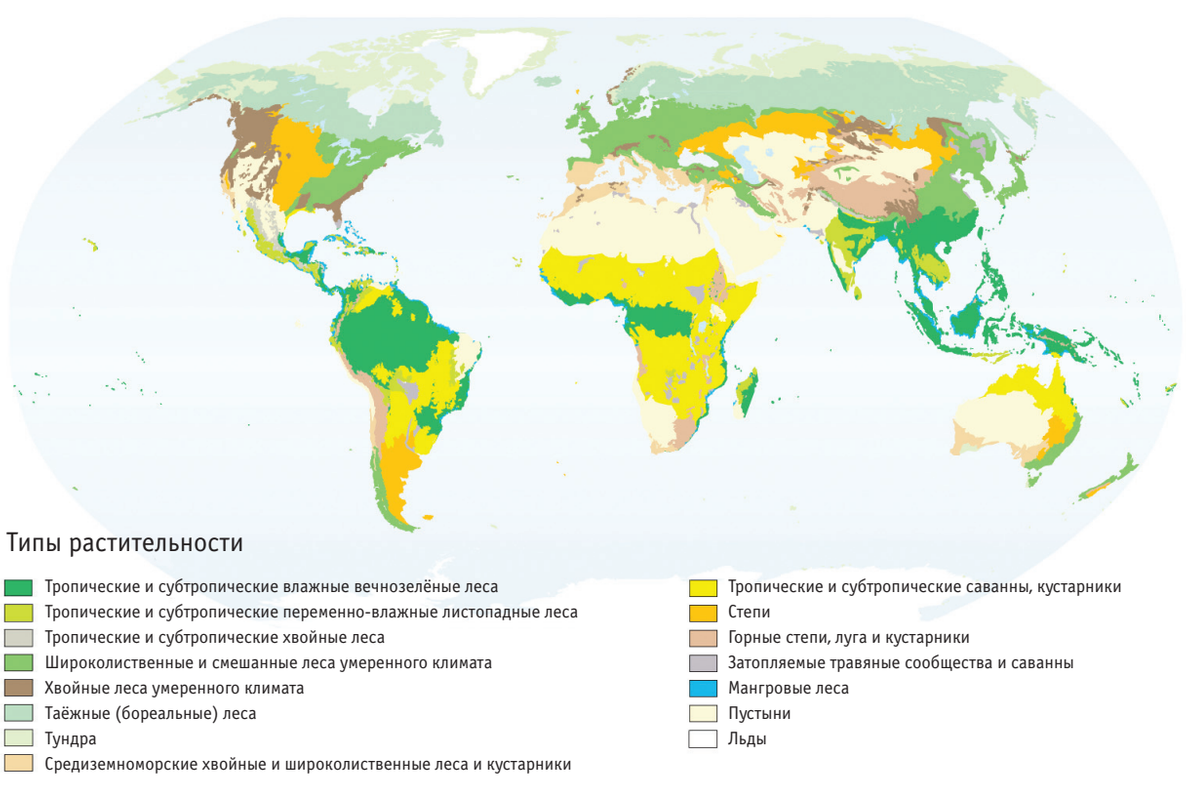
Каждый из нас хорошо представляет себе, что такое лес. Однако дать однозначное определение этому понятию, как оказалось, затруднительно. В мире существует более 800 различных определений леса! Самый распространённый подход, используемый Организацией Объединённых Наций (ООН), включает такие показатели, 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 вечнозеленые или листопадные и с точки зрения преобладающих древесных пород (широколиственные, хвойные или смешанные). К основным типам лесов относятся (Рис. 2.3.1):

- 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.*

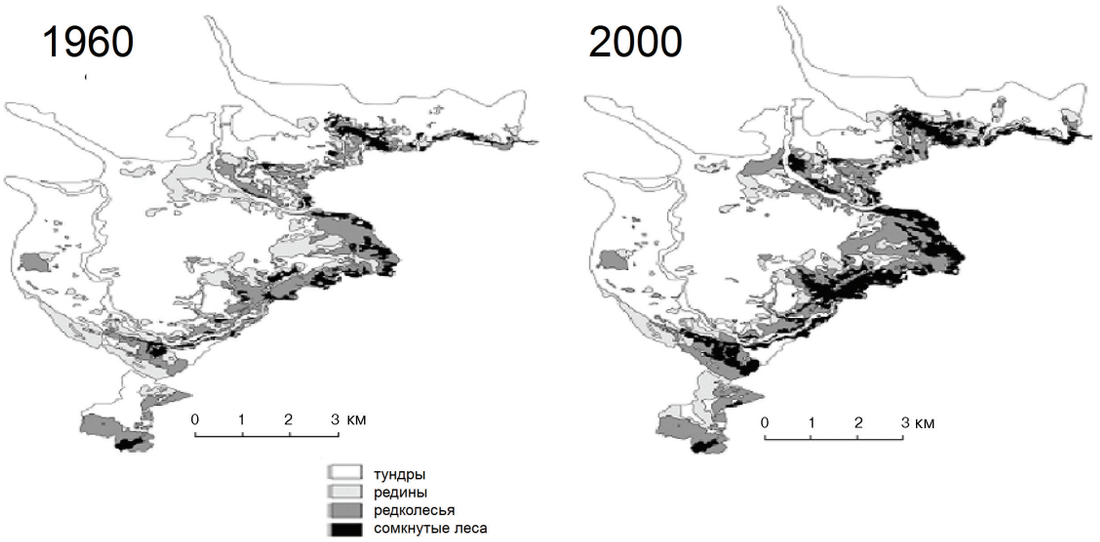
Рис. 2.3.4*. Широколиственный лес.*

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 восточно-европейских 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 % тропических видов, если температура на планете повысится на 4 °С.

По материалам «National Geographic»

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.

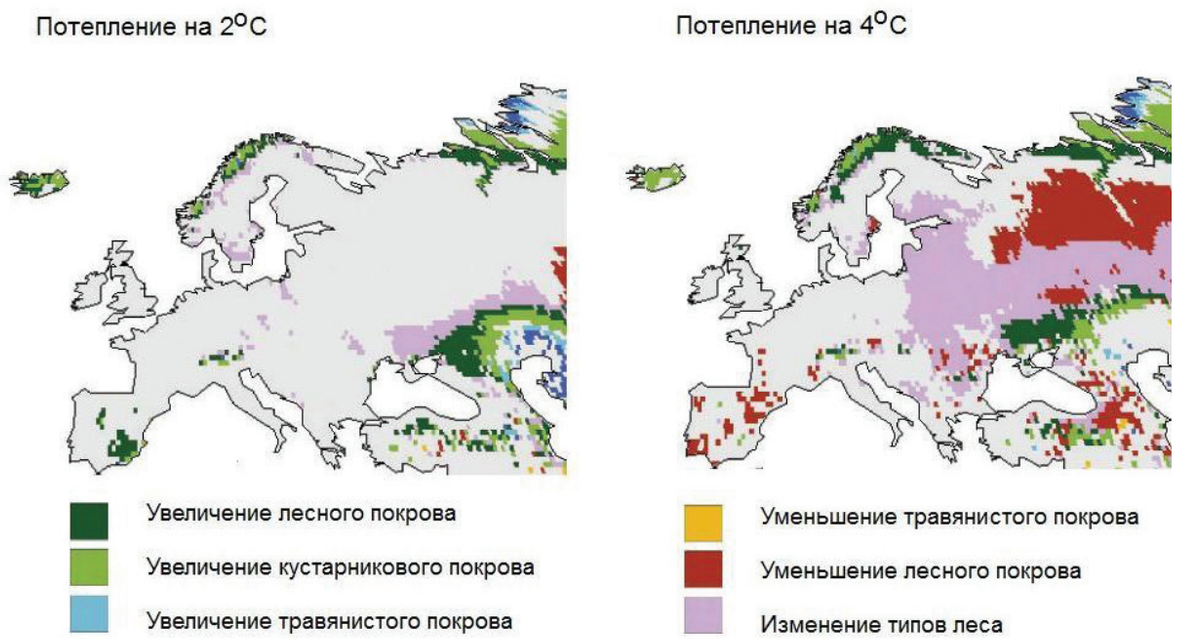
Почти по всей России идёт сокращение площадей еловых лесов. У ели поверхностная корневая система, поэтому она оказывается очень чувствительной к увеличению частоты и продолжительности засух, при этом во многих регионах России увеличивается площадь берёзовых лесов. Это явление хорошо известно лесоводам. 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 °C общая площадь лесного покрова увеличится за счёт распространения лесов в современную зону тундр (Рис. 2.3.7). При повышении температуры на 4 °C отступление лесов будет идти по всей южной границе их распространения, причём оно станет более масштабным, чем продвижение лесного покрова на север, в зону тундр.

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.

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



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!

***Рис. 2.3.9**. Вывал в ельнике, усохшем после засухи 2010 года.*

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.

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.

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!

***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!

Лесные ресурсы Таджикистана

Роль лесов в Таджикистане неизмеримо велика. Лес нужен, прежде всего, как накопитель влаги, для защиты почвы, как регулятор климата и поверхностного стока, источник получения пищи и лекарственного сырья.

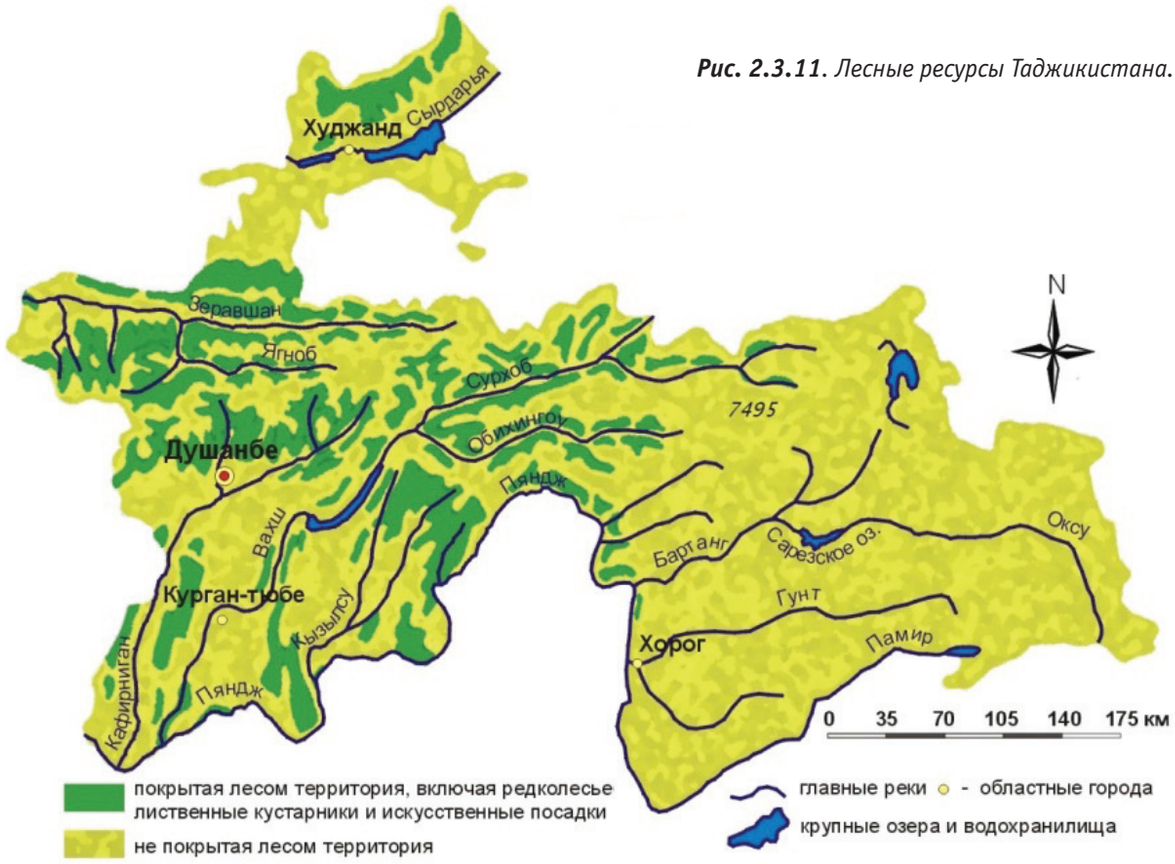


***Рис. 2.3.11**. Лесные ресурсы Таджикистана.*

Леса Таджикистана занимают площадь всего 410 тыс. га. Основу лесов составляют арчовые (можжевеловые) редколесья, распространённые на высотах 1500–3200 м над уровнем моря в пределах Гиссарского, Зеравшанского и Туркестанского хребтов. Арчовники являются хорошими регуляторами поверхностного стока, предотвращающими эрозионные процессы в горах и долинах, а также являются накопителями CO_2. Возраст арчовников может достигать 500 лет и более.

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

Ореховые леса составляют 8 тыс. га. Они отличаются особой требовательностью к почвенно-климатическим условиям и распространены в основном в Центральном Таджикистане на высотах 1000-2000 м над уровнем моря.

Из других лиственных пород значительную часть лесопокрытой площади занимают кленовые леса – 44 тыс. га. Фрагментарно распространены тополя, ивы, берёзы, облепиха, саксаульники, разные кустарники.

Особенно хорошо тугайные леса сохранились в низовьях реки Вахш – в заповеднике «Тигровая балка». Пустынные саксауловые леса произрастают на юге, занимая площадь менее 8 тыс. га, но играют важную почвозащитную роль и используются как весенне-осенние пастбища. Фисташка и миндаль составляют группу особо ценных орехоплодных лесов. Их общая площадь в Таджикистане составляет до 90 тыс. га и произрастают на высотах 600–1200 м над уровнем моря.

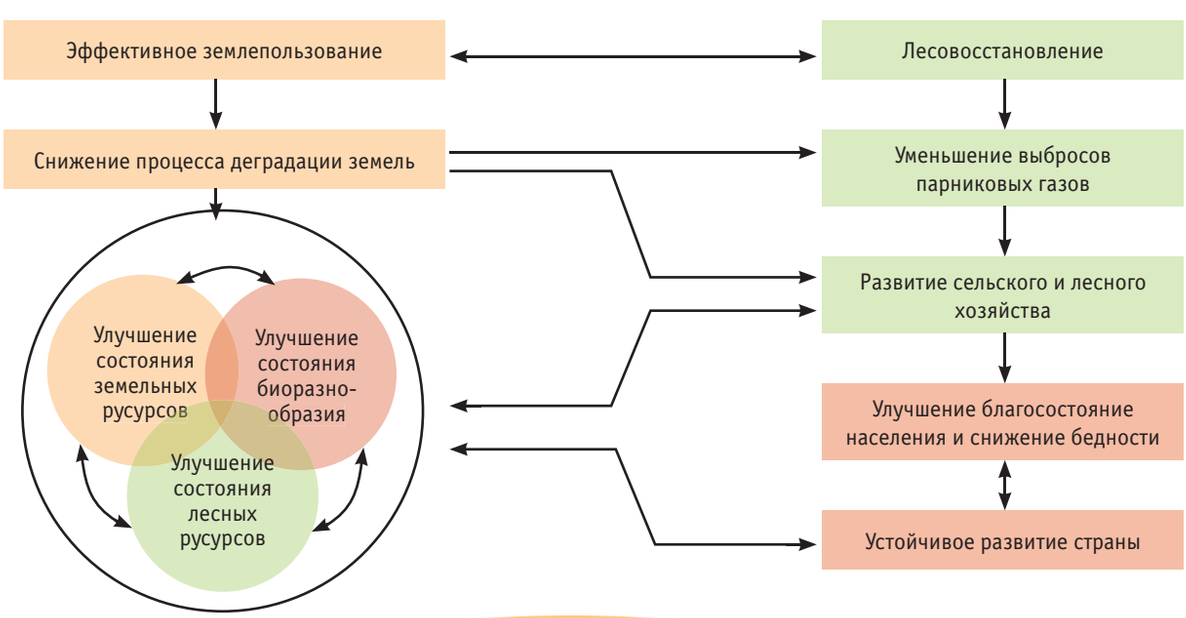
В целом, леса Таджикистана представлены 268 видами деревьев и кустарников.

Влияние изменений климата на леса Таджикистана

По данным наблюдений с 2000 по 2007 годы наблюдается увеличение площадей лесов, заражённых вредителями и болезнями. Основными вредителями являются туркестанская павлиноглазка, фисташковый семеед, плодожорка, шелкопряд. Ореховые насаждения страдают от марсониоза листьев и вредителей плодов, саксаульники – от мучнистой росы. На фоне всеобщего потепления участились вспышки развития насекомых-вредителей лесных пород, которые значительно сокращают накопление углерода лесными насаждениями. Многие леса нуждаются в срочном проведении лесозащитных мероприятий.

Для лесов южного Таджикистана характерен высокий уровень пожарной опасности, особенно в летний жаркий период. Наибольшей пожарной опасности подвергаются фисташники, миндальники и тугайные леса. В последние десятилетия в сухие и жаркие годы резко увеличился риск лесных пожаров (например, в 2000 году), которые поражают значительную площадь лесных насаждений, нанося большой ущерб.

***Рис. 2.3.12**. Предлагаемые меры по лесовосстановлению и эффективному землепользованию для Таджикистана.*



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). 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.

Пул фитомассы – это живые растения: стволы, ветви, корни, листва и хвоя деревьев и кустарников, листья и корни трав, мхи (Рис. 2.3.13). Как правило, наиболее велик вклад в фитомассу стволов деревьев, однако в северотаёжных или заболоченных сосновых лесах значительна доля мхов.

***Рис. 2.3.13**. Стволовая древесина даёт главный вклад в пул углерода фитомассы.*

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.

***Рис. 2.3.14**. Отмершие деревья входят в пул углерода мёртвой древесины.*

Лесная подстилка представлена относительно мелкими фрагментами органического вещества, лежащими на поверхности почвы (Рис. 2.3.15). 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. 2.3.15**. 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. 2.3.16).

***Рис. 2.3.16**. Раз почва тёмная, значит, в ней много углерода.*

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 по 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.

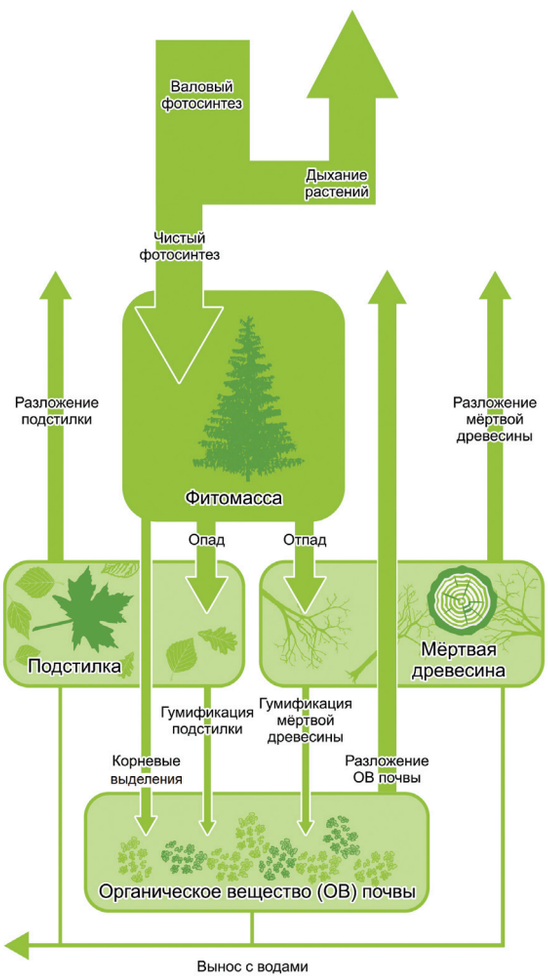
Бюджет углерода

Теперь, когда мы знаем всё о пулах углерода в лесной экосистеме, давайте посмотрим, как связаны эти пулы между собой и с атмосферой (Рис. 2.3.17). 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. 2.3.17**. 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. 2.3.18). 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.

***Рис. 2.3.18**. Гриб-трутовик разлагает мёртвую древесину и возвращает углерод в атмосферу.*

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!

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.

***Рис. 2.3.19**. Гигантский пень в лесах западной Канады (провинция Британская Колумбия) – свидетельство интенсивных рубок первой половины XX века.*

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 (Рис. 2.3.19). 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

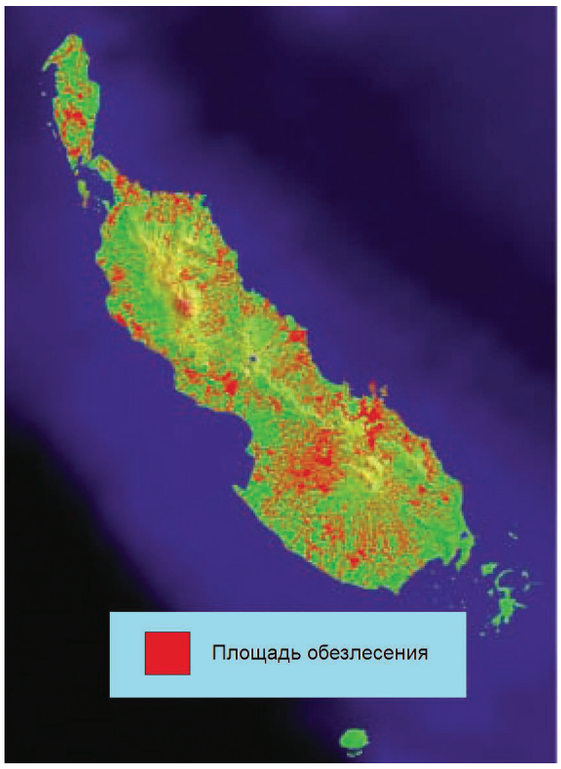
более 2 м. Позже в Канаде были приняты строгие природоохранные законы, которые способствовали восстановлению лесов на местах бывших рубок.

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 сельскохозяйственные земли, потому восстановления лесов и последующего поглощения углекислого газа не происходит. Фотография, сделанная в тропической части Аргентины (Рис. 2.3.20), 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.

***Рис. 2.3.20**. Бывшая лесная территория (Аргентина, провинция Игуасу).*

Вырубка лесов в некоторых тропических регионах происходит с очень высокой скоростью. За 30 лет (с 1972 по 2002 годы) в Папуа Новой Гвинее было вырублено около 15 % площади дождевых лесов (Рис. 2.3.21). Ещё на 9 % площади новогвинейских джунглей леса деградируют. Поэтому выбросы парниковых газов от обезлесения в Новой Гвинее возросли за эти 30 лет более чем в 2 раза.

***Рис. 2.3.21**. Территории острова Бугенвиль (Папуа Новая Гвинея), потерявшие лесной покров за 1972–2002 годы.*



Сейчас около 10 % количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу человеком, образуется из-за вырубки тропических лесов. В рамках Организации Объединённых Наций обсуждается создание глобальной системы для сокращения выбросов парниковых газов от уничтожения лесов в развивающихся странах. Есть двусторонние международные проекты по сохранению тропических лесов (например соглашение между 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.

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.

Одна из главных причин уничтожения лесов – превращение их в сельскохозяйственные земли с тем, чтобы прокормить растущее население мира. Влажные тропические леса часто заменяются плантациями кофейного дерева, кокосовой пальмы или каучуковых деревьев. В Южной Америке для влажных тропических лесов также серьёзную угрозу представляет нерациональная добыча полезных ископаемых.

После сильного повреждения лес уже неспособен восстановиться. Если вырубить деревья на небольшом участке, то через несколько лет он вновь покроется лесом, если же вырубить большую площадь, лес на ней, возможно, уже никогда не возродится. Сильный дождь будет смывать питательные вещества, а жаркое солнце выжжет верхний слой почвы, так что расти сможет только сорная трава.

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.

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 Всемирным фондом дикой природы (WWF) на Дальнем Востоке России. Идея проекта – отказаться от промышленных рубок кедрово-широколиственных лесов бассейна реки Бикин, допускается лишь заготовка дров коренным населением (Рис. 2.3.22). При этом проект предлагает местным жителям развивать традиционные формы использования лесов: сбор кедровых орехов, ягод, грибов, папоротника, лекарственных растений.

Рис. 2.3.22. *Кедрово-широколиственный лес бассейна р. Бикин осенью.*

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. 2.3.23) 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. 2.3.23*. Горит подожжённая людьми сухая трава.*

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 °С. 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?

Задания

Задание 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 периодические 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).

Задание 2.

Эксперимент

Цель: выяснить, у какой породы деревьев в древесине содержится 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.

Задание 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 °C, 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 подсвечиваются 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.

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 7,2 млрд человек – в 4,5 раза! 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, во всём мире почти 800 млн человек (40 % из них проживают в Африке) не имеют доступа в чистой питьевой воде.

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

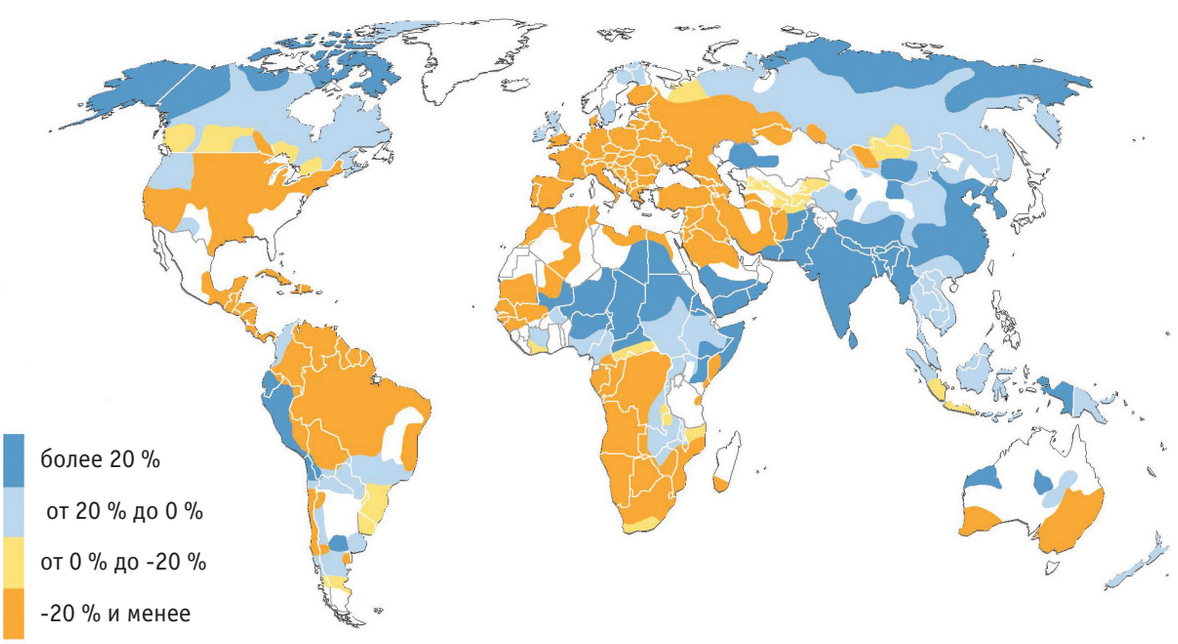
Как изменение климата влияет на водные ресурсы?

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.

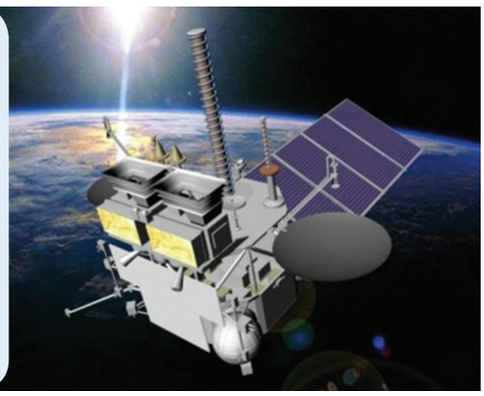
Рис. 2.4.2. *Прогноз обеспеченности стран пресной водой в 2050 году по сравнению со средним показателем за период с 1961 по 1990 годы.*



Изменение климата также заметно повлияет на ледники и снежный покров. Метеорологические спутники показывают, что во всём Северном полушарии Земли за последние 40 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. 2.4.3. *Метеорологический спутник.*

Метеорологический спутник *– искусственный 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. 2.4.4. *Самый большой водосборный бассейн у р. Амазонки в Южной Америке – его площадь составляет 7 млн км².*

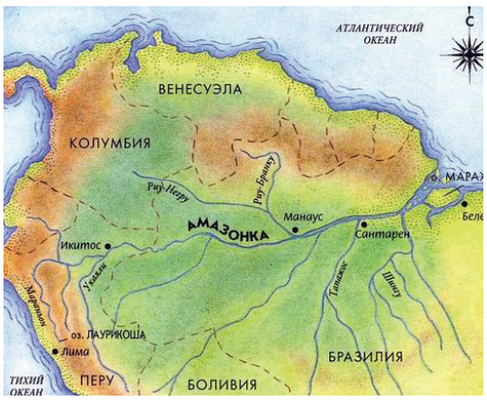


Рис. 2.4.5. *Нил – самая протяжённая река в мире.*

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. 2.4.8). Изменения климата только усугубляют эту природную «несправедливость»: бедные водой регионы станут ещё более засушливыми и будут испытывать постоянный «водный стресс» (Рис. 2.4.2 и 2.4.7).

Рис. 2.4.6. *Байкал – самое большое пресноводное озеро на Земле.*

Рис. 2.4.7. *Прогнозируемое сокращение водных ресурсов в США: а) без учёта изменений климата и б) с учётом климатических рисков.*

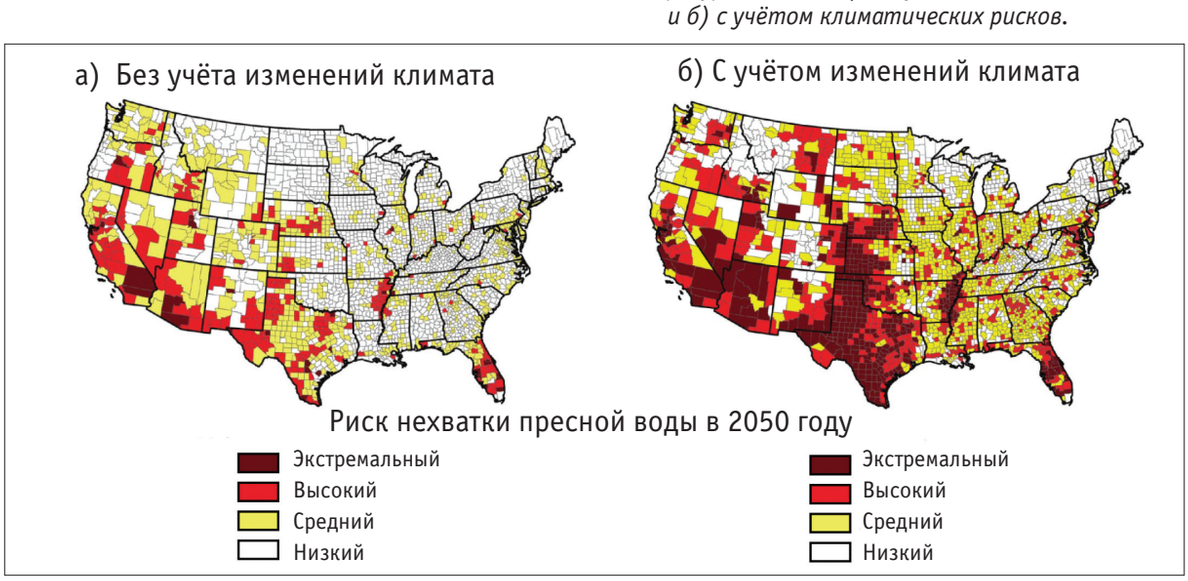


Рис. 2.4.8. *Жители южных регионов России и Центральной Азии уже столкнулись с проблемой нехватки воды.*

Как можно снизить риски?

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.

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 сокращать потребление воды. Например, можно использовать дождевую воду или использовать воду повторно. Уже существуют специальные установки по опреснению морской воды (Рис. 2.4.9). Ну и конечно необходимо помнить о том, что воду надо расходовать экономно!

Рис. 2.4.9. *Завод по опреснению морской воды, Объединённые Арабские Эмираты.*

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).

***Рис. 2.4.10.** Система сбора воды в Наска (южное побережье Перу) для подземных акведуков и подачи в слои грунтовых вод.*

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.

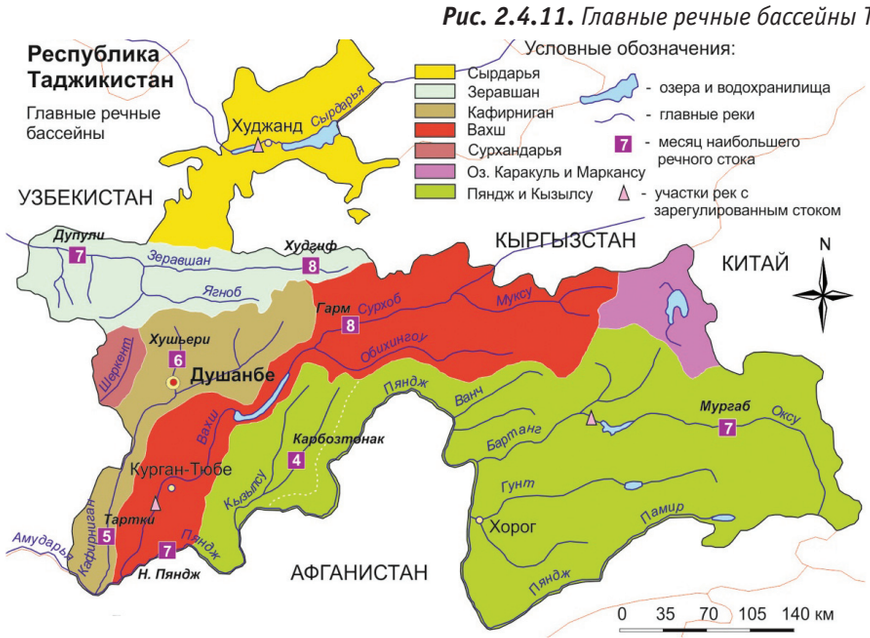
По материалам Б.К. Бейтс и др. «Изменения климата и водные ресурсы». МГЭИК, Женева, 2008.

Водные ресурсы Таджикистана

Реки Таджикистана являются основным источником пополнения Аральского моря, они несут жизнь в нижерасположенные государства, и их использование является основой хлопководства и гидроэнергетики.

Всего в республике насчитывается 947 рек протяжённостью более 10 км. Общая длина рек составляет 28 500 км. Среднегодовой поверхностный сток достигает 30–45 литров/сек с 1 км^2 в центральной горной части республики. Средний годовой сток рек, согласно новейшим оценкам, составляет около 53 км^3. Основной речной сток формируется в бассейнах рек Пяндж и Вахш. В период полноводья, совпадающий с интенсивным снеготаянием и выпадением ливневых осадков (апрель-август), реки несут большое количество взвешенных частиц, содержание которых нередко превышает 5 тыс. г/м^3 (р. Кызылсу).

Рис. 2.4.11. *Главные речные бассейны Таджикистана.*



Таджикистан богат озёрами. Здесь насчитывается более 1300 озёр, при этом 80 % из них расположено на высоте свыше 3000 м и имеет площадь менее 1 км^2. Общая площадь крупных озёр страны превышает 680 км^2. Озёра по типу происхождения делятся на тектонические, карстовые и ледниковые.

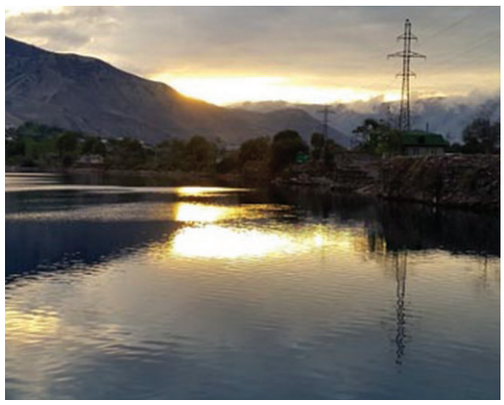
Самое крупное озеро Таджикистана – Каракуль (3914 м над уровнем моря), расположенное на Восточном Памире. Площадь озера – 380 км^2, вода озера солёная. Самое глубокое озеро Таджикистана – Сарезское (3239 м над уровнем моря), глубина превышает отметку 490 м, вода озера пресная, площадь – 86,5 км^2. Сарезское озеро расположено на Западном Памире, в крутосклонном каньоне р. Бартанг. Оно образовалось в результате мощного завала, последовавшего за землетрясением, в 1911 году. Объём воды в чаше озера превышает 17 км^3.

Рис. 2.4.12. *Горное озеро.*

Другие важнейшие озера Таджикистана – Искандеркуль, Зоркуль, Яшилькуль. Нередко возникают временные озера, образованные ледниками или горными обвалами и оползнями.

Кроме естественных озёр, на территории республики имеются искусственные водохранилища: Кайраккумское, Нурекское, Фархадское и другие.

Рис. 2.4.13. *Река Вахш.*



Влияние климатических изменений на водные ресурсы Таджикистана

Гидрологические наблюдения в целом указывают на увеличение межгодовых колебаний речного стока с преобладающей тенденцией сокращения поверхностного стока. Однако, учитывая сокращение количества гидрологических наблюдений, начиная с 1994 года, и, соответственно, пробелы в данных за последние годы, представляется весьма сложным дать исчерпывающую и полномасштабную оценку современных тенденций состояния водных ресурсов.

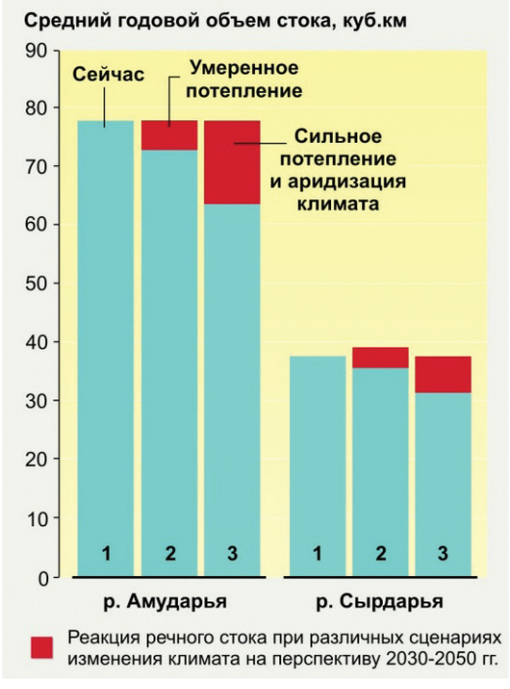
Анализ многолетних данных с 1940 по 2012 годы на важнейших реках Таджикистана позволяет сделать следующие выводы.

Сток реки Вахш не претерпел значительных изменений за указанный период. Незначительное снижение водности на 3–5 % находится в пределах ошибки гидрологических измерений. К тому же характер питания рек, слагающих бассейн Вахша, очень разнообразен – от рек с преимущественно снежным питанием, до сильно обледенелых бассейнов – поэтому оценка динамики водности Вахша требует дальнейшего анализа.

Годовой расход воды в бассейне реки Кафирниган несколько увеличился. Тенденция особенно выражена в последние два десятилетия. Среднегодовой расход воды р. Варзоб (г/п Дагана), протекающей через столицу страны г. Душанбе, составлял 45,5 м^3/сек: в период 1970–1979 годы, в то время как в 1990–1999 годы расход был на 14 % выше, а в период 2000–2009 годы – на 7 % выше среднегодовой величины.

Озёра Таджикистана разделяются на бессточные и с проточной водой. Колебания уровня воды в крупнейшем высокогорном бессточном озере Каракуль (высота 3915 м над уровнем моря, площадь 400 км^2) тесно связаны с колебаниями и изменениями климата на востоке Памира. Повышение уровня воды озера, которое происходит с перерывами на протяжении свыше 100 лет, обусловлено увеличением притока воды ввиду роста температур воздуха и таяния мерзлоты и ледников. С 1969 года, когда были начаты инструментальные наблюдения за режимом озера, повышение уровня составило 2 м. На малых горных озерах Памира – Булункуль, Шоркуль, Рангкуль – по данным наблюдений, происходит уменьшение их площади. Уровень прорывоопасного Сарезского озера в центре Памира слабо повышается, что видимо обусловлено таянием ледников и усилением притока в озеро. В озере Искандеркуль в центральной части Гиссаро-Алая уровень воды за 50 лет несколько повысился.

Рис. 2.4.14. *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 ученых, могут пострадать больше всего от нехватки пресной воды и почему?

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

Задание

Найдите на физико-географической карте мира реку Амазонка. Оцените её длину, площадь водосборного бассейна и сравните с самой крупной рекой в вашей стране.

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. Так, поздние заморозки в 2012 году погубили 90% урожая вишни в американском штате Мичиган.

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 °С 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.*

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.

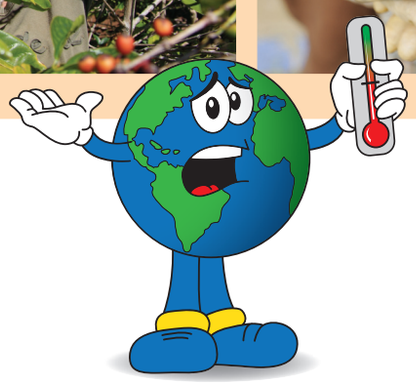
Изменение климата уже ударило по производителям кофе

Заявление о том, что потепление вредит кофейному бизнесу, сделала Международная кофейная организация, объединяющая 77 стран. Тот 1°С, на который повысилась температура на планете за последние 100 лет, оказался критичным для кофейных плантаций.

Кофе приносит солидный доход таким странам, как Бразилия, Индонезия и Коста-Рика. В одной только Бразилии в год выращивается свыше 2 млн т кофейных зёрен! Однако рост температуры, более частые засухи и новые вредители, которые появляются в районах, где выращивается кофе, снижают как количество, так и качество собираемых зёрен.

Найти более прохладные участки для выращивания кофе не так просто: в тропических странах для этого надо подниматься в высокогорье и при этом ещё подбирать подходящие площадки. Так как подобных участков немного, стоят они дороже, чем земля на равнинах, да и освоение новых плантаций тоже требует значительных вложений.

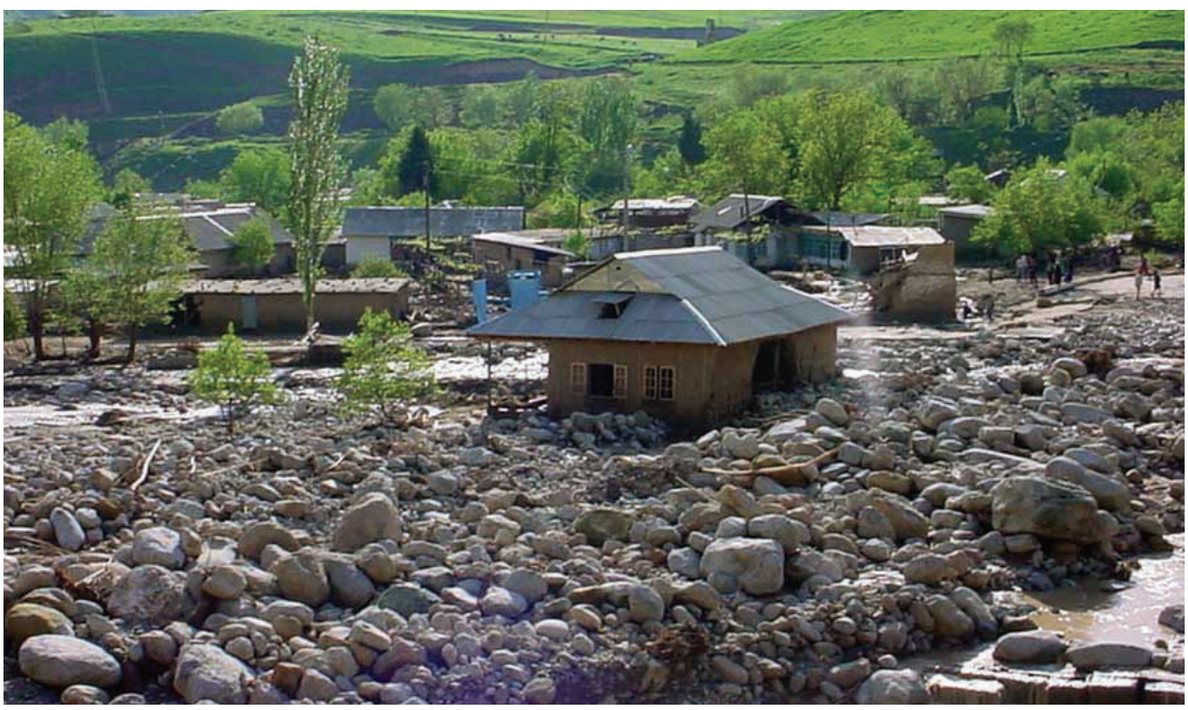
Так что чашка кофе в недалёком будущем может стать настоящей роскошью для ценителей ароматного напитка.



Влияние изменений климата на сельское хозяйство Таджикистана

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. 2.5.1. *Горное село после селевого потока.*



В сельском хозяйстве Таджикистана наибольший ущерб приносят следующие опасные гидрометеорологические явления и связанные с ними процессы:

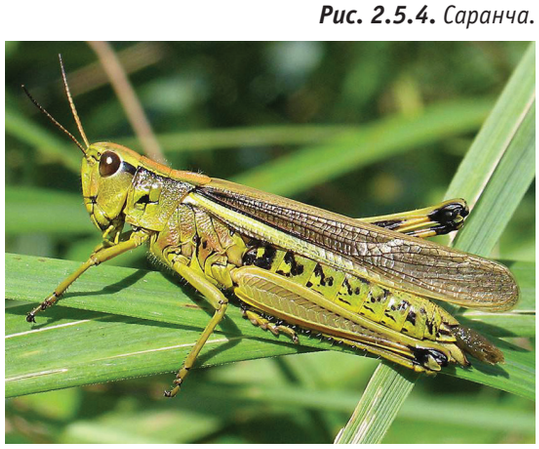
- высокая температура воздуха, сопровождаемая суховеями и засухой;
- аномально низкие температуры и продолжительные холода;
- интенсивные линевые осадки и выпадение града;
- селевые паводки и наводнения.

Рис. 2.5.2. *Засуха в Таджикистане.*

Рис. 2.5.3. *Разведение яков в Таджикистане.*

В докладе ПРООН 2012 года засуха представляется самым опасным последствием изменения климата для Таджикистана, в особенности для сельского хозяйства. Экстремальные температуры в комбинации с засухой подавляют развитие растений и сокращают количество доступной пресной воды, что приводит к большим потерям урожайности богарных (т.е. не орошаемых) посевов и пастбищ, а также к повышению цен на продукты, как было в 2000–2001 и 2008 годах. Так проведенная оценка уязвимости показала, что из-за засух продуктивность пастбищ уменьшается в 3 раза и более, тем самым наносится большой ущерб животноводству республики.

Рис. 2.5.4. *Саранча.*



Другие отмеченные выше стихийные гидрометеорологические явления также влияют на сроки сева, потребности в воде для орошения, показатели продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции.

Рис. 2.5.5. *Выращивание хлопка - традиционная отрасль сельского хозяйства в Таджикистане.*

Изменение климатических условий также оказывает существенное влияние на популяции насекомых-вредителей сельского хозяйства. Большую обеспокоенность вызывают более частые массовые вспышки на территории республики таких видов вредителей, как хлопковая совка и саранча.

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?

Задание

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

Найдите информацию об урожайности этих культур в вашем регионе 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 вашем регионе. Может быть, новые климатические условия позволят выращивать какие-то другие культуры?

2.6. | Как изменения климата влияют на... прибрежные регионы

В прибрежной зоне проживает более 50 % 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. За весь XX век он повысился на 17 см. 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.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата 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 2010 годами в среднем составляла 1,7 мм в год (то есть те самые 17 см за столетие), между 1971 и 2010 годами – 2,0 мм в год, а между 1993 и 2010 годами – 3,2 мм в год.

Существуют две причины повышения уровня океана:

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

2) термическое расширение 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.

В пятом оценочном докладе Межправительственная группа экспертов по изменению климата пишет, что при разных сценариях уровень Мирового океана повысится: от 17 до 38 см к 2050 году и от 26 до 82 см к 2100 году. В среднем повышение уровня океана к концу текущего столетия составит от 40 до 63 см, а это уже серьёзная угроза прибрежным зонам. Особенно это касается малых коралловых островов Тихого океана и низменного побережья Юго-Восточной Азии. Так как повышение уровня океана будет неравномерным, оно прогнозируется значительно большим в тропических широтах – в XXII веке возможен рост на 1–3 м, а в последующие столетия не исключено повышение на 5–10 м от нынешнего уровня.

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.

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.

Ветряные мельницы использовались для откачки воды из озёр.

Афслёйтдейк – самая большая дамба в Европе.

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.

Рис. 2.6.1. *Прогнозируемое затопление прибрежных территорий на различных материках при повышении уровня Мирового океана на 5 м.*

В мире насчитывается 41 малое островное государство. Многие из них возвышаются над уровнем моря всего на несколько десятков сантиметров. При повышении уровня Мирового океана эти острова могут полностью погрузиться в воду, а их население будет вынуждено искать прибежища в других странах.

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. 2.6.2).

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.

Разрушение берегов

Ещё одно следствие подъёма уровня моря – размыв и разрушение волнами и прибоем берегов (Рис. 2.6.3–2.6.5). 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. 2.6.2. *Штормовой нагон.*

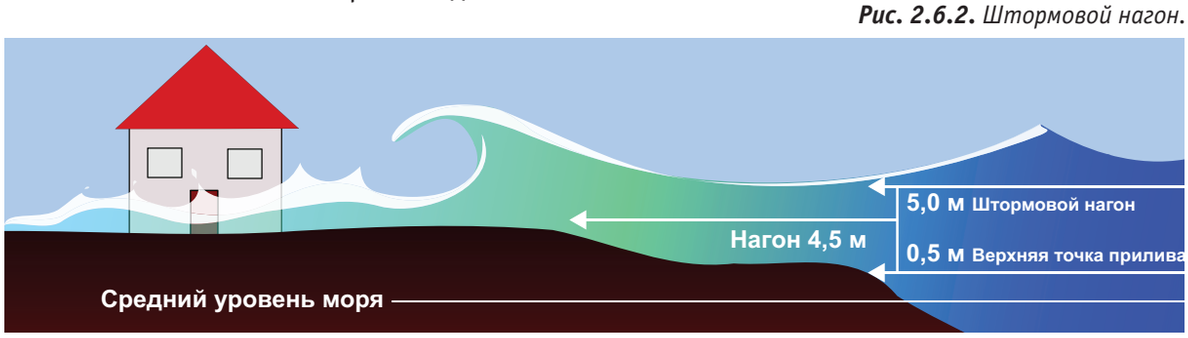
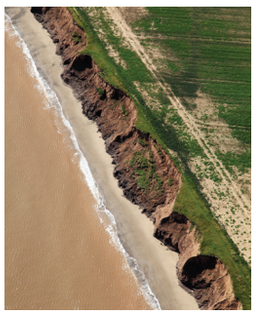


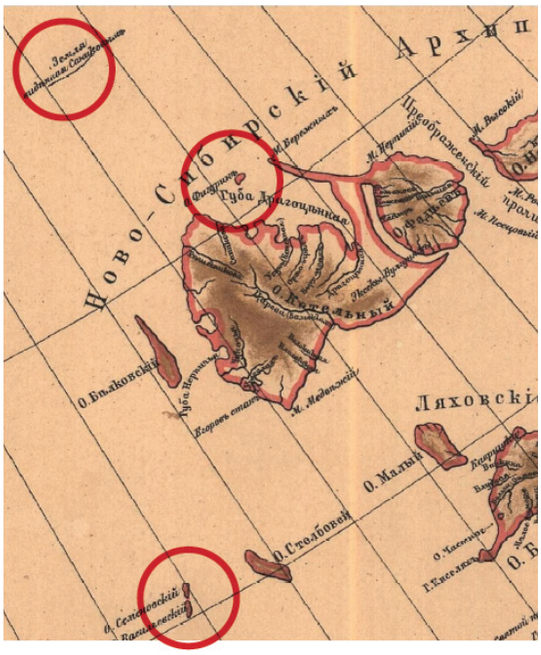
Рис. 2.6.3. *Примеры разрушения берегов в Арктике.*



Конечно, волны и паводки «съедали» берега и раньше. Знаете ли вы, что такое **едомы**?

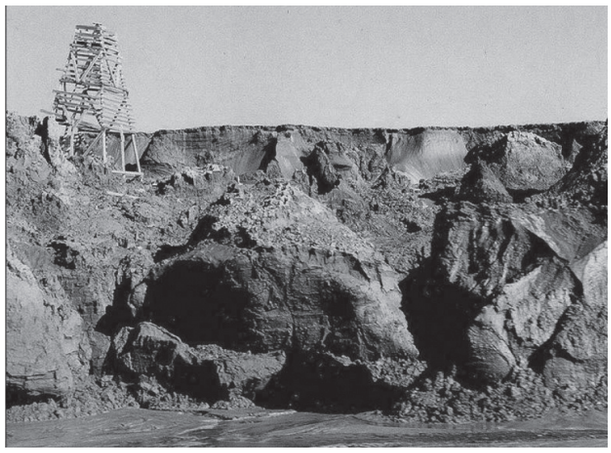
Этим словом называли острова, которые съедались водой. Если посмотреть на карту, составленную более 100 лет назад, мы увидим, что многих островов уже нет (Рис. 2.6.4)! Сейчас скорость этих процессов увеличилась. Падают маяки, которые ставили на безопасном расстоянии от обрыва (Рис. 2.6.5), «съедаются» даже довольно крупные посёлки, а людей остается только переселять!

Рис. 2.6.4. *Примеры эрозии в Арктике. Красным обведены острова, которые уже не существуют, их «съели» шторма. Фрагмент карты 1890 г. Море Лаптевых, Новосибирские острова.*



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



Например, на Аляске пришлось бросить целый поселок 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!

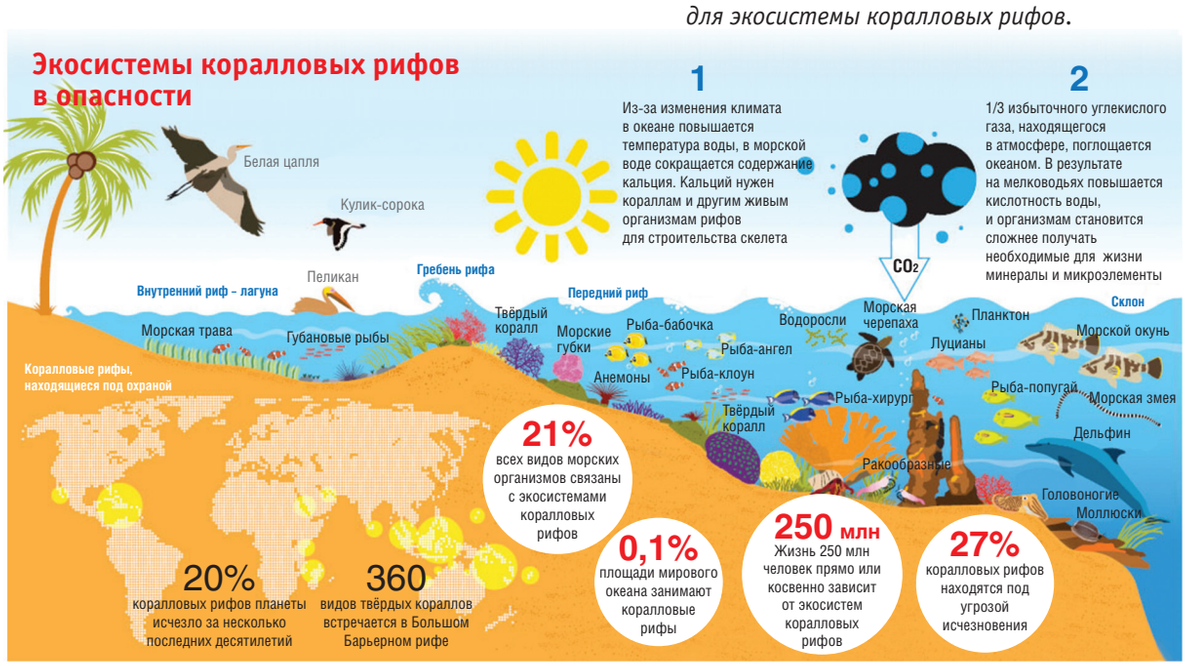
Опасность для прибрежных экосистем

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. 2.6.6).

Рис. 2.6.6. *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. 2.6.7. *Прогноз изменения кислотности поверхности океана к концу XXI века при наиболее благоприятном (слева) и наименее благоприятном (справа) сценариях воздействия человека на климатическую систему.*

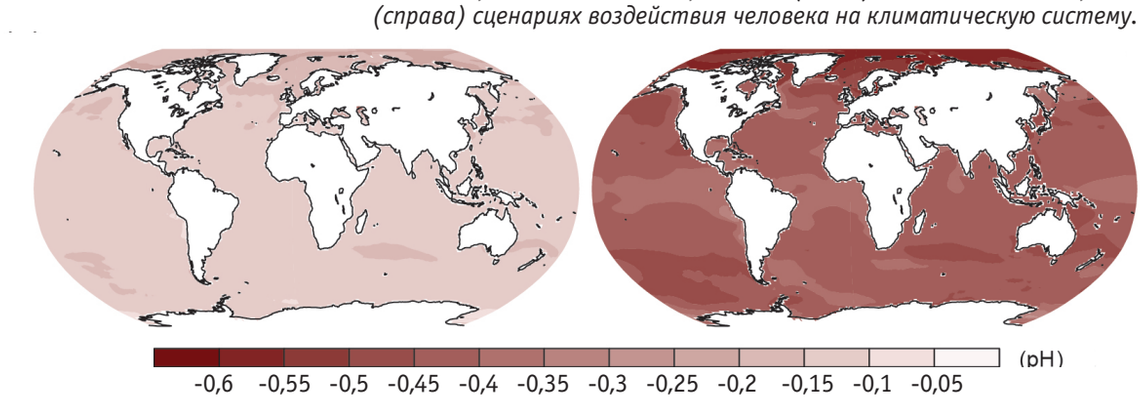
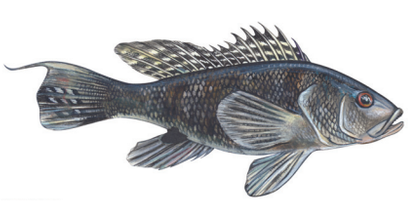
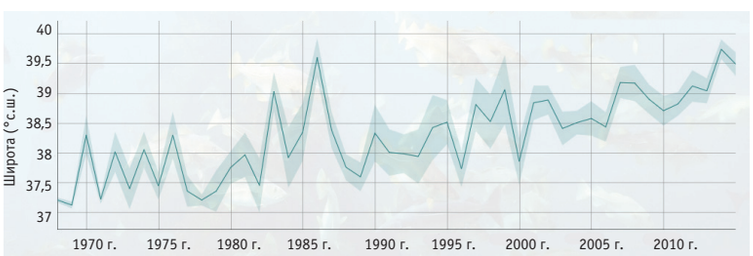


Рис. 2.6.8. *Чёрный морской окунь смещается на север по мере роста температуры океана.*





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 организация 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.

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?

Задания

Задание 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.

Задание 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.

Задание 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).

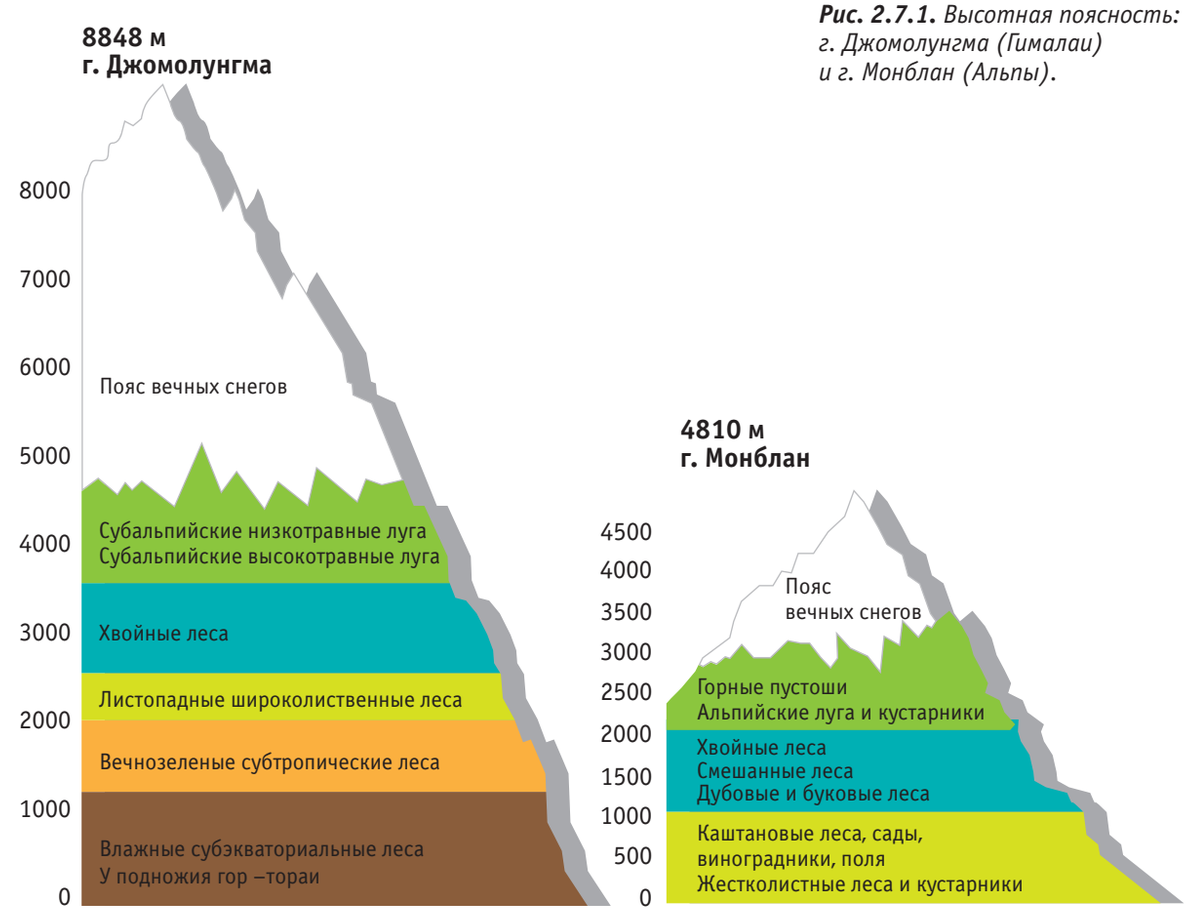


Рис. 2.7.1. *Высотная поясность: г. Джомолунгма (Гималаи) и г. Монблан (Альпы).*

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.*

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

*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)**.*

*Самая высокая гора Африки – **вулкан Килиманджаро (5895 м)**.*

*Высшая точка Австралии – **гора Косцюшко (2228 м)**.*

*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**.*

Пик Исмоила Сомони (7495 м) – высочайшая вершина Таджикистана.

*Пик **Исмоила Сомони** – высочайшая вершина Таджикистана и самая высокая точка бывшего Советского Союза **(7495 м)**. В общем списке высочайших вершин мира он находится на 50-м месте. Гора находится в хребте Академии Наук на Памире, в месте соединения последнего с хребтом Петра I.*

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.

Рис. 2.7.2. *Ледниковые области Земли.*

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.

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. 2.7.3. *А. Попов. Переход через Альпы. 1904 г.*

Однако за последние 40 лет ледники по всему миру отступают особенно быстро (Рис. 2.7.4). 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. 2.7.4. *Изменение массы горных ледников по всему миру, 1945–2005 годы.*

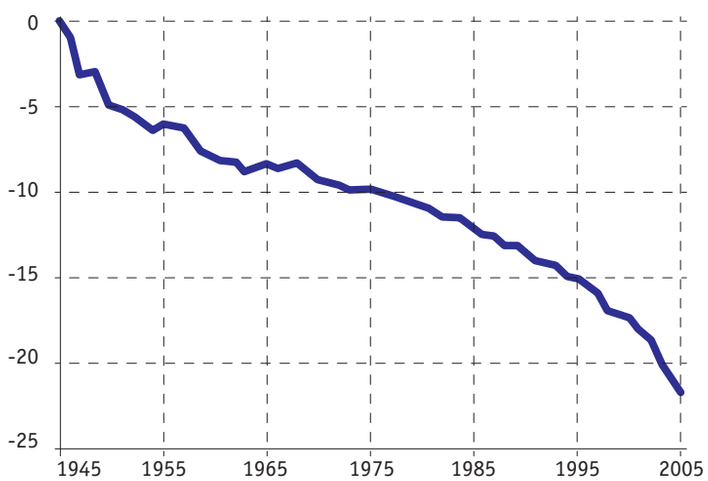


Рис. 2.7.5. *Так учёные изучают ледники.*

Горные ледники отступают

Рис. 2.7.6. *Ледник Ганготри.*

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.

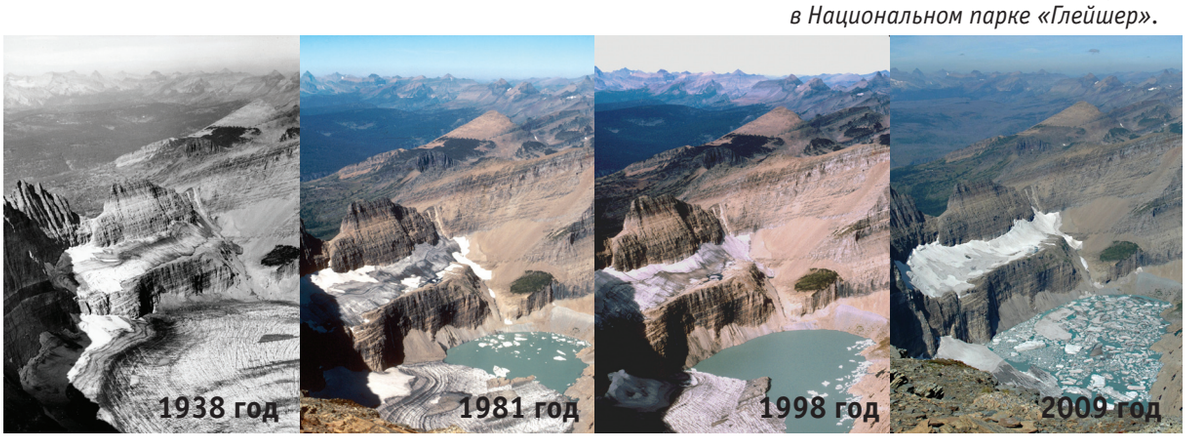
Катастрофа настигла **вулкан Килиманджаро в Африке**: знаменитая ледовая шапка, прославленная некогда американским писателем Э. Хемингуэем в рассказе «Снега Килиманджаро», практически растаяла!

Рис. 2.7.7. *Снежная шапка вулкана Килиманджаро практически растаяла.*

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! Стоит поторопиться с поездкой в этот красивейший уголок планеты: по прогнозам учёных, в ближайшие десятилетия ледники парка могут полностью исчезнуть.

Рис. 2.7.8. *Национальный парк «Глейшер», август 2013 года.*

Рис. 2.7.9. *Таяние ледника Гриннел в Национальном парке «Глейшер».*



Ледники Аржантьер и Монблан, как и многие другие ледники в Альпах, начали резко сокращаться с 1870 года. За это время они отступили более чем на 1 км. Согласно оценке Европейского агентства по окружающее среде, к 2050 году 75 % альпийских ледников растает.

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. 2.7.10. *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. 2.7.11. *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. 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.

Мост над озером Трифт, Швейцария.

*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!*

Ледник Пасторури в Перу отступает

Возвышавшийся над Андами ледник Пасторури до недавнего времени привлекал в Перу толпы туристов и профессиональных скалолазов. Однако за последние 30 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!

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.

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.*

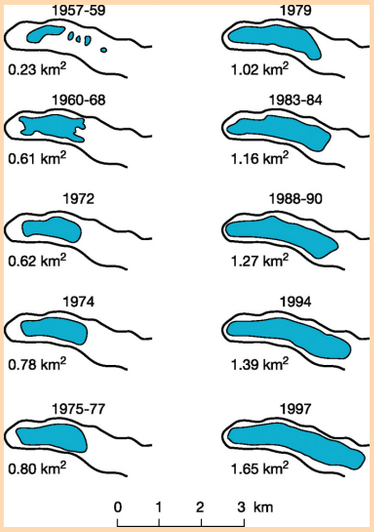
Сель *– грязекаменный поток большой силы, который внезапно возникает в долинах горных рек. Причиной возникновения селя, как правило, становятся ливни, бурное таяние снега. Ещё одна распространённая причина образования селевых потоков – прорыв ледниковых озёр. Как и лавины, сели могут производить огромные разрушения.*

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. Исследования российских учёных подтверждают, что из-за отступления ледников стали часто возникать подходящие условия для прорыва ледниковых озёр с последующим возникновением селей на Большом Кавказе.

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 катастрофическими последствиями для жизни людей и экономики этих стран.*

Рис. 2.7.12. *Ледниковые озёра в Гималаях.*

Рис. 2.7.13. *За последние 50 лет оз. Тшо Ролпа увеличилось в 7 раз.*



Сокращение запасов пресной воды

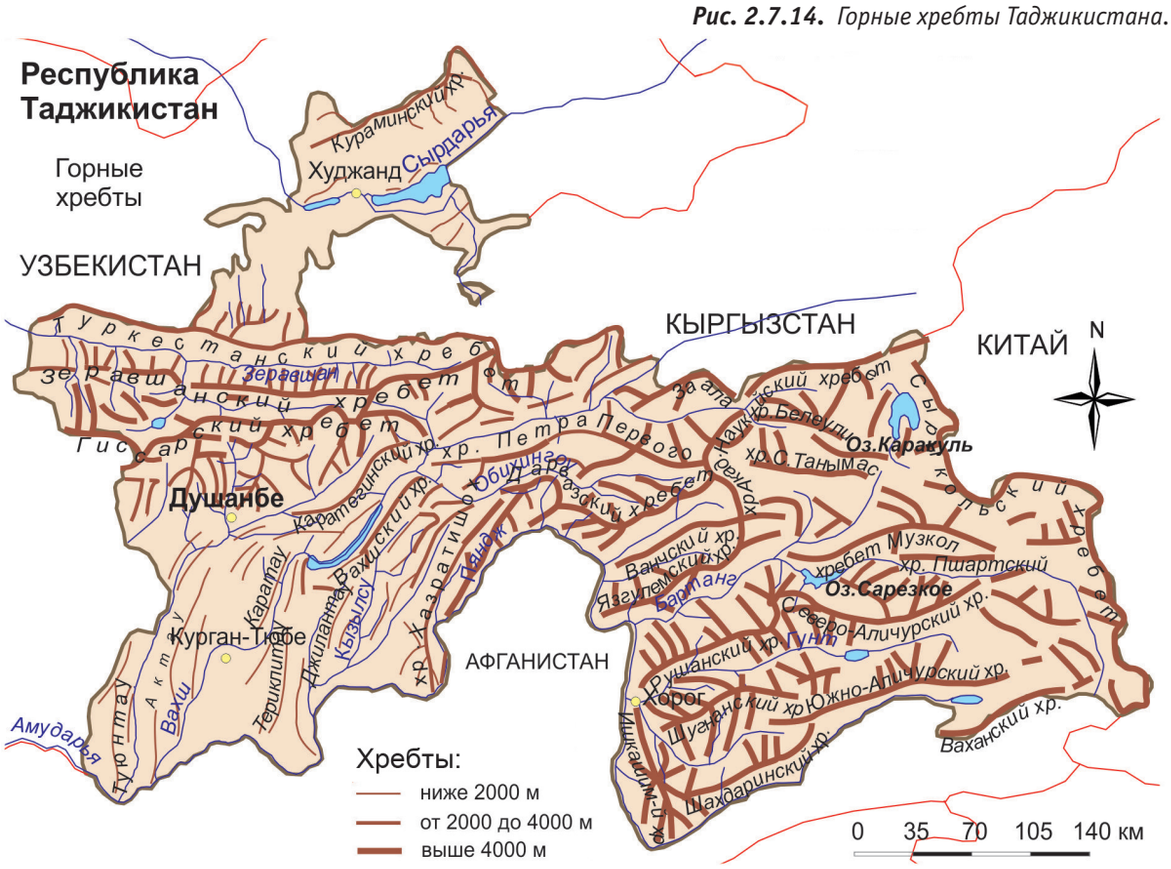
Очень серьёзный вопрос – грядущий недостаток пресной воды. Это проблема уже не только для горных регионов, но и для предгорных равнин. Ледники – один из главных источников пресной воды на Земле, так как многие реки берут в них свое начало. Сокращение объёма льда приведёт к ухудшению водоснабжения предгорий, 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

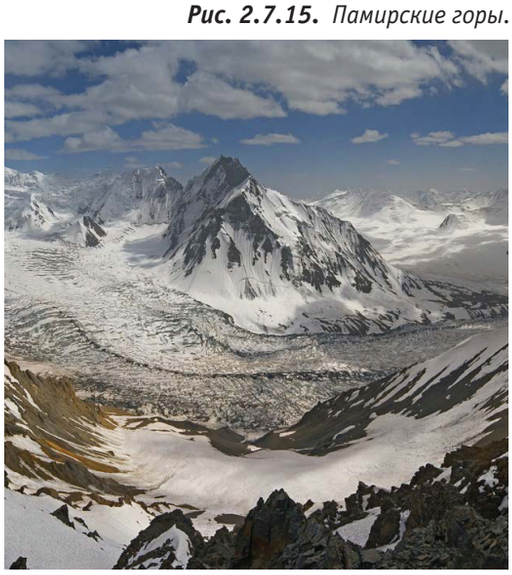
Таджикистан – горная страна. Около 93 % территории страны занимают горы, при этом около половины территории лежит на высоте свыше 3000 м. Абсолютные высотные отметки колеблются от 300 до 7495 м над уровнем моря. В географическом отношении, на западе вклиниваются пустынные и полупустынные участки Туранской низменности, которые постепенно переходят в предгорья, а на востоке территория республики примыкает к гигантским горным хребтам и плоскогорьям Центральной Азии – Тибету и Тянь-Шаню. Такое географическое положение обуславливает здесь большое разнообразие природно-климатических условий.

Рис. 2.7.14. *Горные хребты Таджикистана.*



Характер горного рельефа Таджикистана не везде одинаков. На севере республики располагаются Ферганская долина и невысокий Кураминский хребет. Центральная часть республики – горные хребты Кухистана, которые играют важную климатообразующую роль для южных районов Таджикистана. На востоке возвышается Памир – самая суровая и гористая область республики (пик им. И. Сомони достигает 7495 м над уровнем моря).

Рис. 2.7.15. *Памирские горы.*



Западный Памир занимают высокие горные хребты, отделённые друг от друга глубокими речными долинами. Долины Западного Памира расположены на высотах 1700–2500 м, а горные хребты превышают 6000 м. Рельеф Восточного

Памира, несмотря на свою большую абсолютную высоту над уровнем моря, отличается малой изрезанностью. Здесь преобладают высокогорные пустыни, лежащие на высоте 3500–4000 м. Горные хребты Восточного Памира хоть и имеют большие абсолютные высотные отметки (до 6000 м над уровнем моря), но над днищами долин поднимаются всего лишь на 1000–1500 м.

Юго-западная часть Таджикистана занята невысокими хребтами и широкими долинами. Равнины Таджикистана лежат на различной высоте над уровнем моря – от 300 до 1000 м. Наиболее крупные равнины в Таджикистане – Западно-Ферганская, Пенджикентская, Кулябская, Гиссарская, Вахшская и Нижнекафирниганская.

Горные районы и низинные полупустынные и пустынные зоны особо уязвимы к опасным гидрометеорологическим явлениям.

Так, из-за особенно холодной зимы 2016–2017 годов высота снега в горных районах Таджикистана была на 140–160 % выше нормы, что стало причиной схода катастрофических снежных лавин.

Благодаря особенностям орографии и климата, Таджикистан является крупным центром современного оледенения Средней Азии. Ледники – огромное богатство Таджикистана, т.к. они являются не только хранилищами воды, но и регуляторами речного стока и климата.

Рис. 2.7.16. *Снежная лавина на Памире.*

Рис. 2.7.17. *Ледник Федченко – крупнейший ледник Таджикистана.*

Ледники и вечные снега Таджикистана являются главным источником питания рек бассейна Аральского моря. Ледники занимают площадь 8,0±0,4 тыс. км^2, что составляет 6 % территории всей страны. Основные массы льда сосредоточенны в горах Западного Памира.

Согласно Каталогу ледников СССР, по состоянию на 1960–1970-е годы в Таджикистане насчитывалось 8492 ледника общей площадью 8476 км^2. Через 15–20 лет, на основе изучения космических снимков Таджикским филиалом Государственного центра СССР «Природа», в 1983 году был издан Атлас «Природные ресурсы Таджикской ССР», включая карту современного оледенения страны масштабом 1:500 000, с числом ледников 9000 и площадью оледенения 7979 км^2. С этим же периодом оценки совпадает инвентаризация ледников Памира и Гиссаро-Алая, выполненная Среднеазиатским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом, по состоянию на 1980 год. После этого масштабной и единой инвентаризации ледников для всей территории Таджикистана не проводилось.

Самым крупным ледником Таджикистана является ледник Федченко. Его длина превышает 70 км, средняя ширина – 2 км, максимальная толщина льда – 1 км, объём ледника с притоками – 144 км^3. Начинается он на высоте 6200 м над уровнем моря, язык его находится на высоте 2909 м.

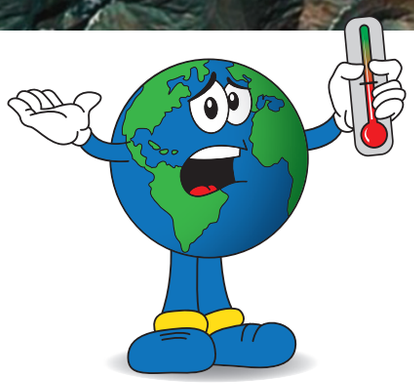
Последствия изменения климата для горных регионов Таджикистана

Оценка воздействия глобального изменения климата на ледники Таджикистана показала, что за весь период наблюдений, начиная с 1930 года (первые инструментальные замеры), общая площадь оледенения республики сократилась примерно на одну треть.

В связи с потеплением климата сократится время ледостава на высокогорных озёрах: они станут позднее замерзать и раньше освобождаться ото льда. Из-за деградации ледников и уменьшения количества атмосферных осадков может уменьшиться сток поверхностных вод и соответственно площадь озёр Рангкуль, Шоркуль, Сасыккуль на Памире.

Интенсивность таяния снега и ледников в летнее время, вероятно, увеличится, что приведет к образованию приледниковых озер в высокогорье. Некоторые из этих озёр, при прорыве естественных плотин, могут создавать угрозу мощных селевых потоков. Увеличение количества талой воды в теле и на дне ледников усиливает риск их подвижки, обвалов и процессов деградации.

Рис. 2.7.18. *Деградация ледника Гармо с 1930 по 2005 годы.*



Например, в 2005 году на Памире в Рошткалинском районе произошел прорыв ледникового озера и мощный селевой паводок. В результате погибло 25 человек и был причинён значительный материальный ущерб.

Рис. 2.7.19. *Ожидаемая деградация ледников Таджикистана к 2050 году в связи с изменением климата.*

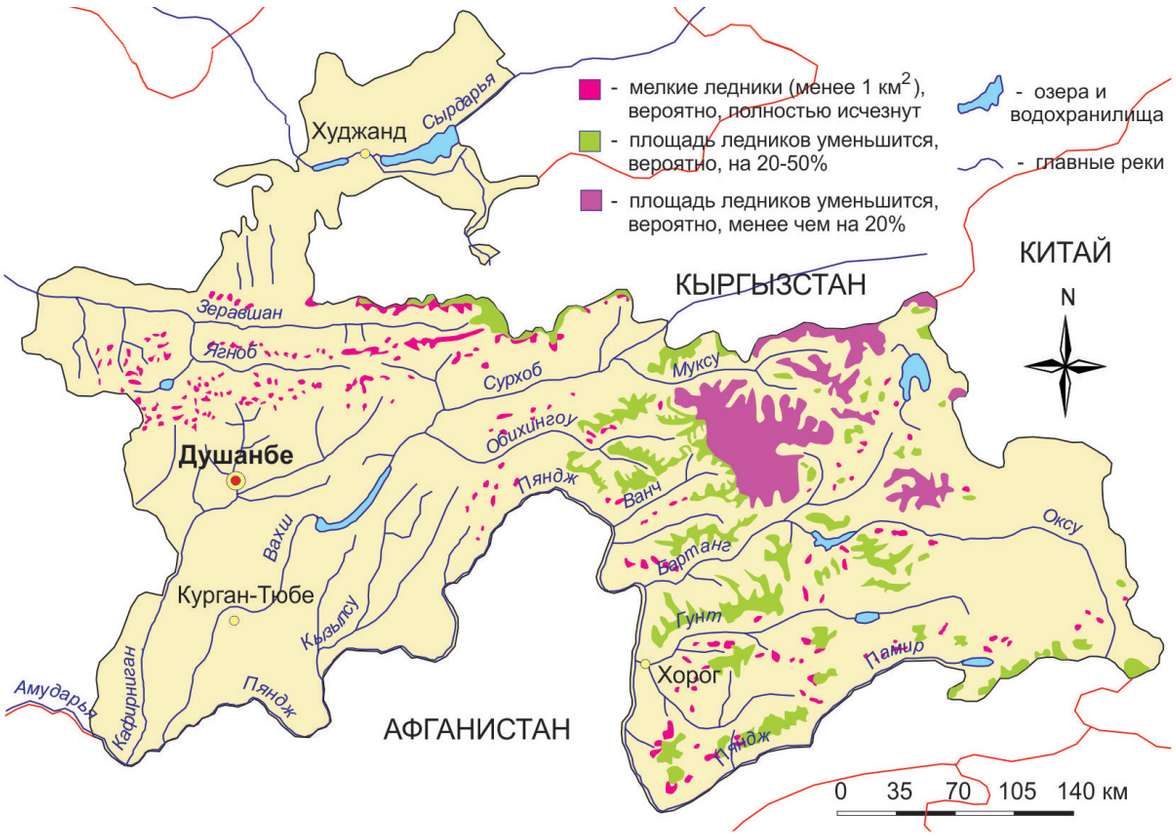
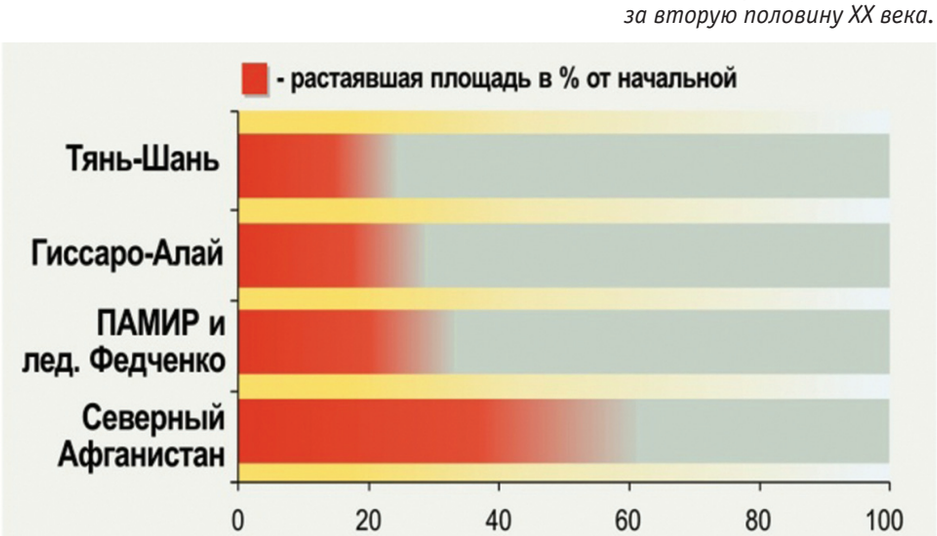


Рис. 2.7.20. *Изменение площади ледников Центральной Азии за вторую половину XX века.*



В результате таяния ледников может увеличиться дефицит пресной воды в Таджикистане и Центральной Азии уже к середине XXI века, что негативно повлияет на экосистемы, продовольствие, здоровье и благополучие людей.

Вопросы

1. На какую высоту поднялся альпинист, если на отметке, на которой он сейчас находится, температура составляет -9 °С, а у подножия горы на уровне моря в этот же момент температура +18 °С?

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 °С?

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?

Задания

Задание 1. Отметьте на контурной карте мира высочайшие горные вершины для каждого материка. К каким горным системам они относятся? На территории каких государств расположены?

Задание 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.

Кацусика Хокусай «Горный перевал Инуме, Кюсю» из серии «Тридцать шесть видов Фудзи». Япония, 1830 г.

Задание 3.

Игра

Участники игры делятся на две команды.

Команда №1 – жители горного поселения Высокое, которое расположено в горах в долине реки Быстрая. В последние годы из-за таяния ледников в высокогорьях река Быстрая часто стала выходить из берегов и затапливать поселение. Поэтому местные жители хотят построить плотину на реке, чтобы уберечься от наводнений, а заодно производить электроэнергию и создать новые рабочие места. Горное поселение небогато, денег на строительство плотины нет, а сами жители живут в основном за счёт домашнего хозяйства. В последнее время из-за роста температуры в горах жители Высокого стали выращивать цветы и экзотические фрукты.

Команда №2 – жители села Коровино, которое находится на предгорной равнине, ниже по течению реки Быстрая. Село живёт зажиточно, его жители занимаются фермерским хозяйством, а воду из реки Быстрая используют для орошения полей и для питья. Жители Коровино любят экзотическую еду, развлечения и путешествия. В бюджете Коровино есть свободные деньги для финансирования новых проектов.

Членам команд необходимо обсудить следующие вопросы (учитель или кто-то из ребят может выступить в роли министра регионального развития, который будет вести переговоры):

1) Какие последствия будут для деревни Коровино, если жители Высокого построят плотину без их ведома?

2) На каких условиях деревня Коровино может согласиться на строительство плотины и предоставить на это свои деньги?

3) Может ли поселение Высокое как-то иначе защититься от последствий изменений климата?

4) Какие новые проекты и отрасли хозяйства они могут развивать сообща?

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.

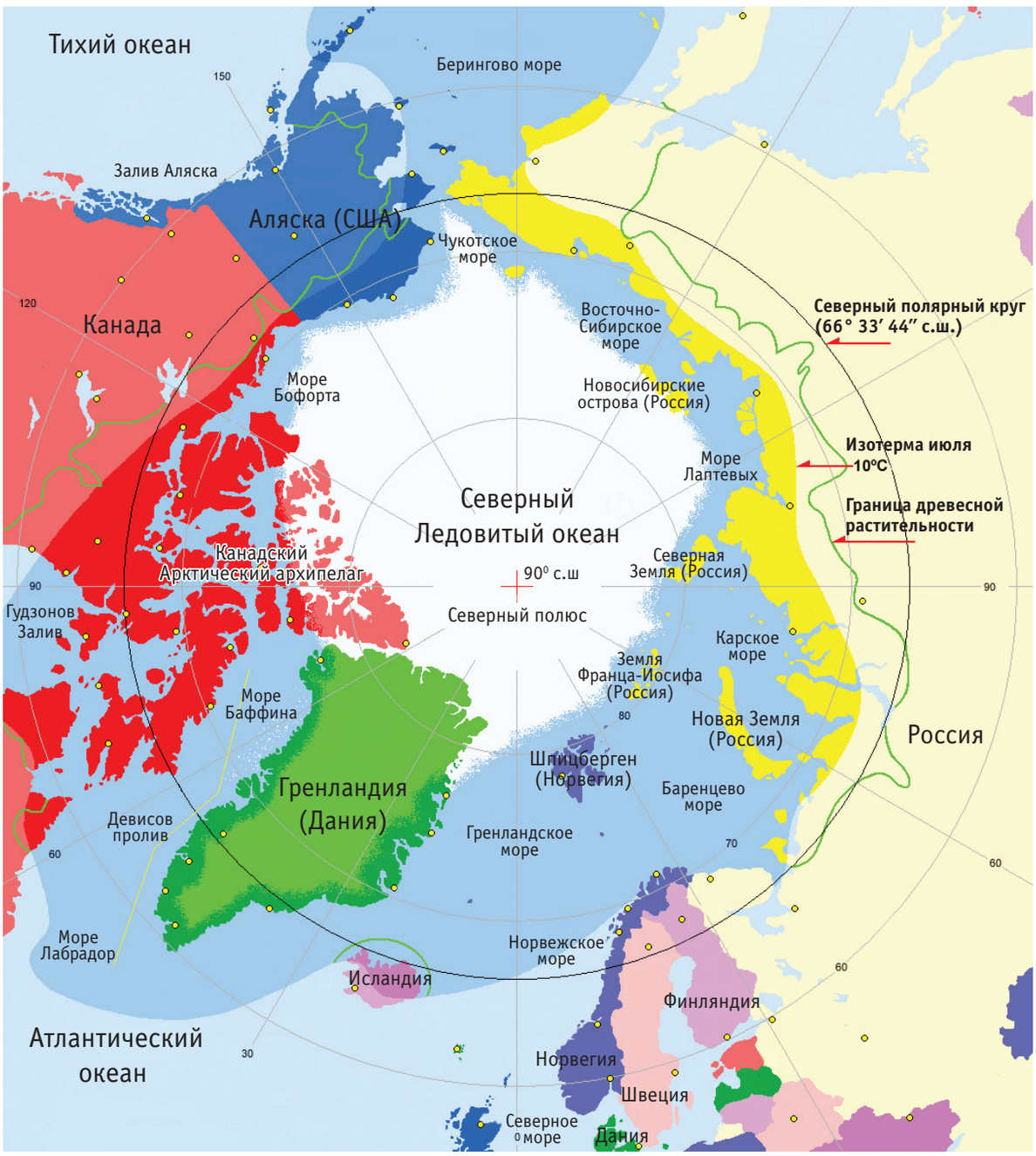
В Арктическом регионе расположены такие страны, как Россия, США (Аляска), Канада, Норвегия, Швеция, Финляндия, Исландия, Дания (Гренландия).

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 ещё ускоряет таяние льдов.

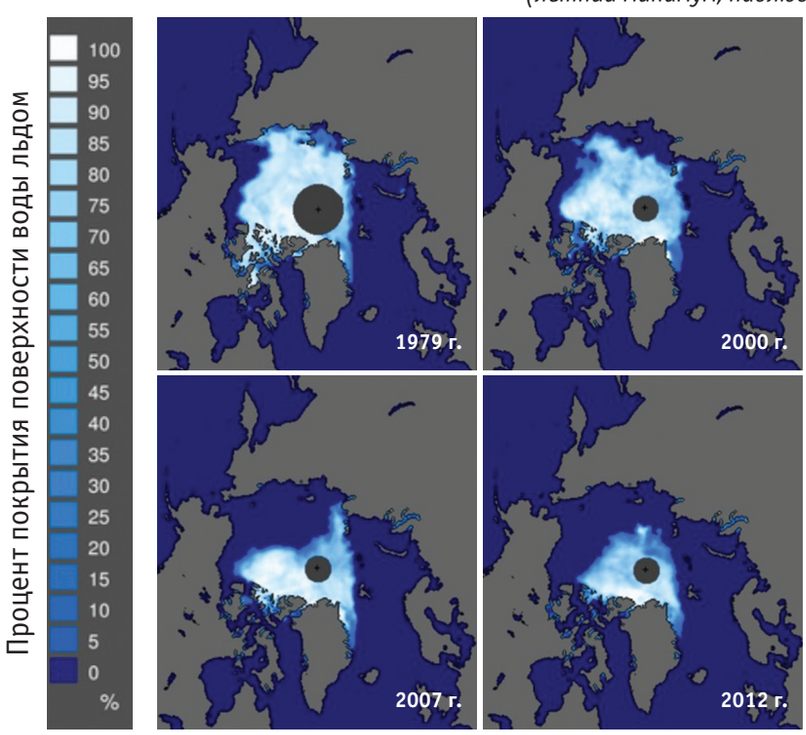
Экономика Арктики сочетает два диаметрально противоположных вида деятельности. С одной стороны, это традиционные способы ведения хозяйства коренного населения: охота, рыболовство и оленеводство. С другой стороны, существует крупномасштабная добыча природных ресурсов: нефти и природного газа, железа, 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). За последние 35 лет площадь льдов в Северном Ледовитом океане и его морях сократилась на 15–20 %.

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 (летний минимум, наблюдающийся в сентябре).*



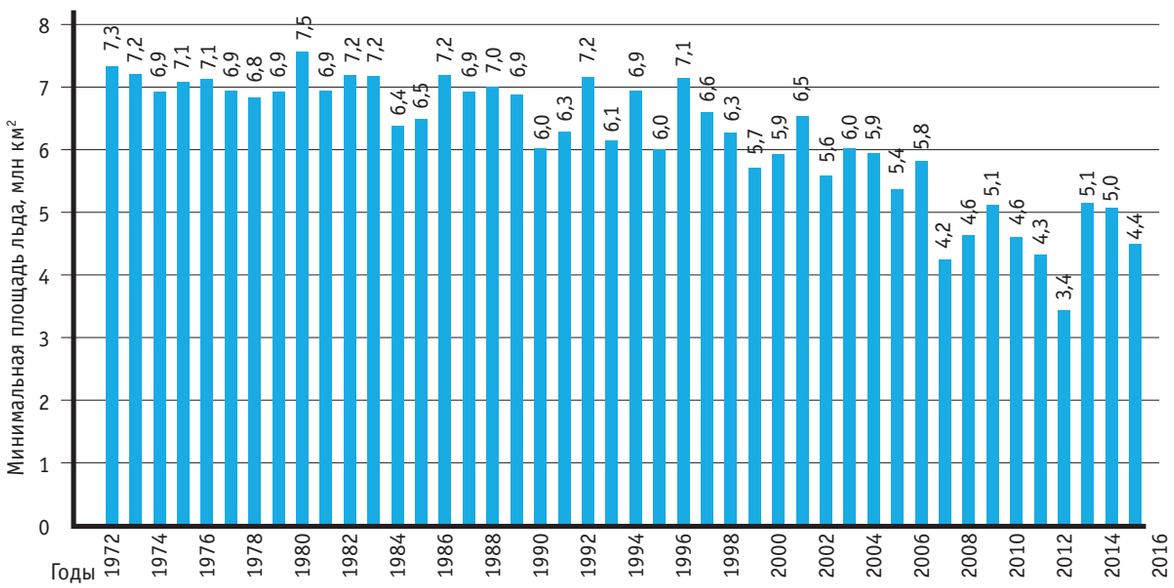
Конечно, зимой лёд по-прежнему покрывает всю Арктику. Даже гигантское потепление на 15–20 °C не сделает зимние температуры в полярных регионах положительными, замерзать моря будут. Однако толщина льда будет гораздо меньше.

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.

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.

***Рис. 2.8.3**.Минимальная площадь морского льда в Арктике в 1979-2015 годах.*



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 расстоянии 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 бельки — 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.

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 бóльший объём, чем вода, поэтому земля вспучивается. Образуются бугры и неровности, которые разрушают здания и дороги (Рис. 2.8.8, 2.8.9).

Рис. 2.8.7. *Вертикальный разрез многолетнемёрзлых пород с ледяными слоями.*

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 термокарста, что совершенно не ожидалось, когда эти здания проектировались и строились (Рис. 2.8.10, 2.8.11).

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 не хватить, и они «поплывут»: здание начнёт перекашиваться и рухнет.

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.

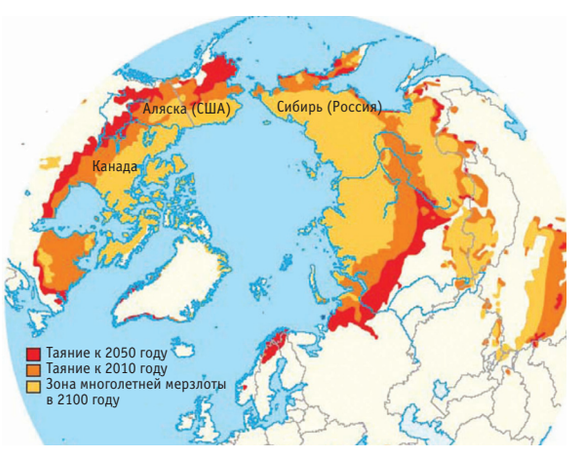
Что же делать? Ведь мы не можем немедленно остановить изменения климата, а скорость разрушений очень велика! Приходится тратить немалые средства как на прямое замораживание грунтов, так и на гораздо более дорогие конструкции, не боящиеся новых условий.

Рис. 2.8.10. *Здание, рухнувшее в пос. 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.

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.*



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 °C холоднее. Важно, что 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).

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).

Заморозить грунт далеко не всегда возможно, 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.

Рис. 2.8.13. *Дорога с замораживающими термосифонами.*

Рис. 2.8.14. *Дорога на специальных заглублённых в землю опорах.*

Ещё один важный момент: в процессе таяния вечной 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 бо́льшим 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 тепло- и электроснабжение.

А как же положительные эффекты потепления?

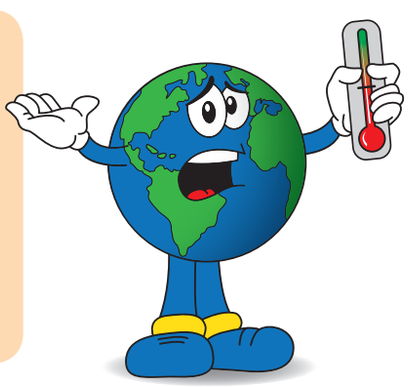
Конечно, изменение климата в Арктике даёт и некоторые позитивные возможности. Можно меньше тратить топлива на обогрев, можно воспользоваться более свободным ото льда Северным морским путём и проще доставлять грузы из Европы в Японию, Китай и обратно. Вдоль Северного морского пути нужно построить инфраструктуру 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?

6. Как изменение климата влияет на традиционный образ жизни коренных народов Арктики? Что можно сделать, чтобы помочь им адаптироваться к меняющимся климатическим условиям?

Задания

Задание 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.

Задание 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.

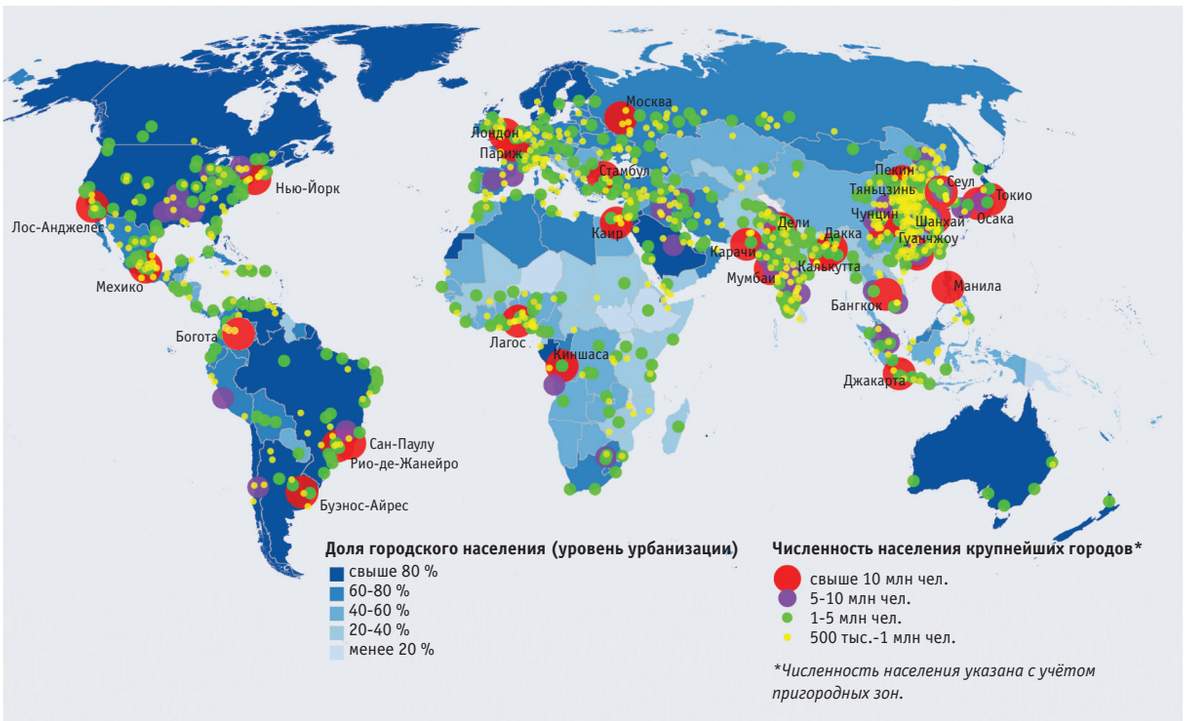
Рис. 2.9.1. *Старый городской квартал г. Берн (Швейцария), 1820 год.*

Однако с конца XIX века люди массово потянулись в города. Этот процесс специалисты называют **урбанизацией**.

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). 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 2014 году.*



Самые крупные города мира с населением более 10 млн человек			
№	Город	Страна	Численность населения
1	Шанхай	КНР	25 800 000
2	Пекин	КНР	20 693 000
3	Мехико	Мексика	19 851 000
4	Бангкок	Таиланд	15 012 197
5	Тяньцзинь	КНР	14 100 000
6	Гуанчжоу	КНР	13 400 000
7	Токио	Япония	13 230 000
8	Карачи	Пакистан	13 205 339
9	Мумбаи	Индия	12 478 447
10	Дели	Индия	12 165 901
11	Москва	Россия	12 111 194
12	Сан-Паулу	Бразилия	11 316 149
13	Богота	Колумбия	10 763 453
14	Сеул	Республика Корея	10 464 051

Рис. 2.9.3. *Шанхай – самый населённый город мира: в нём проживает более 25 млн человек.*

Почему города называют островами тепла?

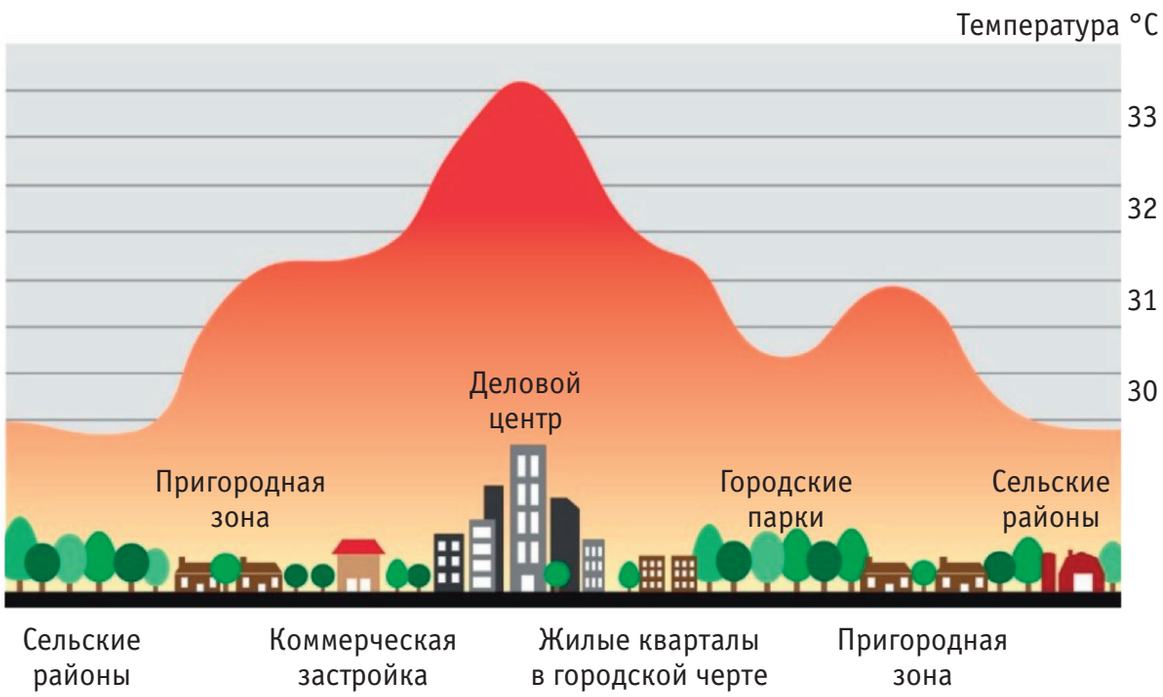
Города – это своеобразные горячие экологические точки нашей планеты. Причём слово «горячие» здесь можно понимать буквально: выбросы различных веществ от предприятий и автотранспорта из-за плотной застройки «застаиваются» в приземном слое атмосферы над городом, создавая эффект парника и повышая температуру 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).

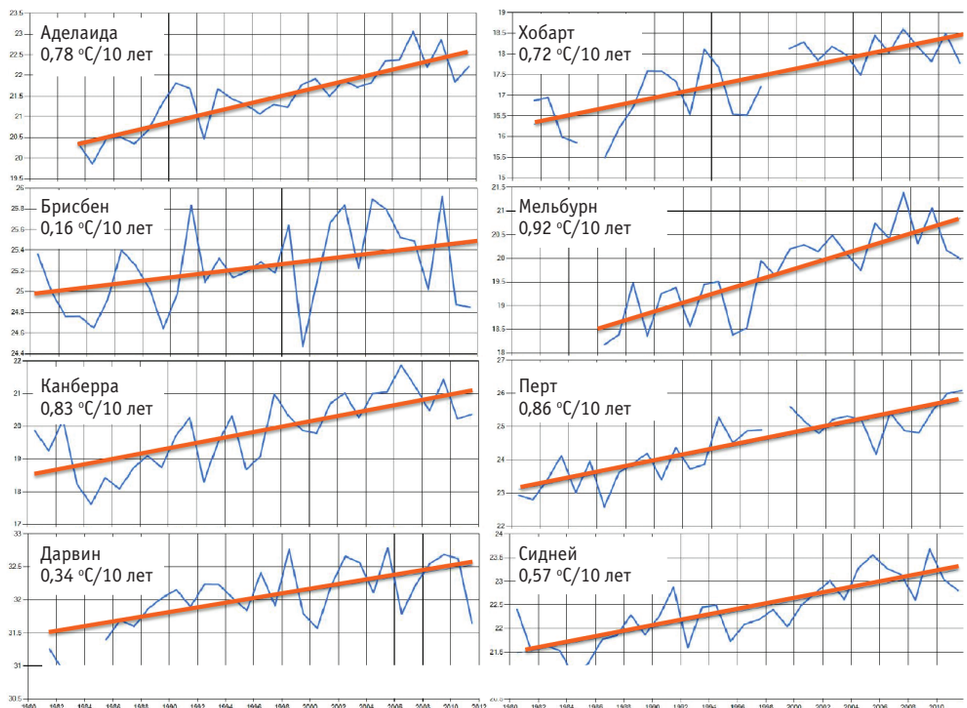
С 1806 по 1831 год Ховард вёл ежедневные измерения атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, количества осадков и испарения в пригородах Лондона. Свои наблюдения он дополнял сведениями из газет, упоминавших о тех или иных метеорологических явлениях. Однако Ховард не изучал специально климат 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 °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 1980-2010 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.

Жара в ночные часы в городах летом особенно опасна для здоровья. Если волна жары длится больше недели, это может привести к проблемам с сердцем и даже смертельному исходу у пожилых людей и людей с ослабленным здоровьем. Свыше 50 тыс. человек не смогли пережить сильнейшую жару, установившуюся в Европе летом 2003 года.

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 Соединенных 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.

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.*

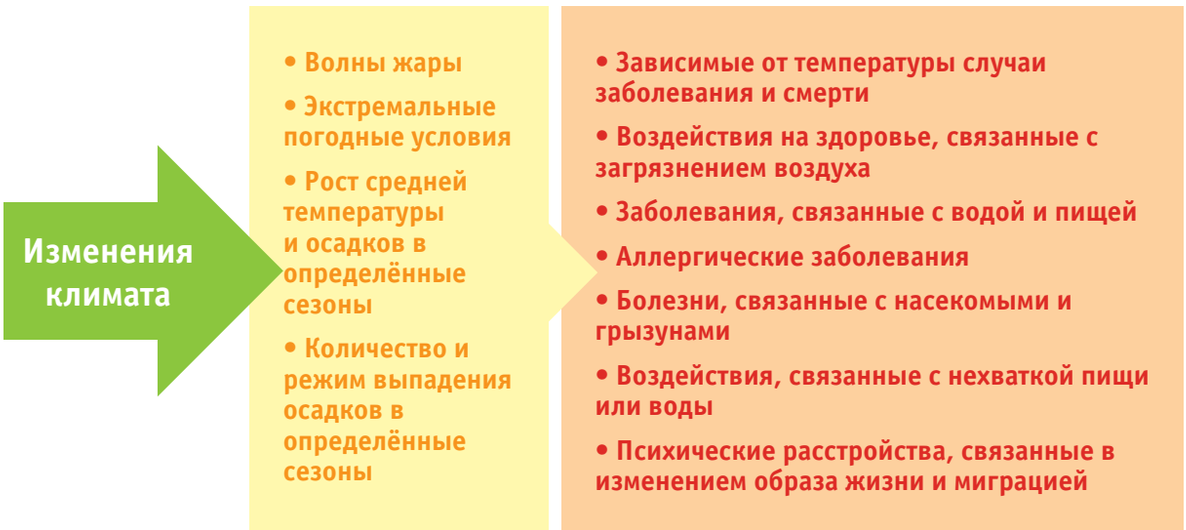
Тёплая зима и весна благоприятствуют распространению клещей: они реже гибнут зимой и быстрее размножаются весной. Обычно лишь небольшая доля всех клещей заражена энцефалитом. Но увеличивается общее число клещей, а значит, и число заражённых особей.

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.*



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 энерго- и 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.

Изменение климата и здоровье жителей Таджикистана

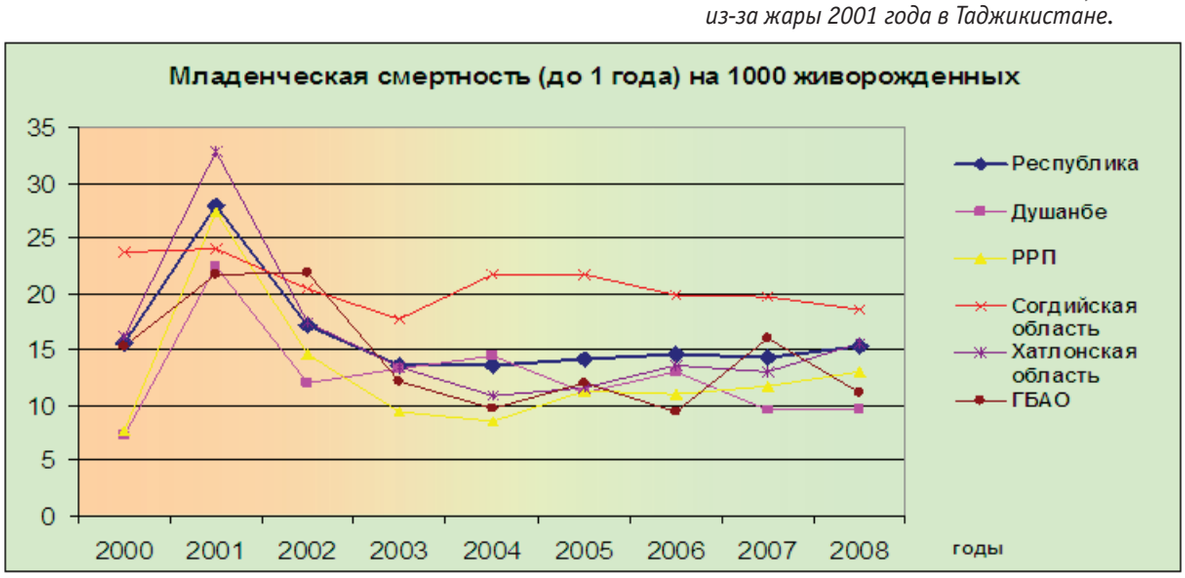
Предполагаемое увеличение температуры воздуха и атмосферных осадков может способствовать увеличению ареала и увеличению риска инфекционно-паразитарных болезней, в том числе малярии, кишечных инфекций.

Потепление климата, продолжительные периоды жаркой погоды, наводнения и засухи могут негативно влиять на качество воды в источниках питьевого водоснабжения и способствовать вспышкам инфекционных и других заболеваний, таких как дизентерия, брюшной тиф, гепатит «А», сальмонеллёз, холера и лямблиоз.

Тёплая погода увеличивает риск микробного загрязнения воды в открытых водоёмах. Эффективность очистных сооружений городских населённых пунктов в Таджикистане низкая из-за недостаточности устройств и процессов для обеззараживания сточных вод; а в большинстве сельских населённых пунктов они вообще отсутствуют. Это приводит к тому, что в стоках содержится большое число болезнетворных микроорганизмов.

Воздействие так называемых тепловых волн в связи с потеплением климата может отразиться на смертности уязвимых групп населения (дети, пожилые люди). Так повышение температуры и засуха 2000–2001 годов стали одними из ключевых факторов роста смертности среди населения Таджикистана.

Рис. 2.9.7. *Рост младенческой смертности из-за жары 2001 года в Таджикистане.*



Примечания: РРП – районы республиканского подчинения, ГБАО – Горно-Бадахшанская автономная область.

Жаркие температуры в летнее время, и особенно тепловые волны, влияют не только на пожилых людей и сельских работников, которые считаются особо уязвимыми. Оценка уязвимости репродуктивного здоровья в Таджикистане показала, что в жаркий период для городской местности с более высокими стандартами и возможностями системы здравоохранения, при температуре окружающего воздуха вне помещений свыше +33 °С прослеживаются признаки увеличения числа патологий во время беременности и родов. Для г. Душанбе, при температуре +37 °С и выше увеличение числа патологий становится существенным, что явно свидетельствует о воздействии тепловых волн и высоких температур на репродуктивное здоровье женщин. В сельской местности, особенно в жарких южных районах страны, воздействие высоких температур может быть ещё выше при том, что возможности и качество услуг медицинской помощи ниже, чем в городах.

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. Какие существуют негативные эффекты для здоровья от потепления климата?

5. Какие меры предосторожности необходимо предпринять в жаркую погоду?

Задания

Задание 1. Если во время летних каникул вы будете отдыхать в сельской местности, установите термометр на уровне человеческого роста в тени за окном и ранним утром записывайте его показания. Сравнивайте их с прогнозом ночной температуры воздуха для ближайшего крупного города на тот же день. Различаются ли полученные цифры? Почему?

Задание 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. Какие профилактические меры необходимо предпринять, чтобы не заболеть?

2.10. | Как изменения климата влияют на… социальные проблемы

Такие разные миры: развитые и развивающиеся страны

В мире существует более 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**.

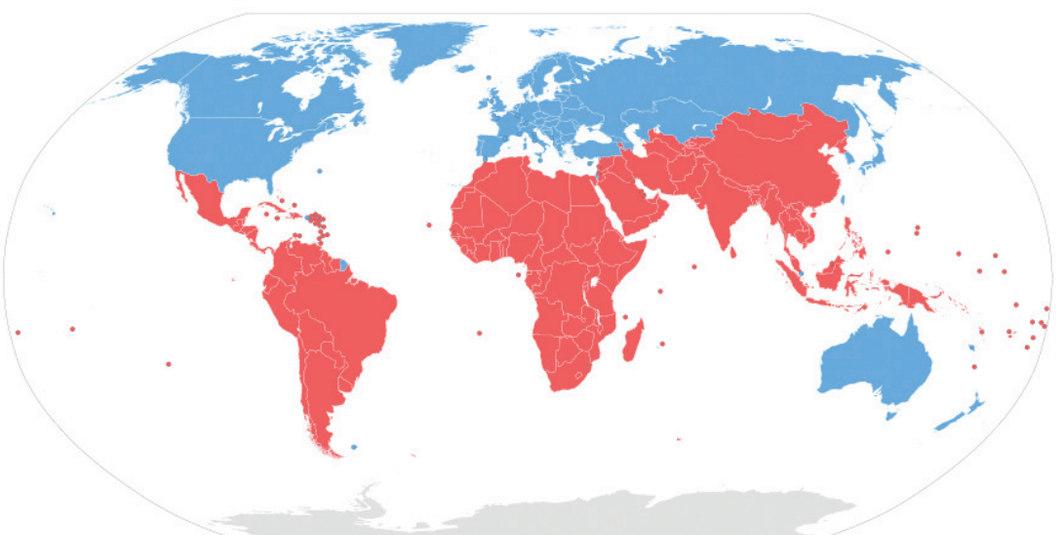
Развитые страны – богатые государства с благоприятными условиями для жизни и сильной экономикой, в которой большую роль играют промышленность, сфера услуг и финансовый сектор. Жители этих стран имеют более высокие доходы, качественное медицинское обслуживание, возможность получить хорошее образование, найти перспективную работу, а также свободные деньги, которые они могут потратить на поход в ресторан, покупки или путешествия. К группе развитых относятся 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 начали активно развивать свою экономику. Они до сих пор сильно зависят от традиционных отраслей хозяйства: земледелия, скотоводства, добычи полезных ископаемых. Здесь более низкий уровень жизни, 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 **48 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 – Бурунди, Конго, Либерия, Сьерра-Леоне, Малави, Эфиопия, Танзания, Бангладеш, Замбия. 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. На сегодняшний день в беднейших странах мира живёт около 800 млн человек (11 % населения Земли), при этом производят они менее 1 % мировой продукции!

Рис. 2.10.1. *Страны Севера (синим) и Юга (красным).*



Часто развитые и развивающиеся страны называют ещё странами Севера и Юга. Глядя на карту (Рис. 2.10.1) нетрудно догадаться почему. Почти все развитые страны (кроме Австралии и Новой Зеландии) находятся в умеренном климатическом поясе северного полушария, в то время как развивающиеся страны – в более южных широтах. Причины разрыва между странами Севера и Юга некоторые учёные связывают с климатическими особенностями. По их мнению, люди, живущие в жарком климате, избалованы природой, которая круглый год дарит им солнце, тепло и легкодоступную еду: фрукты и орехи растут здесь круглый год в изобилии. Жителям северных широт, из-за продолжительной холодной зимы, приходилось на протяжении истории прикладывать гораздо больше усилий, чем южанам, чтобы себя прокормить. Для этого им приходилось изобретать и постоянно совершенствовать орудия и технологии производства. Получается, что климат в какой-то степени повлиял на темпы развития стран.

Социальное неравенство

В октябре 2011 года население планеты достигло отметки в 7 млрд человек. Подавляющее большинство людей – 5,9 млрд человек, или 84 % жителей Земли, – живёт в развивающихся странах и только 16 % населения, или 1,1 млрд человек, – в развитых (так называемый «золотой миллиард»). При этом 16 % людей, проживающих в богатых государствах, потребляют бóльшую часть производимой в мире продукции. Это означает, что вклад жителей этих стран в глобальные выбросы парниковых газов (так называемый «углеродный след») гораздо выше, чем вклад жителей развивающихся стран – ведь на производство потребляемой ими каждый день продукции требуется колоссальное количество ресурсов и энергии. 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 1 млрд обеспеченных людей несёт бóльшую 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.

Хуже всего то, что 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 16 % мирового населения, потребляют бóльшую 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. При этом 1 млрд человек не имеет доступа к чистой питьевой воде, а 500 млн человек на планете систематически голодают.

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 бедных в 2010 году оценивалась в 46 млн человек, а это около 15 % всего населения страны. В Германии почти 1/7 часть населения, 11,5 млн человек, живёт у черты бедности или уже 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 бедняк по-американски и бедняк по-африкански живут совершенно 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 африканской 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 – 2013» 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.

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.

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 оценкам экологов, в 2010 году в мире насчитывалось свыше 40 млн климатических мигрантов, вынужденных покинуть свои дома по причинам, связанным с изменениями окружающей среды. По прогнозам, к 2050 году их численность может достигнуть 200–250 млн человек.

Рис. 2.10.2. *Трущобы в г. Рио-де-Жанейро (Бразилия).*

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. 2.10.2).

Жители Карибских островов всё чаще стали покидать родные места из-за усиливающихся тропических ураганов и торнадо. Дело в том, что ни одна из стран региона, за исключением США и Кубы, сегодня не обладает средствами для противостояния этим стихиям.

Рис. 2.10.3. *Лагерь мигрантов, вынужденных покинуть родные края из-за сильной засухи. Сомали, 2011 год.*

Рис. 2.10.4. *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. 2.10.5 карта иллюстрирует возможные социальные последствия изменения климата для различных регионов мира. Красные «горячие» точки показывают регионы, для которых особенно велика вероятность возникновения конфликтных 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. 2.10.5. *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.

Приоритеты и потребности адаптации к изменению климата в Таджикистане

Решение проблемы изменения климата требует комплексного подхода, который включает мероприятия по уменьшению выбросов парниковых газов, о которых речь пойдёт в следующей главе, и адаптацию к изменению климата. В совокупности эти мероприятия обеспечивают смягчение последствий изменения климата, при котором затраты на мероприятия компенсируются последующей экономической, социальной и экологической выгодой и способствуют устойчивому развитию государства.

В условиях Таджикистана адаптация является не менее важным направлением деятельности по решению проблемы изменения климата, как и сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу.

Адаптация к изменению климата подразумевает приспособление природных или антропогенных систем в ответ на существующие или ожидаемые климатические изменения и их последствия, которое направлено как на решение связанных с этим проблем, так и на получение выгод от осуществления мер.

На нынешнем этапе разработки стратегии адаптации к изменению климата для Таджикистана важно определить приоритетные адаптационные меры. В последующих этапах предполагается расширение, апробация и детализация адаптационных мер.

Основными направлениями адаптационных мер являются:

- Проведение исследований по изучению климатических изменений, их последствий для природных ресурсов, экономики и здоровья населения, и разработка на их основе целенаправленных мер адаптации;
- Улучшение сетей систематического наблюдения и мониторинга основных показателей погоды и воздействия изменений климата на природу и человека для своевременного принятия и корректировки адаптационных мер;
- Улучшение систем сбора данных, а также их анализа, обработки и распространения результатов среди конечных пользователей;
- Совершенствование систем прогнозирования, моделирования и раннего оповещения о стихийных гидрометеорологических явлениях;
- Повышение знаний и навыков среди персонала в таких областях, как климатические и гидрологические исследования, географические информационные системы, оценка воздействия на окружающую среду, охрана и рекультивация земель, рациональное водопользование, сохранение экосистем, сельское хозяйство и транспортная инфраструктура, охрана здоровья;
- Осуществление конкретных проектов по адаптации в приоритетных областях: использование природных ресурсов, развитие отраслей экономики и охрана здоровья населения.

Рис. 2.10.6. *Проекты и инициативы по адаптации и смягчению последствий изменения климата в Таджикистане.*

Адаптация и смягчение последствий изменения климата в Таджикистане

Сценарии изменения климата

Изменение годовой температуры к 2050 г.
Результаты расчета по ансамблю климатических моделей для группы сценариев выбросов МГЭИК А2

+3 °C
intensity

Изменение годовой температуры к 2050 г. в процентах от среднемноголетней нормы
Результаты расчета по ансамблю климатических моделей для группы сценариев выбросов МГЭИК А2

-5 0 +5

Проекты и инициативы по смягчению последствий изменения климата и адаптации

- Перспективное использование энергии солнца
- Перспективное использование энергии солнца
- Рачительное использование ресурсов агро-биоразнообразия
- Меры по снижению риска стихийных бедствий
- Модернизация объектов гидроэнергетики с учетом возможных последствий изменения климата
- Инициативы по городскому транспорту и зданиям
- Развитие лесоводства
- Предотвращение вырубки лесов
- Возможное увеличение стока и стихийных бедствий, связанных с водой
- Берегоукрепительные работы и инженерные меры защиты от наводнений

Содействие адаптации экосистем к изменению климата

Отрицательное воздействие изменения климата на экосистемы может оказаться разрушительным, если не будут приняты соответствующие практические меры по адаптации. Предлагается уделять больше научного и государственного внимания мониторингу показателей изменения климата, поддержать и расширять сеть особо-охраняемых природных территорий и развивать трансграничные экологические коридоры и сотрудничество с соседними странами Центральной Азии.

Для сохранения численности и улучшения условий обитания ценных местных промысловых видов рыб (*самаркандская храмуля* и *амударьинская форель*) необходимо урегулировать ситуацию с чужеродными видами рыб и развивать новые адаптивные подходы к ведению рыбного хозяйства.

Широкое применение в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур получила биологическая система защиты растений, дающая значимый экономический эффект и снижающая химическую нагрузку на почвы в хозяйствах в 5-6 раз. Следует расширить данную практику и восстановить работы по раннему выявлению и мониторингу развития вспышек вредителей сельскохозяйственных культур.

Содействие адаптации лесных ресурсов к изменению климата

Леса Таджикистана в связи с повышением температуры и засухой всё в большей степени страдают от лесных пожаров и увеличения ущерба, наносимого насекомыми-вредителями. Более того, дефицит энергоресурсов заставляет население активно использовать древесину, что ведет к сокращению запасов и плотности биомассы в лесах.

Рис. 2.10.7. *Противоэрозионная лесопосадка.*

Адаптационные меры, направленные на повышение противопожарной защиты лесов и их защиту от вредителей и болезней, дополненные увеличением объёма восстановления лесов и усилением сети охраняемых природных резерватов, будет явно содействовать адаптации отрасли лесного хозяйства к воздействиям изменения климата. Одновременно, увеличение лесной биомассы может также оказывать благоприятное воздействие на сокращение парникового эффекта ввиду усиленного поглощения углерода. В этой связи развитие частного и общинного лесоводства является особенно перспективным. Воздействие стихийных бедствий и усиление эрозии почв можно будет также существенно уменьшить путем создания и поддержания лесных массивов (Рис. 2.10.7).

Содействие адаптации земельных ресурсов к изменению климата

Для возделываемых земельных ресурсов внедрение засухоустойчивых и солеустойчивых сельскохозяйственных культур значительно сдерживает губительное действие засух. В качестве почвозащитного приёма и для повышения продуктивности деградированных зон следует применять вспашку поперёк склона. За счёт дополнительной биомассы (посевы клевера, многолетних бобовых трав), поверхность почвы можно закрыть полностью, что снижает факторы воздействия высоких температур и засух. Земли, расположенные на склонах 12-35 градусов, целесообразно осваивать путём террасирования и развития на террасах садоводства и виноградарства.

Адаптационные меры для сокращения почвенной засухи в условиях изменения климата должны быть направлены на регулирование водно-физических свойств почв. Важно обеспечить просачивание воды атмосферных осадков в нижние горизонты почвы для создания достаточных запасов влаги.

В земледелии оптимизация поливных норм сельскохозяйственных культур в сочетании с применением методов дождевания и капельного орошения является наиболее эффективным приёмом в условиях засухи и дефицита водных ресурсов.

Для снижения интенсивности процессов разложения органических веществ, предотвращения их минерализации в условиях изменения климата необходимо применять органические удобрения (навоз, остатки сорняков) в пахотный слой. Для улучшения состояния гипсоносных почв (преимущественно в Курган-Тюбинской зоне земледелия) необходимо опираться на биологические методы, что способствует значительному повышению плодородия почв и повышает урожайность сельскохозяйственных культур в 1,5–2 раза.

Адаптация водного хозяйства к изменению климата

Значительной экономии воды при орошении сельскохозяйственной продукции можно достичь путём уменьшения расходов на суммарное водопотребление на полях, сокращения потери воды при фильтрации и сбросе, а также минимизации потерь в оросительной системе. Соответственно, необходимо планировать и внедрять соответствующие водосберегающие адаптационные мероприятия по этим направлениям путем повышения коэффициента полезного действия (КПД) системы орошения внутрихозяйственной сети и межхозяйственных каналов за счет применения водосберегающих технологий.

Для защиты населённых пунктов и хозяйственных объектов от размывов и затопления при паводках необходимо проводить мероприятия по регулированию русла реки, а также работы по укреплению берегов рек (Рис. 2.10.8).

Это можно сделать за счёт строительства продольных дамб и поперечных шпор или проведения работ по углублению дна или выпрямлению русла реки с целью направления водного потока единым руслом. Также борьба с наводнениями и селями включает строительство малых водохранилищ, селехранилищ и селепропускных русел. Эффективность адаптационных мер защиты от наводнений, на примере участка р. Пяндж-Хамадони, может составить порядка 40 млн долл. США сэкономленных средств.

Рис. 2.10.8. *Укрепление берега за счёт посадки деревьев.*

Адаптация сельского хозяйства к изменению климата

При дальнейшем увеличении температуры воздуха и уменьшении количества атмосферных осадков может иметь место снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур. Адаптацией к таким климатическим условиям, особенно в жарких районах с песчаными почвами и с глубоким залеганием грунтовых вод, является дополнительный полив и внедрение новых прогрессивных методов сельскохозяйственного производства. Для того, чтобы снизить потери сельского хозяйства от негативных воздействий изменения климата и способствовать устойчивому развитию, необходимо укрепить материально-техническую базу, провести противоэрозионные мероприятия, работы по укреплению берегов рек, создать защитные лесные зоны.

Урожайность посевов хлопчатника в Хатлонской и Согдийской областях менее зависит от погодных факторов, а в большей степени определяется агротехническими факторами и на-

личием воды для орошения. Более того, хлопчатник относительно устойчив к высоким температурам воздуха и повышенной солёности почвы, по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, поэтому в жарких условиях равнин выгоднее выращивать хлопчатник.

Нынешнее состояние картофелеводства требует принятие неотложных мер по проведению селекции высокопродуктивных сортов, устойчивых к вредителям, а также адаптированных к новым климатическим условиям.

Для получения высоких урожаев в условиях изменения климата первостепенное значение приобретает внедрение интенсивных технологий возделывания зерновых культур, которые базируются на эффективном использовании имеющихся материально-технических ресурсов и применении передовых достижений науки и практики.

Для обеспечения продовольственной безопасности республики необходимо разработать

Рис. 2.10.9. *Цветущий сад на юге Таджикистана.*

Рис. 2.10.10. *Урожай в Таджикистане.*

и утвердить минимальную потребительскую корзину, физиологические нормы потребления по всем видам продуктов питания в среднем в расчете на душу населения, с учетом национальных особенностей, а также по половозрастным группам. Также следует осуществить меры по снижению зависимости внутреннего рынка продовольствия от импорта на основе роста конкурентоспособности отечественных товаров.

Для этого необходимо разработать и внедрить систему государственных закупок по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и обеспечить объём внутреннего производства основных продуктов питания не менее порогового значения, в соответствии со стандартами потребления.

Адаптация здоровья человека к изменению климата

Анализ уязвимости здоровья населения определил, что в результате потепления климата создаются благоприятные условия для размножения малярийных комаров и расширения ареала малярии. Выбор мероприятий по борьбе с переносчиками малярии должен проводиться на основе знаний о биологии и экологии, видов малярийных комаров, обитающих в данной местности, типах очагов, в которых планируются противокомариные мероприятия. В борьбе с малярийными комарами необходимо применять различные гидротехнические и биологические методы. На данный момент необходимо соблюдать все противоэпидемиологические мероприятия.

При оценке уязвимости репродуктивного здоровья женщин к условиям изменения климата было выявлено, что показатели здоровья женщин в жаркий период года часто ухудша-

ются. В связи с этим необходимо повысить осведомленность медицинских работников об особенностях течения беременности и родов в условиях жаркого климата, усовершенствовать существующую программу по улучшению здоровья материнства и детства с учетом изменения климата. Можно рассмотреть вопрос о создании специализированного центра для проведения квалифицированного контроля за состоянием матерей и детей в условиях изменения климата.

В соответствие с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения ООН, необходимо развивать исследования в сфере воздействий потепления климата на здоровье населения и разработать адаптационные меры, внедрение которых может существенно снизить не только материнскую и детскую смертность, но и смертность населения в целом.

Для сохранения работоспособности и здоровья, работающих в жарком климате, и уменьшения теплового стресса летом необходимо:

- Изменить режим труда и отдыха с таким расчетом, чтобы уменьшить пребывание работающих в период максимально высоких температур;
- Организовать и использовать для отдыха помещения с регулируемым микроклиматом с таким расчетом, чтобы температура воздуха в кондиционируемом помещении была ниже наружного на 12–13 °С;
- Строго соблюдать питьевой режим, особенно в жаркий летний период, когда потребление воды для питья максимальное, а именно: вместо подачи сырой воды готовить зелёный чай и другие витаминизированные напитки.

Адаптационные меры в аспекте градостроительства в условиях изменения климата

При планировании городской застройки очень важно понимать климатические особенности данной местности. В типологии дома и застройки низкогорий Таджикистана должны быть отражены особенности сухого жаркого климата. К ним следует отнести и длительность жаркого периода, и неоднородность микроклиматических условий на близкорасположенных территориях, и смену ветровых режимов в разрезе суток, и механику горно-долинных ветров, которую можно использовать для создания благоприятного микроклимата для населенных пунктов и отдельных домов.

Интенсивный рост города добавил «проблему магистралей» с их традиционными неприятностями в виде выхлопных газов, шума, вибрации и дополнительного перегрева. Зелень на улицах и в скверах размещена с климатологической точки зрения стихийно, поэтому её защитные свойства малоэффективны. Даже исконная задача зелёных насаждений – генерировать прохладу, затруднена, поскольку устьица листьев забиты толстым слоем пыли.

Прохладные ветры имеются, но они проходят ночью в стороне от города, вдоль русла долины. Сам же город расположен несколько выше её дна, на обширной террасе западного склона одного из горных хребтов. Воздушный поток с его склона основной своей толщей проходит над городом на высоте 30-40 м, чтобы затем резко снизиться и влиться в главный.

Рис. 2.10.11. *Вид на г. Душанбе.*

Причиной проскальзывания потока над городом оказалась разница температур ночной городской воздушной среды и более горячих склоновых ветров. Между ними создаётся некая прослойка более плотного воздуха, по которой верхний поток скользит, не опускаясь ниже. Эта прослойка, являясь порождением не только разницы температур, но и застойного воздуха, делает воздух городской среды ещё более застойным.

Следовательно, если охладить поток, то и провести его через город будет легче. Для этого требуется озеленить и обводнить значительную часть западного склона хребта – эта задача, конечно сложная, но практически выполнимая.

Втянуть и разобрать по «руслам» охлаждённый поток в городе должна особая планировка и застройка различных городских участков. Для этого прежде всего следует определить основные воздуховодные магистрали (обязательно сквозные), которые в конечном счёте выведут используемый воздушный поток на главный.

По этим магистралям пойдёт и автотранспорт, но его выбросы будут размыты и унесены воздушными течениями. Так решение чисто климатологической задачи поможет осуществить также защиту от различного рода загрязнений, поскольку все воздушные потоки работают в единой схеме и так же целенаправленно, так как они промывают и охлаждают застройку, но они развивают и уносят вредные выбросы.

Следует уточнить, что все указанные процессы рассчитаны на ночной период. Но не только для того, чтобы обеспечить людям прохладу и отдых, что само по себе благо. Закономерность такова: чем активнее действует данный механизм преобразований для ночи, тем больше он влияет на изменение температурно-влажностного и ветрового режимов в остальное время суток.

Преобразованная ночная ситуация изменяет и утреннюю, жара наступает позже, охлаждённые за ночь здания принимают её ещё позже, а вечером город и здания начинают остывать раньше, фактически с заходом солнца.

Этот принцип – продление благоприятных качеств какого-либо периода суток на другой период (в сочетании с пониманием динамики воздушных процессов) даёт толчок к развитию таких архитектурно-ландшафтных и объёмно-пластических решений, которые могут серьёзно повлиять на улучшение не только микроклиматической, но и окружающей среды в целом.

Описанный пример предполагает максимальное торможение нагрева воздуха и поверхностей в первую половину для активизации процесса остывания его в вечерний период и первую половину ночи.

Таким образом, различными архитектурно-ландшафтными средствами «срезается» пик максимального перегрева в весенне-летне-осенние месяцы в условиях потепления климата, что значительно снижает воздействие теплого стресса в условиях потепления климата не только Таджикистана, а также в аналогичных случаях на территории других местностей с подобным климатом.

Адаптационные меры в случае стихийных бедствий

Более частые и более экстремальные погодные явления - одно из проявлений изменений климата. Неожиданность, непредсказуемость делает их трудными для адаптации. В течение 1991—2015 годов более 90 % людей, ставших жертвами природных стихий, погибли в результате суровых гидрометеорологических явлений. Установлено, что если бы медицинская помощь была оказана на месте происшествия своевременно, то до 20 % от числа погибших можно было бы спасти.

Подготовка к ликвидации последствий катастроф должна быть включена в качестве самостоятельного раздела в текущие программы профилактики для местного населения (школы, институты, центры здоровья).

Основные принципы готовности к стихийным бедствиям:

- *Для семьи: прежде всего, необходимо знать правила оказания первой медицинской помощи и организации групп само- и взаимопомощи.*
- *Для транспортных средств: необходимо иметь аптечку для оказания первой медицинской помощи. Давно известно преимущество использования авиатехнических средств для спасения жертв природных катастроф.*
- *Для больниц: необходимо иметь план мероприятий в случае природных катастроф и периодически проводить обучение персонала. Особенная забота – подготовка медперсонала как в общем плане (первая медпомощь), так и по отдельным специальностям (организация специальных краткосрочных курсов).*

Ликвидация последствий стихийных бедствий делится на три этапа:

- *Период изоляции, когда помощи извне нет и первую медицинскую помощь в ограниченном объёме обеспечивают сохранившиеся медицинские учреждения или медперсонал. Длительность: от 30 минут до 2 суток.*
- *Период спасения, когда пострадавшие получают первую и все другие виды медицинской помощи по жизненным показаниям. Длительность: от 12 часов до 5 суток.*
- *Период восстановления, когда оказывается помощь всем нуждающимся, проводится лечение с последующей реабилитацией. Длительность: от 5 суток до нескольких месяцев.*

В первые часы после катастрофы следует обеспечить население информацией по следующим пунктам:

- *Основные правила безопасности;*
- *Где можно получить пищу, воду, жильё, медицинскую помощь;*
- *Проведение спасательных работ со стороны военных, пожарных, профессиональных спасательных служб.*

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?

3. Какие страны наиболее уязвимы перед изменениями климата? Почему?

4. Почему последствия изменения климата особенно сильно сказываются на бедных жителях планеты?
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?

Задания

Задание 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?

Задание 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?

Как предотвратить опасные изменения климата?

ЧАСТЬ 3

3. Как предотвратить опасные изменения климата? 201

3.1. «Зелёные» источники энергии 202

3.1.1. Что такое энергия? 202

3.1.2. Основные источники энергии 203

3.1.3. Углеводородные источники энергии 204

3.1.4. Атомная энергетика 208

3.1.5. Возобновляемые источники энергии 210

3.1.6. Преимущества и недостатки различных источников энергии 222

3.2. Энергоэффективность и энергосбережение 234

3.2.1. Экологичные виды транспорта 238

3.2.2. Бытовая техника и электроприборы 243

3.2.3. Зелёное строительство. Пассивные и активные дома 247

3.2.4. Зелёные города 251

3.3. Углеродный след 256

3.4. Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след 260

3.5. Глобальное сотрудничество в области изменения климата и устойчивого развития 275

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.

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, а значит – невозобновляемые углеводородные ресурсы (нефть, уголь и природный газ). При их добыче и использовании выбрасывается до 75 % всех парниковых газов, связанных с деятельностью человека.

Как же человечество может снизить содержание парниковых газов в атмосфере? Есть несколько основных путей.

Первый путь – перейти на климатически-безопасные источники энергии. Если говорить о разных видах углеводородного топлива, добываемого из земных недр, то самый экологичный из них – 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.

Второй путь – сокращать ежедневное потребление энергии, придумывая более экономичные приборы и изменяя собственные привычки.

И третий путь – призвать на помощь растения. Известно, что растения поглощают углекислый газ. Значит, сокращая вырубки лесов, высаживая новые деревья и другие растения, люди могут уменьшать количество парниковых газов в атмосфере.

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. Откуда оно берётся?

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.

3.1.3. | Углеводородные источники энергии

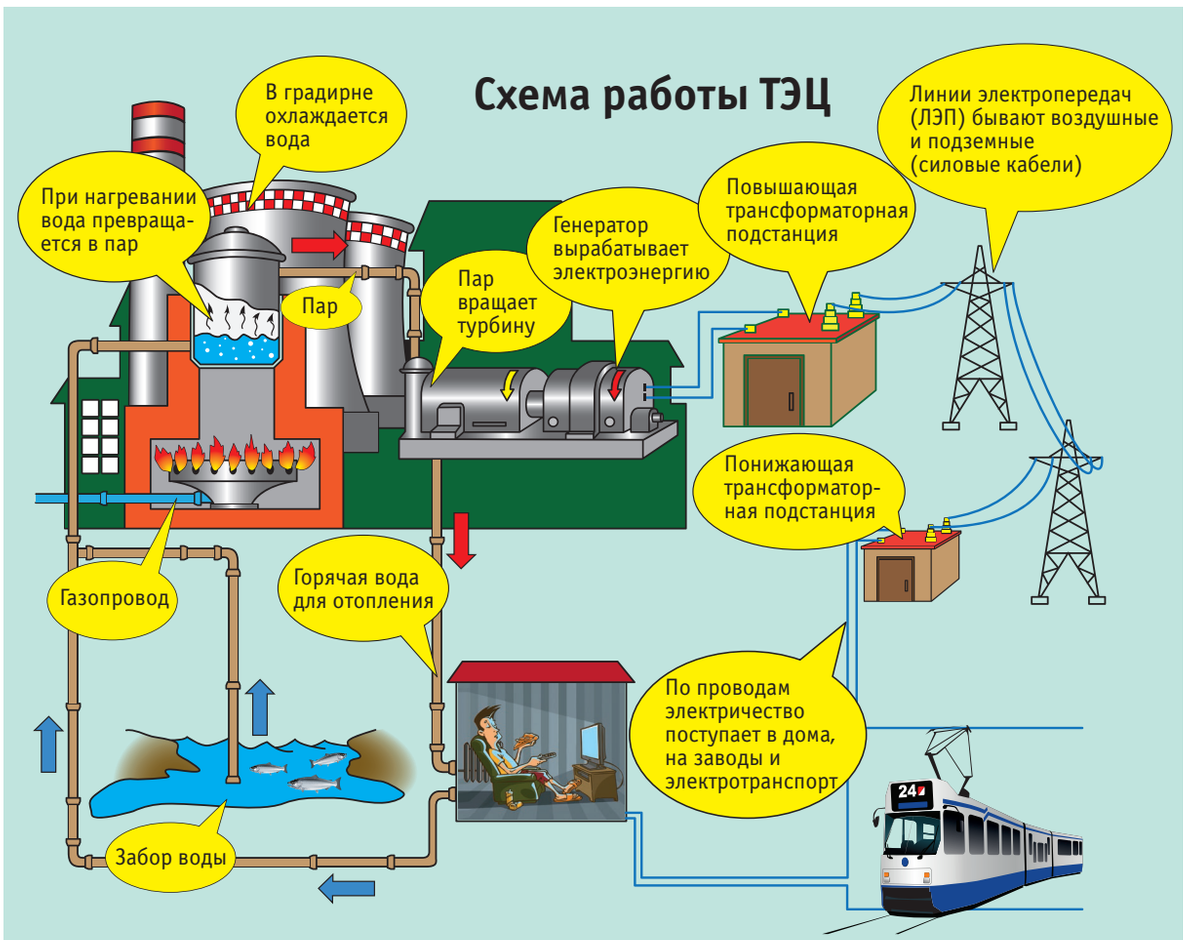
Эволюция живых организмов на планете идёт от простого к сложному. Было время, когда планету населяли простейшие организмы и растения, которые воспринимали энергию солнца и преображали её в живую массу – в себя самих. Однако и до наших дней дошёл след их существования. Ведь энергия, которую собрали наши 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 – дар наших предков, результат их жизни. 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.

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.*

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. 3.1.3. *Схема работы ТЭЦ.*



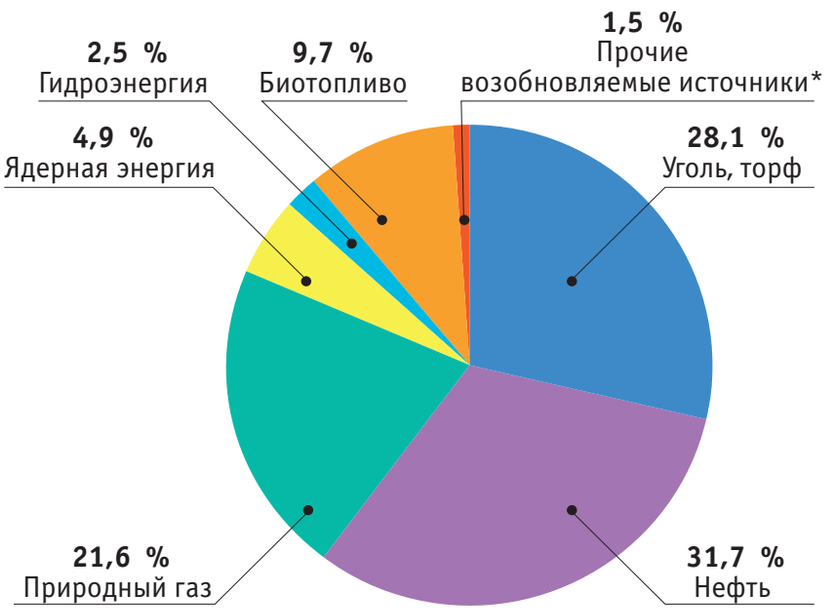
Оказалось, что выгоднее всего совмещать процесс добычи электричества с нагревом воды, которая затем подаётся по трубам в отопительные и водопроводные системы квартир, больниц, школ и детских садов, промышленных предприятий и других помещений. Такие электростанции названы теплоэлектроцентралями (ТЭЦ).

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. На протяжении многих тысячелетий до этого использовались в основном энергия дров, солнца, ветра, воды, хотя в отдельных местах полезные ископаемые использовались и раньше.

Сегодня на ископаемое топливо приходится 81,4 % от всего объёма потребляемой в мире энергии, из видов ископаемого топлива наибольшую роль играют нефть – 31,7 %, уголь – 28,1 % и природный газ – 21,6 % (Рис. 3.1.4).

Рис. 3.1.4. *Доля основных источников энергии в целом по миру, 2015 год.*



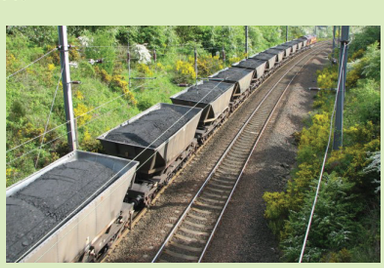
*Прочие возобновляемые источники:
энергия ветра, солнца, геотермальная энергия, низкопотенциальное тепло и др.

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. ТЭС и ТЭЦ выбрасывают в атмосферу загрязняющие вещества, а также парниковые газы.

Мы помним, что парниковые газы непосредственно не вредны 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. 3.1.5.** Выбросы парниковых газов от использования различных углеводородных источников энергии.*

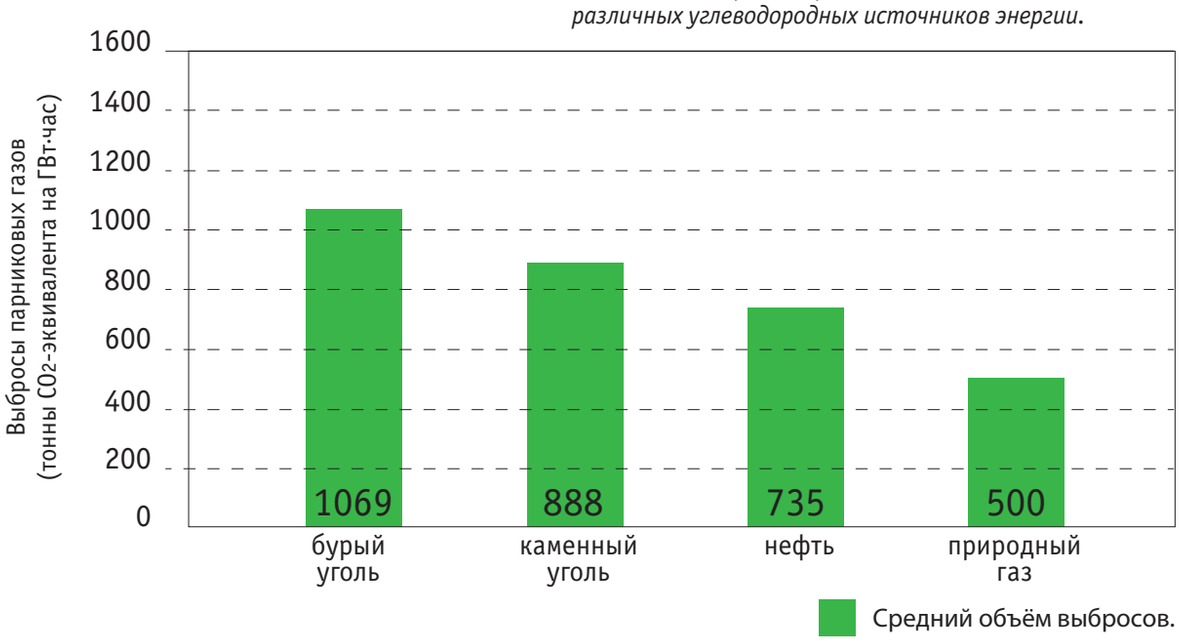


Таблица 3.1.

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

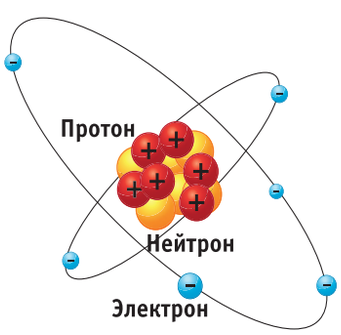
3.1.4. | Атомная энергетика

У атомных электростанций (АЭС) выбросы парниковых газов почти нулевые. Может быть, они решат задачу?

Наука с течением времени заглядывала всё глубже в строение материи. 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 зависимости от региона уровень естественной радиоактивности может колебаться от 5 до 20 микрорентген в час. 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. И если бы эти способы работали идеально, как задумано, можно было бы сказать, что атомные станции безвредны. Однако в жизни всё не совсем так.

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 соседней с Украиной страной Словакией!). 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 оборудовани 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 – могучая энергия, 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!

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 сегодняшний день около 20 % мирового производства электрической энергии обеспечивается за счёт возобновляемых источников. Эксперты подготовили три сценария развития возобновляемой энергетики в будущем. В соответствии с различными сценариями, к 2035 году из климатически безопасных возобновляемых источников может быть получено от 25 % до 48 % всей электроэнергии в мире.

Рис. 3.1.6. *Завод по производству биотоплива из биомассы.*

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 «ловить Солнце» ещё лучше. Есть два основных вида использования его энергии.

Единицы измерения мощности

Ватт *– единица измерения мощности прибора, то есть количества работы, которую он способен совершить за определённое время.*

1 ватт (Вт) *– мощность передатчика обычного мобильного телефона.*

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. Общая мощность произведённой человечеством электроэнергии в 2011 году составила 22 тыс. ТВт.*

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.

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 конструкции, связанная с применением редких элементов в солнечных панелях. Однако с развитием новых технологий стоимость солнечных установок постепенно снижается, а возможности для их использования, наоборот, увеличиваются. Ещё один недостаток – 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.

Солнечная энергия работает после захода Солнца?

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 параболические зеркала. 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. Германия, будучи далеко не солнечной страной, стала мировым лидером в этой сфере. Среди других передовых стран в области солнечной энергетики – Испания, Италия, Франция, США, Япония, Китай.

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 назы- вают «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.

Самый крупный оффшорный ветропарк в мире

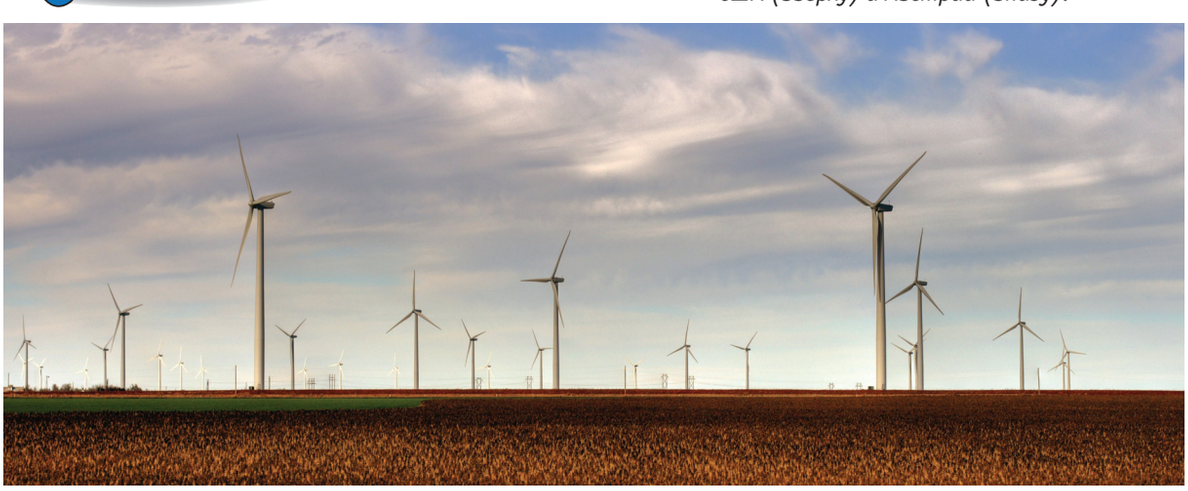
Самый крупный оффшорный ветропарк, получивший название Тритон Кнолл, строится в 33 км от побережья Великобритании. Электростанция общей мощностью 1,2 ГВт будет состоять из 288 ветровых турбин. После того, как станция будет построена, она потеснит в списке самых мощных ветропарков объект Лондон Эррей, открытый в 2013 году тоже в Великобритании. Он включает 175 турбин и обладает мощностью 630 МВт. На сегодняшний день это самая крупная ветровая электростанция в мире.

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.

На сегодняшний день за счёт энергии ветра производится около 2,3 % всей потребляемой в мире электроэнергии. Однако ветроэнергетика очень быстро развивается, постоянно появляются новые, более совершенные технологии, которые позволяют использовать энергию ветра более эффективно. Эксперты Международного энергетического агентства прогнозируют, что к 2035 году ветровая и солнечная энергетика в совокупности могут производить до 18 % всего необходимого электричества в мире.

Уже сегодня в некоторых странах Европы ветроэнергетика играет большую роль. Например, в Дании с помощью ветряков производится более 40% всего электричества.

Рис. 3.1.7. *Ветропарки в штате Канзас, США (вверху) и Австрии (внизу).*



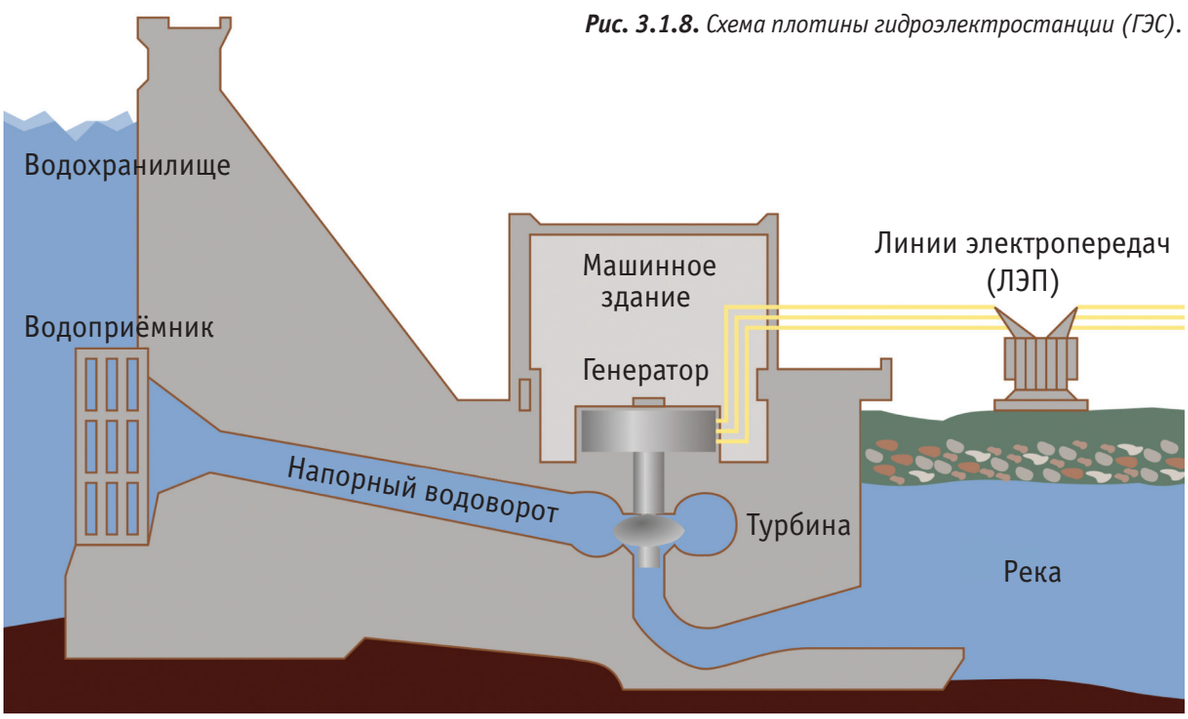
Вода

Энергию движущейся воды можно использовать разными способами.

Наиболее распространена гидроэнергетика, работающая по тому же принципу, как и старинные водяные мельницы: речной поток вращает вертушку, и энергия этого вращения 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. 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.

Рис. 3.1.8. *Схема плотины гидроэлектростанции (ГЭС).*



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 170 тыс. человек. Можно вспомнить и гораздо более близкую нам по времени аварию на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году. В результате той аварии погибло 75 человек, а в Енисей попало большое количество турбинного масла.

Рис. 3.1.9. *Мини-ГЭС на р. Кокра, Словения.*

Существуют и бесплотинные гидроэлектрогенераторы, их называют мини-ГЭС и микро-ГЭС, они устанавливаются на небольших речушках и даже ручьях и собирают энергию течения в аккумулятор. Мощность их невелика, они годятся для обеспечения энергией небольших хозяйств или, например, кордонов заповедников на берегу реки (Рис. 3.1.9).

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, Камерун, Бразилия.

Активно развивает гидроэнергетику Китай. В этой стране размещено до половины малых гидроэлектростанций мира, а также крупнейшая ГЭС за 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.

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 подпрыгивающего на волнах поплавка, оказывается, тоже можно преобразовывать! Бушующая стихия, которая в давние времена могла только угрожать морякам, сегодня может стать другом человека. Мощность волнения 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.

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 волновая электростанция была официально открыта в 2008 году в районе Агусадора (Португалия) на расстоянии 5 км от берега. Мощность данной электростанции 2,25 МВт.

В 2013 году российская компания презентовала на международной выставке первую российскую разработку волновой электростанции, предназначенной для серийного производства.

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.

Самая крупная в мире приливная электростанция расположена во Франции в устье реки Ранс. Она была построена в 1967 году и стала первой приливной электростанцией на Земле. Разница приливов и отливов в этом месте достигает в среднем 8 м, максимальное значение – 12 м. 24 генератора диаметром 5,35 м и массой 470 т каждый вырабатывают 240 МВт энергии.

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, чаще всего химический состав этих вод не позволяет сбрасывать их в реки и озёра, а кроме того, в результате использования 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

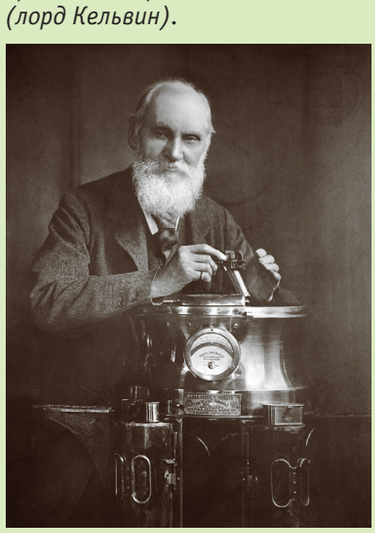
Существует прибор, который способен превращать слабое тепло в сильное. «Брат» этого прибора стоит почти в каждой квартире – это холодильник.

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.

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 приспособился 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 садовой 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!

Использовать как топливо можно не только деревья, но и те части растений, которые обычно считаются сором, например, при выращивании хлопка для одежды, зерна или плодов для пропитания можно собирать и перерабатывать шелуху, косточки, солому.

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, брикеты, топливные гранулы, щепа, солома, лузга) и газообразное (биогаз).*

Растения при жизни поглощают примерно то же количество углекислого газа, которое при сжигании выделяется. 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 распростран`нный способ производства энергии из биомассы – это её сжигание. Но костёр 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.

Растительное волокно можно не только сжигать, но и производить из него универсальное топливо, которое легче транспортировать и использовать в традиционных приборах и устройствах. Из растений, содержащих масло, можно производить различное жидкое дизельное топливо (или биодизель).

Из сахаро- и крахмалсодержащих продуктов можно получать спирт, он тоже используется как топливо (биоэтанол).

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. 3.1.13. *Завод по производству биоэтанола в Бразилии.*

Рис. 3.1.14. *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 °C, 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 технологии 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 в крутящиеся 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 по течению реки.

Тепло Земли и низкопотенциальное тепло

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 (силы ветра, наличия рек, количества солнечных дней), нет каких-то универсальных расчётов их использования, которые можно разработать раз и навсегда. В каждом отдельном случае станция будет иметь какие-то свои особенности. Другими словами, чтобы использовать энергию возобновляемых источников, нужно приложить больше усилий (и денег) в момент их разработки и постройки. Однако благодаря новым технологиям эффективность производства энергии из возобновляемых источников постепенно повышается, а стоимость производства – снижается.

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

Одним из факторов устойчивого социально-экономического развития и снижения уровня бедности в Таджикистане также является развитие и эффективное использование энергоресурсов.

Гидроэнергетика

Таджикистан является мировым лидером по гидроэнергетическому потенциалу на единицу территории (3,6 млн кВт·ч на 1 км^2 в год), и почти все потребности страны на электроэнергию удовлетворяются за счет ГЭС.

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 CO_2 в 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.

В стране имеются месторождения нефти (свыше 100 млн тонн), газа (свыше 80 млрд м^3) и угля (4 млрд тонн, в том числе 320 млн тонн промышленных запасов), но объёмы их добычи и переработки остаются незначительными. Поэтому Таджикистан вынужден импортировать большую часть нефтепродуктов. Внутренняя добыча газа составляет 7–8 млн м^3, что до 30 раз меньше объёмов импорта.

Для улучшения энергетической безопасности и снижения уровня зависимости общин от импорта энергоносителей и электроэнергии было построено свыше 300 малых и микро гидроэлектростанций мощностью от 5 до 2500 кВт. В некоторых районах формируется рынок сбыта энергии из возобновляемых источников, в частности по выработке электроэнергии частным сектором. С учётом реализации Программы строительства малых и микро ГЭС, ожидается что к 2020 году их общая мощность составит до 90 МВт с объёмом годовой выработки электроэнергии 40 млн. кВт·ч. Недостаточное развитие малой гидроэнергетики обусловлено несовершенством законодательства и правовых норм, сложностью процессов получения разрешительных документов и рядом технических и кадровых проблем.

Рис. 3.1.15. *Микро ГЭС в Таджикистане.*

Академией наук проводятся регулярные исследования по оценке потенциала возобновляемых источников энергии в различных районах республики и разрабатываются новые модели технического оборудования по преобразованию и использованию альтернативных ресурсов в быту и на предприятиях.

На долю Нурекской ГЭС (Рис. 3.1.16 и Рис. 3.1.17) приходится 75 % от общего объёма производимой в стране электроэнергии, и среднегодовая выработка электроэнергии на ней составляет 11 млрд кВт·ч. Второй по мощности ГЭС является Сангтудинская ГЭС-1, которая вырабатывает 15 % общего объёма электроэнергии.

Несмотря на достаточные показатели по производству электроэнергии на душу населения, сельские жители Таджикистана плохо обеспечены электроэнергией. Дефицит электроэнергии в осенне-зимний период составляет 2,5 млрд кВт·ч, в связи с чем ежегодно в стране вводятся ограничения на потребление электроэнергии.

Строительство Рогунской ГЭС на р. Вахш мощностью 3600 МВт, начатое ещё в советское время, могло бы существенно улучшить ситуацию с энергетической и водной безопасностью не только Таджикистана, но и соседних стран. В 2010–2013 годах под патронажем Всемирного банка была проведена независимая международная социально-экологическая и техническая экспертиза вариантов проекта строительства и эксплуатации, а летом 2014 года выдано заключение и проведены региональные консультации. Предполагается, что к 2020 году ГЭС начнет давать электроэнергию от первых двух агрегатов, а завершение всех строительных и пусковых работ и постепенное заполнение водохранилища планируется к 2030 году.

Рис. 3.1.16. *Нурекская ГЭС.*

Рис. 3.1.17. *Нурекская ГЭС.*

Другие возобновляемые источники энергии

Перспективным представляется использование малых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, потенциальные возможности которых в Таджикистане велики (энергия солнца, ветра, малых рек, биомассы).

Ландшафтно-географические и климатические особенности территории республики обусловливают разнообразие возможных способов и районов применения малых возобновляемых источников энергии (Рис. 3.1.18.). Наиболее перспективными районами являются:

- Зоны децентрализованного энергоснабжения с низкой плотностью населения;
- Зоны централизованного энергоснабжения с большим дефицитом мощности и значительными потерями энергии в сельскохозяйственном производстве;
- Зоны массового отдыха населения с потребностями в энергоресурсах;
- Зоны с проблемами энергообеспечения индивидуального жилья, сельскохозяйственных объектов и др.

Рис. 3.1.18. *Потенциал использования возобновляемых источников энергии в Таджикистане.*

Энергия солнца

Для Таджикистана использование солнечной энергии имеет большие перспективы. В республике 280–330 дней в году солнечные. Общая продолжительность солнечного сияния колеблется от 2100 до 3170 часов в год.

Указанный потенциал энергии солнца можно использовать как для производства электрической энергии с помощью фотоэлементов, так и для получения тепловой энергии с помощью солнечных коллекторов, и эффективного применения потенциала солнечной радиации в архитектурной композиции зданий (пассивная солнечная планировка) для обогрева и других целей.

В условиях Таджикистана, как показывают расчеты, 1 м^2 солнечного (гелио) коллектора позволяет сэкономить около 150–200 кг угля или 100 кг нефтепродуктов. Таким образом, гелиоустановка площадью 10 м^2 может за год обеспечить энергию, которую дает сжигание 2 тонн угля. Пассивные солнечные дома представляют собой теплоизолированные архитектурные конструкции со специальной планировкой и ориентацией на солнце и позволяют сократить потребление энергии на 25 %.

Рис. 3.1.19. *Солнечные водонагреватели, установленные в Таджикистане благодаря проекту ПРООН.*

Технология преобразования солнечной радиации в электрическую энергию достаточно хорошо разработана в промышленно развитых странах и успешно внедряется там. В настоящее время исследования ведутся по повышению эффективности преобразования, которая составляет 15–20 %, и снижению стоимости фотоэлементов. Для внедрения этой технологии в Таджикистане имеется необходимая сырьевая, производственная и научная база. Также имеется собственный опыт в конструировании таких устройств. Однако требуется повышение квалификации специалистов, доступ к современным технологиям, развитие инфраструктуры и проведение научных исследований.

Технология преобразования солнечной энергии в тепловую (нагрев воды или воздуха) является более доступной. Изготовление таких устройств возможно из местных материалов (алюминий) с привлечением местных промышленных предприятий (Таджикский алюминиевый завод, машиностроительные заводы) и инфраструктуры (строительные фирмы).

Широкое применение могут иметь солнечные водонагревательные устройства для получения горячей воды и тепла (горячее водоснабжение в жилых домах, гостиницах, домах отдыха, душевые на летних дачах, в сельской местности, тепличные хозяйства). Перспективным представляется создание солнечных кухонь и сушилок для производства сухофруктов, табака, лекарственных растений.

Применение фотоэлектрических систем электроснабжения пока практикуется в Таджикистане на пилотной основе (Рис. 3.1.20). Системы солнечных панелей и солнечных водонагревателей были установлены за счет частных средств и доноров в некоторых городских и сельских больницах, школах и объектах связи и частных домах.

Рис. 3.1.20. *Солнечные батареи для электроснабжения.*

Энергия ветра

Потенциал энергии ветра в Таджикистане до настоящего времени остается практически неизученным. Это связано с недостаточной плотностью сети гидрометеорологических наблюдений и отсутствием целевых исследований. Не проводились измерения скорости ветра на уровне 30 метров над поверхностью, тогда как в этой зоне потенциал энергии ветра может быть на 10–20 % выше, чем на уровне 10 метров.

Большое влияние на скорость и направление ветра оказывают расположение пункта, окружающая среда и годовой ход атмосферной циркуляции. Наибольший потенциал для строительства ветровых электростанций – в предгорных и горных районах, на открытых горных перевалах.

По оценкам экспертов, ветроэнергетические установки могли бы конкурировать с другими источниками энергии в отдельных районах республики. Предположительно, в Таджикистане наиболее подходящими территориями для использования энергии ветра на основе ветряных электростанций являются: Файзабадский горный регион, Ферганская долина, Мургабская котловина, а также горные перевалы Хабуробад, Шахристан и Анзоб.

Технико-экономическая оценка стоимости ветроэнергетических установок даёт значение 1000–1500 долл. США за 1 кВт проектной мощности. Функционирование и экономическая эффективность ветряных турбин во многом определяется среднегодовой скоростью ветра, которая должна составлять не менее 3–4 м/сек, а оптимально, она должна быть 5–7 м/сек.

Энергия биомассы

В сельскохозяйственных районах республики можно использовать биотопливо (древесина, кизяк, навоз, хворост) для получения тепловой и электрической энергии. По оценкам экспертов, применение биотоплива имеет первостепенное значение в домашнем хозяйстве для ¾ населения республики. Использование биоэнергетических установок является актуальным на крупных животноводческих фермах и птицефабриках, где помимо производства энергии существует потребность в утилизации отходов.

Возможно получение энергии при сжигании биогаза, образующегося путём анаэробного брожения отходов животноводства в условиях сырости, тепла и отсутствия кислорода.

В таких условиях бактерии вырабатывают биогаз (смесь метана и углекислого газа). Процесс осуществляется в специальных устройствах – биогазогенераторах. Выход газа составляет 0,2–0,4 м^3 в сутки на 1 кг сухого вещества. Для обеспечения энергией домашних хозяйств объём биогазовой установки может составлять 3–5 м^3, для более крупных хозяйств или в более суровых климатических условиях – до 10 м^3. Стоимость такой установки варьируется от 300 до 500 долл. США в зависимости от используемого материала. По технологическим параметрам кирпич является лучшим материалом. Срок службы установки составляет 20 лет.

В Таджикистане уже функционируют биогазогенераторы малой мощности. Их производство технически возможно и целесообразно организовать в местных условиях, поскольку имеется необходимая производственная база, опытные разработки и кадры.

Таким образом, для улучшения уровня энергообеспечения населения на экологически устойчивой основе необходимо повысить эффективность использования энергоресурсов с особым вниманием на малые возобновляемые источники энергии, качественно улучшить структуру энергопотребления, минимизировать использование ископаемых видов топлива и древесной биомассы, вести пропаганду использования передовых энергетических технологий среди широких слоев населения.

Географическое расположение и климатические условия Таджикистана позволяют использовать устройства возобновляемой энергетики: малые и микро гидроэлектростанции, ветроэнергетические устройства, солнечные кухни и водонагреватели, установки для получения биогаза из отходов (навоза, растительной биомассы, бытовых отходов).

Рис. 3.1.21. *Биогазовая установка.*

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?

Задания

Задание 1.

Эксперимент

Цель: конструирование альтернативного освещения.

Материалы: прозрачная пластиковая бутылка с водой, небольшой столик, одеяла.

Ход эксперимента. Накройте столик одеялами так, чтобы получившийся «домик» не проникал свет. Возьмите бутылку с водой и целиком спрячьтесь в «домик». Просуньте бутылку в щель между одеялами. Вы получили лампочку, освещающую ваш затемнённый «домик». Так же может светиться прозрачная пластиковая линейка, зажатая между ладонями.

Задание 2.

Разделитесь на группы по количеству способов добычи электроэнергии. Каждой группе нужно подготовить доклад в защиту своего способа добычи энергии и информацию о «минусах» всех других.

Затем подготовьте и проведите дебаты о пользе и вреде различных электростанций, в том числе применительно к тому региону, где вы живёте.

3.2. | Энергоэффективность и энергосбережение

Первый способ позаботиться о планете – это перейти к использованию тех источников энергии, вред от получения которых будет минимален.

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 различных лампочек.*

традиционная лампа накаливания | люминесцентная (энергосберегающая) | светодиодная (LED)

Энергоэффективность *– соотношение между затрачиваемой (или имеющейся) энергией и полезным продуктом, получаемым при этих затратах.*

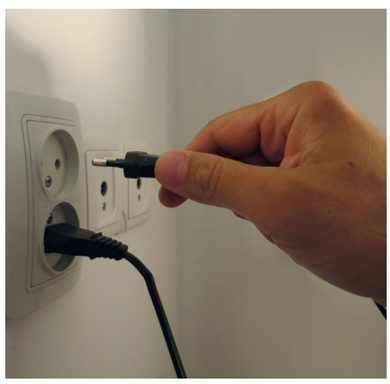
Энергосбережение *– меры, направленные на уменьшение объёма используемой энергии и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.*

Чтобы сберегать электроэнергию, нужно выключать свет, когда он не нужен, вовремя мыть окна, светильники и сами лампы, выбирать более экономичные лампы при их замене.

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 20 % электроэнергии, потребляемой зданиями. Энергосберегающие меры помогают сократить потребление электричества и расходы на оплату электроэнергии при этом без ущерба для освещённости помещений. По оценкам Международного энергетического агентства, к 2030 году можно сберечь столько электроэнергии от освещения зданий, сколько потребляет вся Африка в течение одного года.

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!

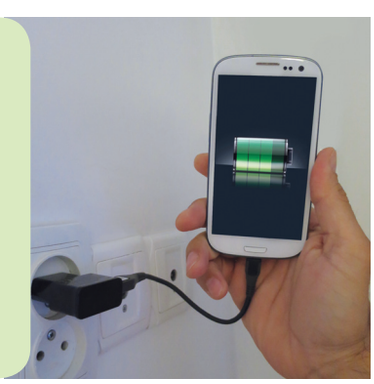


Когда вы выключаете телевизор (а зачастую и другие электронные приборы), вы оставляете его в режиме ожидания. Однако не все осознают, что в таком положении телевизор продолжает потреблять энергию, хотя и в незначительном количестве. Семейный счёт за свет немного увеличивается от этого. Это кажется несущественным, 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.

Подсчитано, что зарядка мобильного телефона (в год) ответственна за выделение 0,3 кг CO_2, а если зарядка мобильника включена в розетку постоянно, но при этом не используется, теряется 2,4 кг CO_2.

Выбросы CO_2, связанные с использованием мобильных телефонов

47 кг в год – при использовании 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
Поиск в Google – 0,2 г (в год выбросы от Google – 1,3 млн т)



IT-индустрия ответственна примерно за 2–2,5 % глобальных выбросов углекислого газа. Наибольшую роль играют персональные компьютеры и мониторы – 40 % от всех выбросов IT-индустрии.

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. Если рост IT-индустрии будет продолжаться с такой же скоростью, то к 2020 году загрязнения от суммарного воздействия работы вычислительных систем превысят авиационные выбросы. 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.

Большинство веб-сайтов и серверных приложений работают на конкретных компьютерах или серверах. «Облако» – это сеть компьютеров, обеспечивающих работу определённой системы, предоставляющая потребителю услуги в виде пользования программным обеспечением или хранения данных. 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 всё менее и менее оправданной. 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, нужно найти время на знакомство 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 изобретений. 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 страны – это экономия ресурсов, повышение производительности и конкурентоспособности промышленности. Для климата – это снижение выбросов парниковых газов в атмосферу.

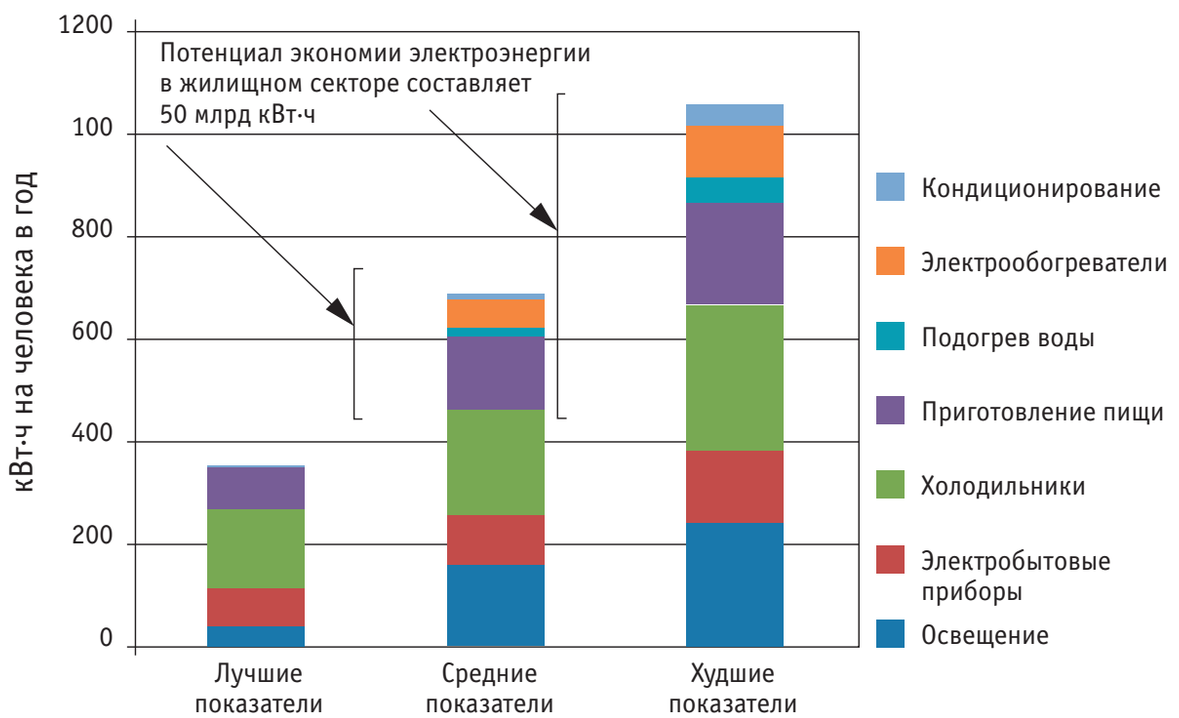
В среднем каждый житель России тратит примерно 2 кВт·ч в день. Экономный житель укладывается в 1 кВт·ч в день, а расточительному надо 3 кВт·ч в день.

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.*



ТЭС, работающая на каменном угле.

ТЭС, работающая на природном газе.

АЭС.

3.2.1. | Экологичные виды транспорта

Помимо электростанций, постоянным потребителем углеводородного топлива стал 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 13,5 % мировых выбросов парниковых газов, в том числе 10 % – на автомобили.

Подавляющее большинство легковых автомобилей использует в качестве топлива бензин. Современный автомобиль для сгорания 1 л бензина расходует около 200 л кислорода. Это больше объёма кислорода, вдыхаемого человеком на протяжении суток. В среднем при пробеге 15 тыс. км за один год автомобиль сжигает 1,5–2 т топлива и 20–30 т кислорода.

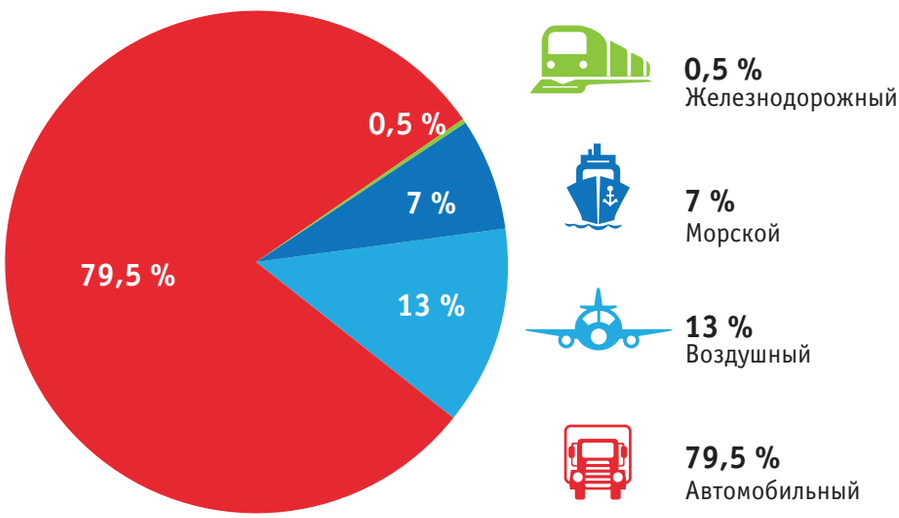
В процессе работы двигателя внутреннего сгорания в атмосферу выбрасываются выхлопные газы, в состав которых входят азот, пары воды, углекислый газ (составляющий от 1 до 12 % выбросов по объёму), а также токсичные соединения и даже канцерогенные (сажа и бензапирен).

Выбросы CO_2 от 1 т бензина – от добычи до сжигания – составляют 3769 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. Автомобили ответственны за почти 80 % выбросов парниковых газов от транспорта (Рис. 3.2.3).

Рис. 3.2.3. *Доля выбросов парниковых газов различными видами транспорта.*

Доля выбросов парниковых газов различными видами транспорта



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 популярной остаётся программа Skype, позволяющая 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 французском поезде AGV каждый вагон оборудован своим собственным двигателем. Такая конструкция повышает энергоэффективность двигателя на 20 %.

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 удлиннённой формой «носа» головного вагона более аэродинамичные и гораздо более энергоэффективные (Рис. 3.2.4).

Рис. 3.2.4. *Энергоэффективный скоростной поезд «Синкансэн» в Японии.*

Многие зарубежные железнодорожные агентства активно информируют своих пассажиров о большей экологичности именно железнодорожного транспорта (Рис. 3.2.5).

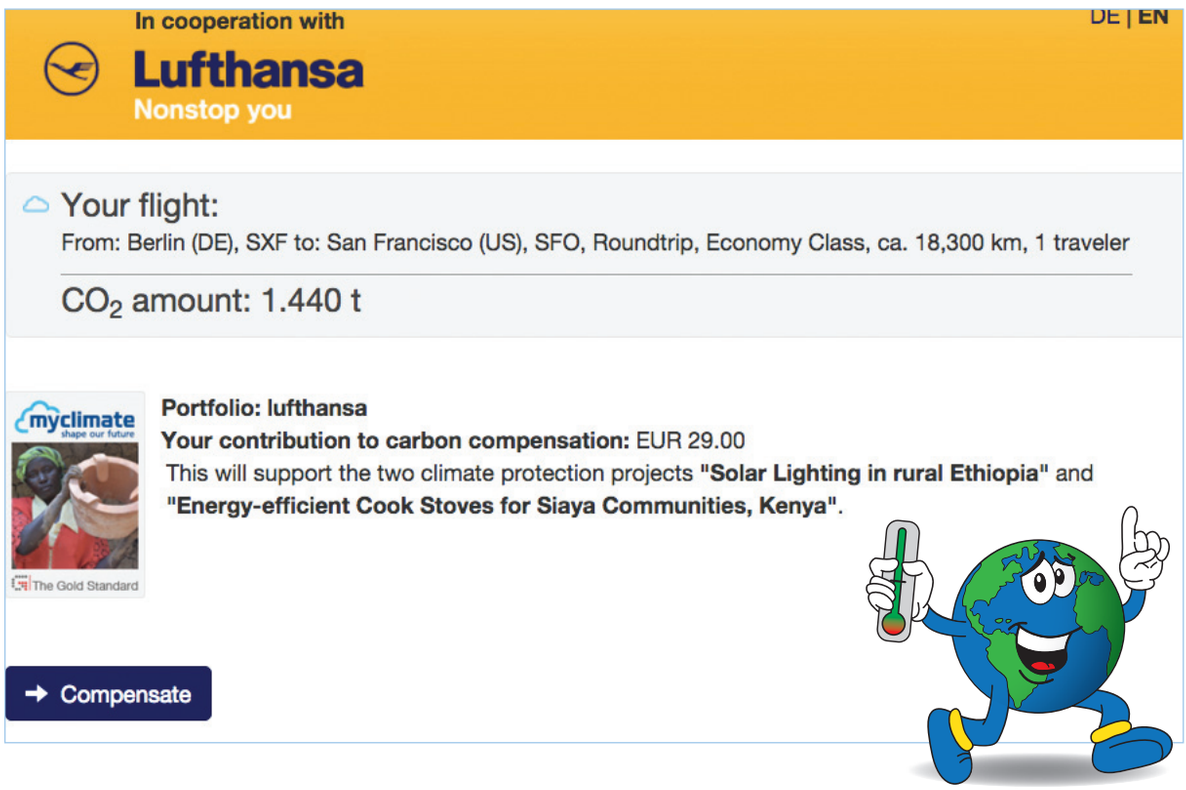
Рис. 3.2.5. *Пример информирования пассажиров поездов о меньшем вкладе железнодорожного транспорта в изменение климата по сравнению с другими средствами передвижения (обратная сторона билета в Италии).*

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 1440 т CO_2 на 1 пассажира. Размер компенсации для полёта в оба конца в экономическом классе составит 29 евро. Внесённые пассажирами средства пойдут на природоохранные проекты, связанные с изменениями климата (Рис. 3.2.6).

Рис. 3.2.6. *Расчёт выбросов CO_2 и размера компенсации от полёта Берлин – Сан-Франциско – Берлин в экономическом классе самолётом компании «Люфтганза».*



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 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. 3.2.7. *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 %.*

Современный электромобиль.

Над созданием экологичных автомобилей сегодня работают все крупные автопроизводители – от «Тойоты» и «Ауди» до «Феррари» и «Роллс-Ройса» – 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.

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.

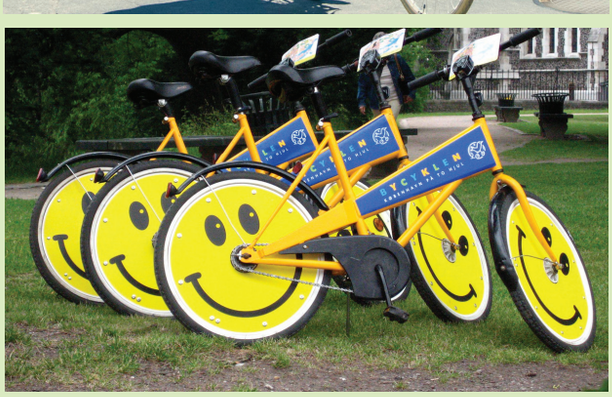
В 1970-е годы в Лос-Анжелесе впервые появились отдельные полосы движения для карпула, сейчас их много как в Северной Америке, так и в Европе (они обозначаются специальными знаками, а также белым ромбом, нанесенным на поверхность дорожного полотна). В наши дни карпул способствует сокращению числа автомобилей 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. 3.2.8. *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.



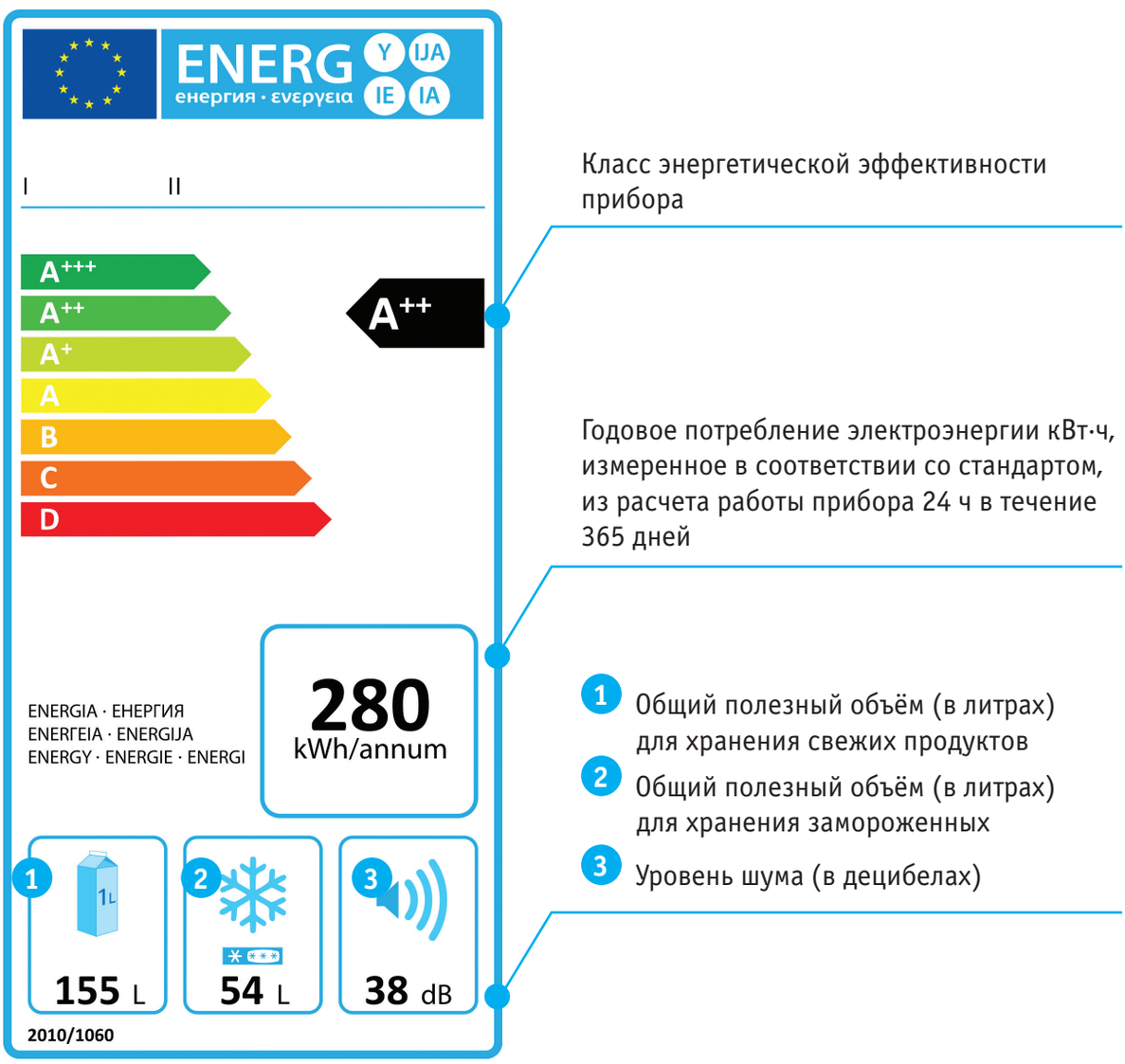
3.2.2. | Бытовая техника и электроприборы

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. 3.2.9).

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. 3.2.9. *Символьная этикетка энергоэффективности нового образца для холодильных камер, продаваемых на территории стран Европейского союза.*



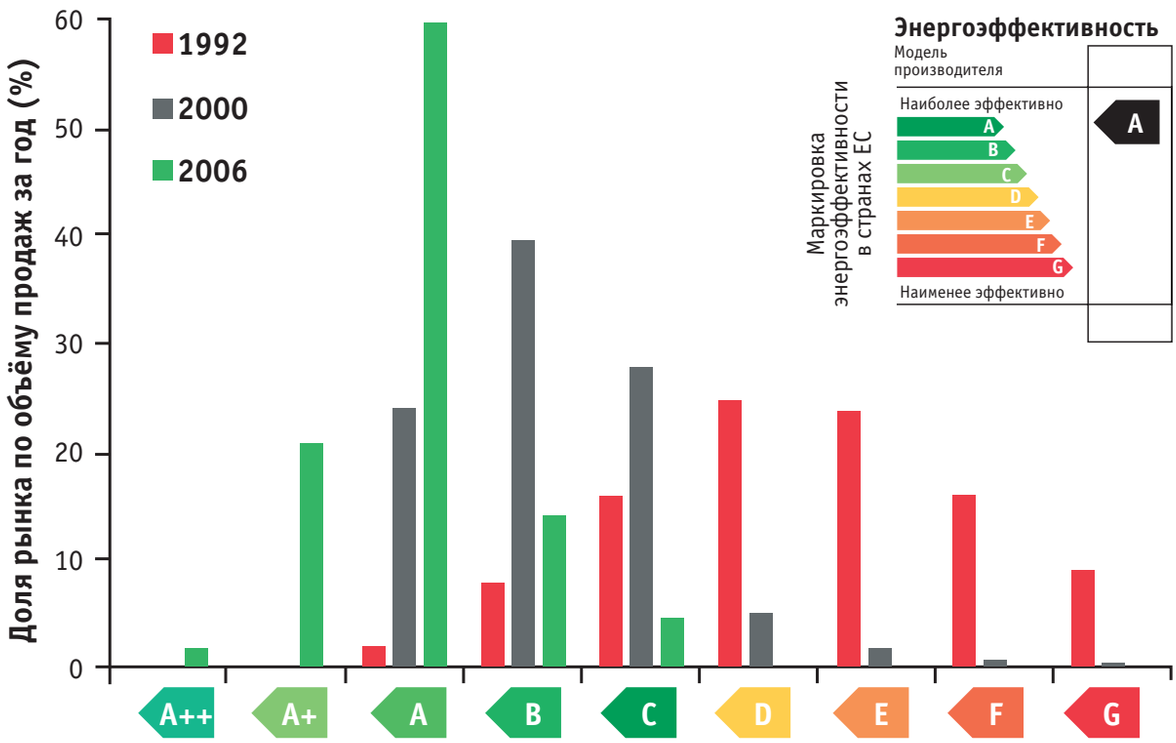
Знак энергоэффективности «Energy Star» был разработан Агентством по охране окружающей среды США (EPA) в 1992 году. Стандарт, при выполнении условий которого давалось право на использование маркировки, был предназначен для компьютерных мониторов с низким энергопотреблением. Сейчас 98 % компьютеров имеют 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. 3.2.10. *Знак энергоэффективности «Energy Star», разработанный в США.*

В 2002 году с помощью программы «Energy Star» американцы сократили выбросы парниковых газов на 53,5 млн т CO_2, эквивалентных годовым выбросам 14 млн автомобилей, и избежали использования энергии в размере 5,3 МВт. Это позволило в целом сэкономить 7 млрд долл. В 2012 году сокращение выбросов парниковых газов было уже равно 254,7 млн т.

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. 3.2.11).

Рис. 3.2.11. *Влияние энергоэффективной маркировки и минимальных стандартов энергоэффективности на рынок холодильников и морозильников в странах ЕС.*



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.

Политика и меры по энергосбережению в Таджикистане

Большая электроёмкость экономики Таджикистана также связана с резким увеличением потерь электроэнергии в результате перегруженности, аварийности, отсутствия надлежащего ремонта и плохой эксплуатации электрических сетей от высоковольтных до распределительных. Такого рода технологические потери в энергосистеме составляют свыше 15 %. Большая неэффективность энергопотребления образуется вследствие применения энергоемких систем обогрева, вентиляции и освещения, слабой теплоизоляции зданий.

Проблема энергоэффективности и энергосбережения в Таджикистане значительно обострилась в последнее десятилетие. Существует настоятельная необходимость в повышении энергоэффективности во всех сферах производства и потребления энергии: промышленное производство, сельское хозяйство, бытовой сектор.

В целях эффективного использования электрической энергии, Правительством Таджикистана было принято решение о запрете применения традиционных ламп накаливания и переход на энергосберегающие лампы (Рис. 3.2.12). Были построены предприятия по производству энергосберегающих ламп и созданы пункты по их утилизации. Учитывая растущий спрос на электроэнергию в быту был разработан стандарт об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения.

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, которую сейчас можно увидеть чаще в сказочных фильмах, была очень хорошим примером энергоэффективности. Толстые стенки хорошо хранили тепло, дымоход с перемычками позволял взять у дыма всё его тепло.

Рис. 3.2.13. *Виики – квартал зданий с низкими энергозатратами в Хельсинки (Финляндия). В фасад здания встроены панели, аккумулирующие солнечную энергию.*

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, однако эти наценки окупаются уже за 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 даже сам её вырабатывает – а при каких-то условиях может даже отдавать её в центральную электрическую сеть! Встречается также выражение «умный дом» – это значит, что в нём происходит автоматический анализ энергопотребления и автоматическое управление какими-то приборами.

Пассивный дом

Одна из главных идей пассивного дома в северных странах – уменьшение теплопотерь здания. В идеале отопление пассивного дома происходит благодаря теплу, выделяемому живущими в нём людьми и бытовыми приборами. При необходимости дополнительного обогрева желательно использовать альтернативные источники энергии. При строительстве такого дома нередко используются кирпичи, и готовленные 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» – деталей и перемычек, вроде бы маленьких, которые порой становятся причиной охлаждения зданий, в целом прекрасно утеплённых. 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 разработана в 1998 году. Критерии охватывают 6 разделов: устойчивое развитие территории, эффективность потребления воды, энергии, охрана атмосферного воздуха, материалы и ресурсы, качество внутренней среды, инновации. Здания могут претендовать на четыре уровня сертификации: обычный, серебряный, золотой и платиновый, в зависимости от количества набранных баллов.

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.

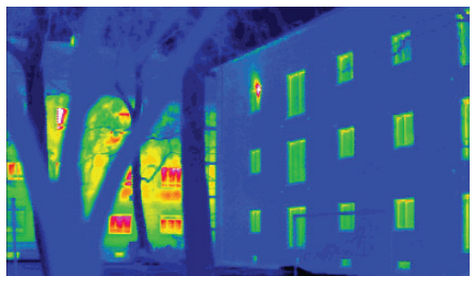
Первое здание на Ближнем Востоке с платиновым сертификатом LEED

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.

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.

Рис. 3.2.14. *Фотография в инфракрасных лучах показывает, насколько эффективнее теплоизоляция пассивного дома (справа) по сравнению с обычным домом (слева).*



Продумана система обогрева, кондиционирования и вентиляции, расходующая ресурсы более эффективно, чем в обычных домах. К примеру, создаются такие конструкции, в которых выходящий из дома воздух и поступающий с улицы идут мимо друг друга в специальном теплообменнике, где нагретый воздух квартиры отдаёт своё тепло холодному зимнему воздуху. А летом жаркий воздух с улицы, проходя в дом под землёй, успевает немного остыть от соприкосновения с прохладной землей. Точно так же забирается энергия и у 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 всё-таки требует заботы, и если он запылился, или при строительстве использовались ненатуральные материалы, или что-то было сделано некачественно – воздух может стать недостаточно свежим. 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 самые экономные лампы – светодиодные, а где-то даже умудряются освещать дом, просто собирая солнечный свет! Существует и множество различных мелочей, которые в сумме могут давать ощутимую экономию. Строительство пассивных домов постепенно обретает всё больший размах – так, к 2006 году по всему миру (большей частью в Европе) было уже более 6 тыс. пассивных домов, офисных зданий, магазинов, школ, детских садов. Директива, принятая странами Евросоюза в декабре 2009 года, и вовсе требует, чтобы к 2020 году все новые здания были близки к энергетической нейтральности.

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 энергосберегающие и экологичные технологии, такие как:

- *автоматический контроль освещения со встроенным датчиком 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 (США) потребление энергии снижено на 60 %, воды – на 90 %.

Во дворе школы искусственное болотце-пруд, устроенное так, что вода из кухни и умывальников частично в нём очищается и затем 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 устройства, регулирующие поток солнечных лучей: они направляются в первую очередь в тёмные комнаты, где нужен дополнительный свет. 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 расположение окон относительно 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.

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.

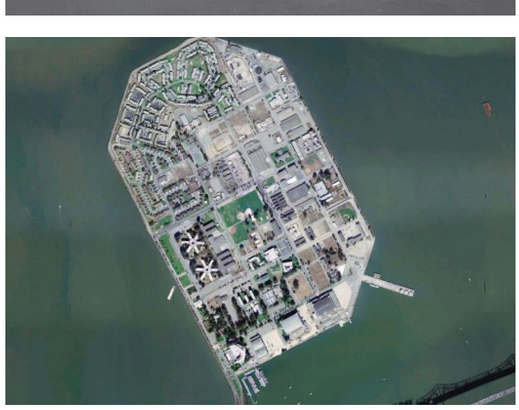
Масдар-Сити (Объединённые Арабские Эмираты)

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.

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. Военно-морские силы США построили на острове военную базу, которая была расформирована в 1996 году.

Сейчас на Трежер-Айленд проходят проверку идеи экологичного строительства. Предполагается, что жить на острове будут 13,5 тыс. человек. Производство электричества на острове будет происходить при помощи солнечных батарей, которыми планируется к 2020 году покрыть 70 % крыш зданий (это даст до 30 ГВт·ч электричества каждый год). Ещё один источник электрической энергии – ветряные электростанции. 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. По плану проект должен быть завершён к 2020 году. Реализацию проекта поддерживает принц Чарльз. 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 спланирован так, чтобы передвигаться пешком и на велосипедах было удобно и быстро, чтобы без особого ущерба для удобства жителей можно было даже запретить автомобильный транспорт в некоторых его частях. Пространство на крышах домов тоже будет использоваться: там установят электрические батареи и будут выращивать различные растения.

Зира (Азербайджан)

На незаселенном острове недалеко от Баку должен появиться новый экогород. Проект будет иметь нулевой углеродный баланс, то есть остров будет энергетически независим от внешних ресурсов и будет производить столько энергии, сколько ему будет нужно. Здания на острове будут нагреваться и охлаждаться с помощью солнечных батарей и морской воды. Сточные и использованные воды будут перерабатываться и использоваться для орошения. На острове планируют построить 7 жилых комплексов в виде семи пиков Азербайджана, а также 300 частных домов. Солнечные и фотоэлектрические панели интегрированы в архитектурные проекты.

Международный бизнес-центр «СМАРТ Сити Казань» (Россия)

Интересным примером в самое ближайшее время может стать строительство международного бизнес центра «СМАРТ Сити Казань». По проекту 17 % территории будут занимать зелёные зоны, для снижения выбросов будут применяться стандарты экологического строительства, при строительстве и переработке отходов будет налажена система использования электрического транспорта.

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

Задание 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.

Задание 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.

Задание 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

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.

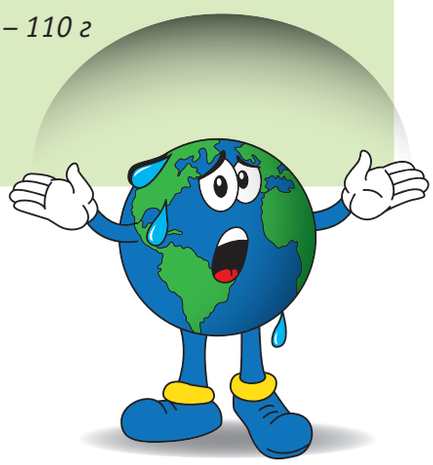
Углекислый газ составляет около 75 % всех выбросов парниковых газов, связанных с деятельностью человека. Поймите: нет ничего «бесплатного» для климата!

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*
- *в среднем 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 (Рис. 3.3.1). Такая маркировка влияет на выбор потребителей в пользу именно этого товара или услуги.

Рис. 3.3.1. *Примеры углеродно-нейтральных маркировок.*

Вопросы

1. Что такое углеродный след?

2. В каких единицах считается углеродный след?

3. Чей углеродный след больше: у клубники, выращенной в собственном огороде, или у клубники, которую привезли из-за рубежа и красиво упаковали? Почему?

Задания

Задание 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, ведь 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 стараетесь тяжело, но у вас есть силы, чтобы далеко пойти.

3.4. | 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.

Самый простой способ – теплоизоляция. 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 наружного стенового ограждения. Но и качество установки окон ответственно за потери тепла даже в новых отремонтированных зданиях.

Рис. 3.4.1. *Пятиэтажный дом 1960-х годов постройки «светится» от теплопотерь межпанельных стыков. Радикальным решением (если речь не идёт о сносе или реконструкции) может быть только качественный ремонт фасада с применением современных штукатурных систем.*

Рис. 3.4.2. *Продуваемый угол кирпичного дома в Санкт-Петербурге. Заметны теплопотери в месте примыкания остекления балконов и стены, а также по швам перекрытий.*

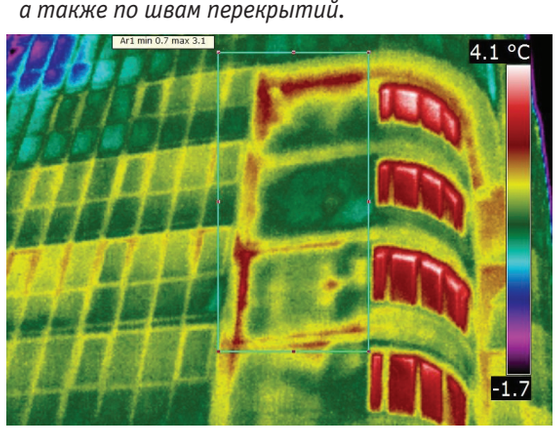
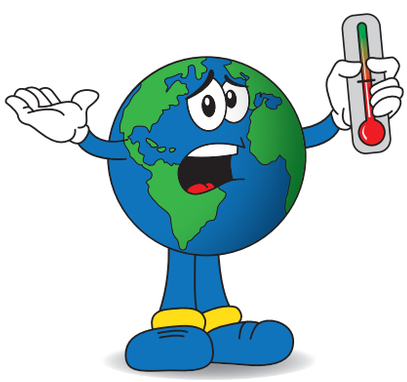
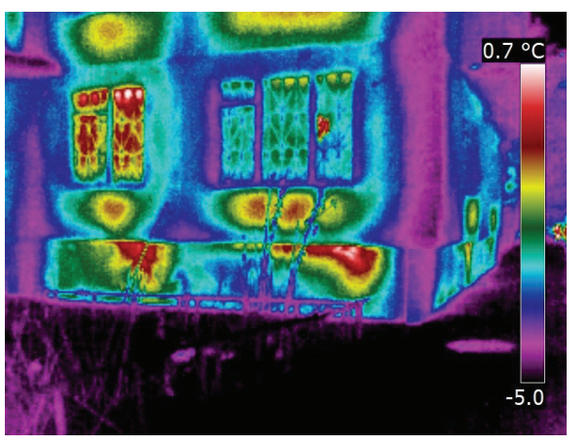


Рис. 3.4.3. *Красные пятна на рисунке – расположенные под окнами дома радиаторы. Под окнами первого этажа видны зоны утечек тепла (прогрев радиаторами отопления).*





Утепление квартиры или дома

• 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 сквозные отверстия. 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

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, 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

• 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

• 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 кнопка ускорения стирки – 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 неблагоприятные 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 которых 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!

Таблица 3.4.1. *Сравнение бумаги, полученной из 100 % первичной целлюлозы и бумаги, на 100 % 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

Если мы сохраним 1 т бумаги, то мы также сохраним 13 т нефти, 4100 кВт·ч электроэнергии и 32 т 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 %
Цинк – 60–70 %
Бумага – 64 %
Медь – 70–85 %
Магний – 95 %
Пластик – 80–88 %
Свинец – 60–80 %
Сталь – 70 %
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. 3.4.4. *Изменение климата: советы о том, как сократить свой углеродный след.*

Тенденции выбросов парниковых газов в Таджикистане и вклад страны в глобальные выбросы

По результатам оценки, общие выбросы парниковых газов в Таджикистане составляли в 1990 году 25,5 млн т в CO_2-эквиваленте, а с учетом их поглощения растениями – 23,6 млн т. Из-за спада промышленного и сельскохозяйственного производства в 1990-е годы, выбросы парниковых газов в республике снизились к 2000 году до 7,4 млн т, а с учетом поглощений – до 5,5 млн т. Наибольшее сокращение выбросов парниковых газов с 1990 года произошло в энергетическом секторе. В сельском хозяйстве выбросы парниковых газов, наоборот, увеличились с 1990 по 2010 годы (Рис. 3.4.5).

Начиная с 2000 года, наблюдается довольно стабильный рост выбросов парниковых газов (кроме энергетической отрасли из-за нестабильных поставок энергоресурсов), что связано с завершением структурных изменений в экономике страны после распада СССР и стабильностью развития. Но даже в 2010 году общие выбросы составили лишь 40 % от уровня 1990 года.

Рис. 3.4.5. *Выбросы парниковых газов в Таджикистане с 1990 по 2010 годы.*

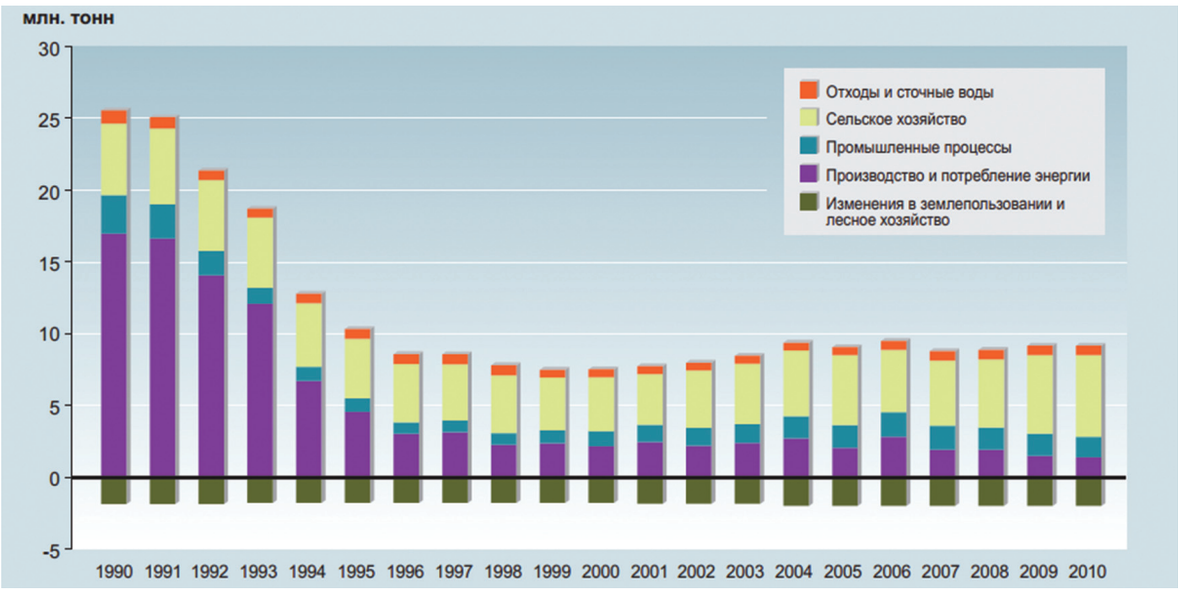
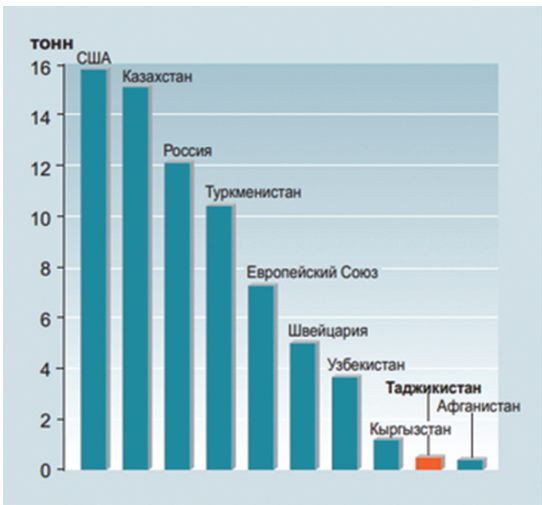


Рис. 3.4.6. *Выбросы CO_2 на человека в разных странах мира и Таджикистане.*



Согласно показателям мирового развития Всемирного банка (Рис. 3.4.6), в 2010 году из более чем 200 стран мира Таджикистан по удельным выбросам CO_2 на человека (в расчет приняты только энергетические выбросы) находился на 160-м месте – 0,4 т CO_2 на человека – и наиболее близок к соседнему Кыргызстану (1,2 т CO_2/чел.), притом, что среднемировая величина превышает 4 т CO_2/чел. То есть выбросы парниковых газов на человека в Таджикистане в 10 раз меньше среднемировой величины.

В масштабе общемировых выбросов CO_2 в 2010 году Таджикистан находился на 135-м

месте с наименьшим объёмом выбросов среди стран СНГ. Энергетические выбросы CO_2 в Таджикистане составляют менее 1 % общих выбросов Центрально-Азиатского региона, что объясняется высокой долей «низкоуглеродной» гидроэнергетики, малыми удельными показателями транспорта и использованием газового топлива, а также реструктуризацией промышленности.

Политика и меры по снижению выбросов парниковых газов в Таджикистане

Таджикистан идет в ногу с мировым сообществом по пути экологизации экономики (развития «зелёной» экономики), т.е. поощрения рационального природопользования, низкоуглеродного развития и инвестиций в ресурсосберегающие, энергетически эффективные технологии и возобновляемые источники энергии. Этому способствуют экологические программы и реформы в законодательстве, органах управления и реализация мер по изменению климата, а также в связанных направлениях, в том числе в энергетике, транспорте, сельском и лесном хозяйстве.

Главным инструментом сокращения выбросов парниковых газов Таджикистан видит развитие потенциала возобновляемых источников энергии, в первую очередь гидроэнергетики, меры по увеличению объёмов посадок лесных насаждений, по охране и восстановлению леса, водных ресурсов и почв. Учитывая слабые бюджетные возможности и высокий уровень бедности, Таджикистан рассчитывает на поддержку мирового сообщества в решении этих вопросов.

В стране принят ряд законов, отраслевых и экологических нормативных актов, программ и планов действий, которые прямо или косвенно касаются проблемы изменения климата. Среди них следует отметить:

- Национальный План Действий по смягчению последствий изменения климата (2003 год). Документ предусматривает 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 ориентированы на все ключевые сектора, включая энергетику, транспорт, промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство и управление отходами. Выполнение Национального Плана Действий оказалось вполне результативным благодаря поддержке доноров, усилиям общественности, а также частной и государственной инициативе.

- Государственная экологическая программа и Государственная программа экологического образования на период до 2020 года направлена на повышение осведомлённости населения и лиц, принимающих решения, об экологических проблемах и приоритетных мерах по их решению. Аспекты изменения климата, воды и энергетики нашли отражение в обоих документах.

- Программа строительства малых электростанций до 2020 года, в рамках которой уже построено около 200 малых ГЭС за счет госбюджета, средств доноров и частных инвестиций.

Топливно-энергетический комплекс

В условиях Таджикистана обеспечить энергетическую независимость, сократить уязвимость гидроэнергетики к экстремальным явлениям и долгосрочным последствиям, снизить углеродный след и оптимизировать использование топливно-энергетических ресурсов возможно путём:

- наращивания потенциала гидроэнергетики и повышения коэффициента надёжности с учётом последствий изменения климата (увеличения максимальных паводков или снижения стока);
- строительства новых генерирующих мощностей и модернизации имеющегося оборудования для покрытия дефицита электроэнергии;
- строительства малых ГЭС и широкого освоения других возобновляемых источников энергии, особенно в высокогорных труднодоступных и сельских районах;
- обеспечения надежного электроснабжения сельской местности, в том числе для подачи воды;
- строительства новых линий электропередачи, как внутри страны с целью увеличения доступа к энергии населения, так и за пределами страны с целью экспорта гидроэлектроэнергии;
- модернизации энергетических мощностей и восстановления централизованного отопления;
- продления срока службы действующих водохранилищ и обустройства, реконструкции ГЭС и плотин с учётом влияния изменения климата на водные ресурсы и пика расхода воды в реках;
- снижения потребления энергетических ресурсов, повышения эффективности их использования и энергосбережения в энергетике, промышленности, строительном секторе, сельском хозяйстве и быту;
- поощрения и стимулов для использования (сжиженного) газового топлива в транспорте;
- усовершенствования системы контроля и учета тепловой и электрической энергии.

Планы развития топливно-энергетического комплекса страны до 2020 года предусматривают увеличение объема добычи и потребления ископаемых видов топлива. С одной стороны, это важно для энергетической безопасности. С другой стороны, это, несомненно, приведёт к некоторому увеличению выбросов парниковых газов. Для уравновешивания влияния энергетики на климатическую систему необходимо, чтобы развитие и использование возобновляемых источников энергии опережали рост потребления ископаемых видов топлива.

Для массового распространения и широкого использования возобновляемых источников энергии в Таджикистане рекомендуются следующие меры:

- создать центры по изучению и массовому распространению опыта использования технологий возобновляемой энергетики, с тем, чтобы они помогали внедрению и демонстрации, а также служили местами подготовки квалифицированных кадров, обучения населения, пропаганды экологически чистой энергетики;
- создать производственную базу и начать сборку и изготовление опытно-экспериментальных и коммерческих образцов устройств возобновляемой энергетики;

- обеспечить подготовку квалифицированных специалистов по возобновляемой энергетике;
- начать производство биотоплива, например на основе использования топинамбура;
- проводить пропаганду в средствах массовой информации, а также путём распространения брошюр, листовок, плакатов и семинаров о возобновляемых источниках энергии, доступных устройствах возобновляемой энергетики, их экономических и экологических выгодах.

Рис. 3.4.7. *Топинамбур.*

Важным шагом вперед было бы создание независимого регулирующего органа в отрасли энергетики и соответствующей нормативной и правовой базы.

Приоритетными проектами на период до 2030 года, от своевременной реализации которых зависит энергетическая безопасность страны и местных сообществ, являются: реабилитация генерирующих мощностей Нурекской и Кайраккумской ГЭС, завершение строительства Рогунской ГЭС и малых ГЭС, строительство новых мощностей ТЭЦ на более дружественных климату источниках энергии, расширение регионального обмена и торговли энергией.

Приоритетные меры в других отраслях

Повышение **энергоэффективности промышленности и транспорта, жилых и нежилых зданий** (улучшение тепловой изоляции домов), активное использование возобновляемой энергии, использование экономических инструментов (углеродные/энергетические налоги), внедрение и переход на «зелёные» технологии – всё это является приоритетным и актуальным для массового внедрения в Таджикистане.

Процесс перехода на более экономичные модели легковых **автомобилей** диктуется ценами на топливо. Кроме того, цены диктуют и более экономное использование личного транспорта. Если будут введены соответствующие налоговые и нормативные меры, то через 10–20 лет более половины легковых автомобилей в стране будут соответствовать современному уровню международных экологических норм. Также актуально развитие в городах общественного электротранспорта и автобусов на газе.

Рис. 3.4.8. *Энергопотребление сельского и городского населения.*

Основные направления действий по снижению негативного воздействия на изменение климата в **промышленности** – это привлечение инвестиций в новые технологии и практики, направленные на эффективное использование природных ресурсов, уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, производство экологически чистой продукции. Большое значение также имеет осуществление мероприятий по повышению энергоэффективности, внедрению энергосберегающих технологий снижению энергоёмкости про-

мышленной продукции, переход на использование современного энергосберегающего оборудования и энергоустановок.

В **коммунальном секторе**, по оценкам экспертов, массовое внедрение мер энергосбережения, энергоэффективности и альтернативных источников энергии позволило бы повысить эффективность использования энергии на 20–40 %. В сельских домохозяйствах использование электрической энергии составляет от 2 до 15 % всех энергопотребностей; использование дров – от 35 до 85 %; остальное приходится на кизяк, уголь и газообразное топливо. В городских домохозяйствах использование электрической энергии составляет 35 % (исключение г. Душанбе – свыше 90 %), дров – 30–35 %, угля и нефтепродуктов – 15 %. В среднем по стране ведущими видами энергоносителей для отопления во всех видах домохозяйств являются дрова (40 %), электроэнергия (25–30 %), сухой навоз (10–15 %) и уголь (менее 15 %).

Рис. 3.4.9. *Использование энергоэффективных домашних печей в сельских регионах Таджикистана.*

Приоритетным направлением действий в сфере **обращения с отходами** является внедрение новых технологий переработки отходов, обеспечивающих их вторичное использование в качестве материальных или энергетических ресурсов, а также создание безотходных производств. Для этого необходимо строительство предприятий по комплексной переработке твёрдых бытовых отходов в крупнейших городах страны – г. Душанбе и г. Худжанде, а также разработка и внедрение экономических инструментов, стимулирующих население к раздельному сбору отходов. Для улучшения санитарно-гигиенической и экологической обстановки требуется усовершенствовать условия захоронения твердых бытовых и городских отходов.

Вопросы

1. 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.

2. Что экономнее и при каких условиях – принять ванну или мыться под душем?

3. Можно ли считать установку водяных счётчиков энергосберегающей мерой и почему?

4. Тратим ли мы энергию, пользуясь водой в многоэтажном доме? Если да, то какую?

5. Какие меры по энергосбережению вы уже предпринимаете в своём доме?

6. Какие правила важно соблюдать при пользовании холодильником?

Задания

Задание 1. 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.

Задание 2. 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).

Задание 3. 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.

3.5. | Глобальное сотрудничество в области изменения климата и устойчивого развития

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. Позже было выпущено ещё четыре таких доклада МГЭИК, последний – в 2013 году. В этих докладах уточнялись оценки изменения климата на основе самых последних научных исследований, проведённых учёными со всего мира.

United Nations
Framework Convention on
Climate Change

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.

Поэтому в 1992 году на специальной международной конференции ООН страны договорились о необходимости сотрудничать по климатическим проблемам. Эти договоренности стран были объединены в общий международный документ под названием **Рамочная конвенция ООН об изменении климата**.

Следует отметить, что климатическая конвенция предусматривала действия по ограничению и сокращению выбросов парниковых газов 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.

Например, Европейский Союз обязался сократить свои выбросы на 8 %, Япония – на 6 %, Россия и Украина – не превысить уровень выбросов 1990 года. Итоги выполнения положений Киотского протокола будут официально подведены в конце 2014 года.

США, страна, на чью долю 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 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.

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.*
- *2015 год – принято Парижское соглашение с национально-определяемыми вкладами стран в глобальные усилия по сокращению выбросов парниковых газов после 2020 года.*
- *После 2020 года – вступление в силу Парижского соглашения.*

В декабре 2015 года страны встретились на климатической конференции ООН в Париже, чтобы разработать новое всеобъемлющее соглашение по климату на период **после 2020 года**. 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.

Для достижения этой цели страны представили и согласовали свои долгосрочные цели по снижению выбросов парниковых газов (так называемые «планируемые национально-определяемые вклады») до 2030 года. Также страны должны будут разработать долгосрочные стратегии низкоуглеродного развития, а также планы по адаптации к неизбежным климатическим изменениям.

Парижское соглашение должно вступить в силу с 2020 года. До этого странам предстоит разработать правила выполнения соглашения и ратифицировать его.

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 (Рис. 3.5.1).

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. 3.5.2).

Рис. 3.5.1. *Три компонента устойчивого развития.*

Рис. 3.5.2. *17 целей в области устойчивого развития (ЦУР)*

В частности, цель 13 направлена на принятие срочных мер по борьбе с изменением климата. Многие другие ЦРТ 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 18 % из более чем 7 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.

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.

Участие Республики Таджикистан в международных инициативах, соглашениях и программах по водным вопросам и изменению климата

Вода для устойчивого развития

Одно из тяжелейших последствий глобального изменения климата, как полагает большинство исследователей, станет острая нехватка пресной воды. Еще в 1984 году Международным геологическим конгрессом пресная вода была признана полезным ископаемым номер один, и прогнозировалось, что в будущем мир вступит в полосу глобального кризиса пресной воды с вытекающим из этого следствием – борьбой за нее более ожесточённой, чем за нефть и газ в настоящее время. Действительно, если углеводородное сырьё можно заменить альтернативными источниками энергии: гидроэнергетической, солнечной, ветровой, биологической, атомной, то без пресной воды жизнь на Земле невозможна.

Республика Таджикистан, являясь ведущим и активным инициатором решения водных вопросов на международном уровне, и далее остаётся сторонником эффективного использования водных ресурсов (Рис. 3.5.3). Известно, что Международное десятилетие действий «Вода для жизни» (2005–2015 годы), Международный год пресной воды (2003), Международный год сотрудничества в области водных ресурсов (2013), и наконец Международное десятилетие действий «Вода для устойчивого развития» (2018–2028 годы) являются важнейшим вкладом Республики Таджикистан на международной арене. Именно поэтому сегодня обсуждение и рассмотрение большинства вопросов, касающихся управления водными ресурсами, планирование международных усилий для решения проблем по обеспечению всеобщего доступа к чистой питьевой воде на всех уровнях проходит с привлечением и активным участием Республики Таджикистан.

Рис. 3.5.3. *Выступление Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона на «Водном Саммите» в Будапеште, 2016 год.*

В ходе VII Всемирного водного форума, прошедшего в апреле 2015 года в Южной Корее, Президентом Таджикистана Эмомали Рахмоном была впервые выдвинута инициатива о провозглашении нового Международного десятилетия действий «Вода для устойчивого развития». Подчеркнув в рамках своего выступления тот факт, что «…современные глобальные вызовы и угрозы, включая финансово-экономические кризисы, рост населения, изменение климата, учащение стихийных явлений, нехватка воды, возрастающий уровень бедности, рост инфекционных заболеваний, детской и материнской смертности, всё ещё требуют мобилизации наших усилий и принятия соответствующих мер в этой сфере», глава государства

предложил, чтобы на смену завершившемуся Десятилетию действий «Вода для жизни» был подготовлен новый глобальный проект, который будет содействовать координации и поощрению всех усилий для решения вопросов и проблем, связанных с водными ресурсами.

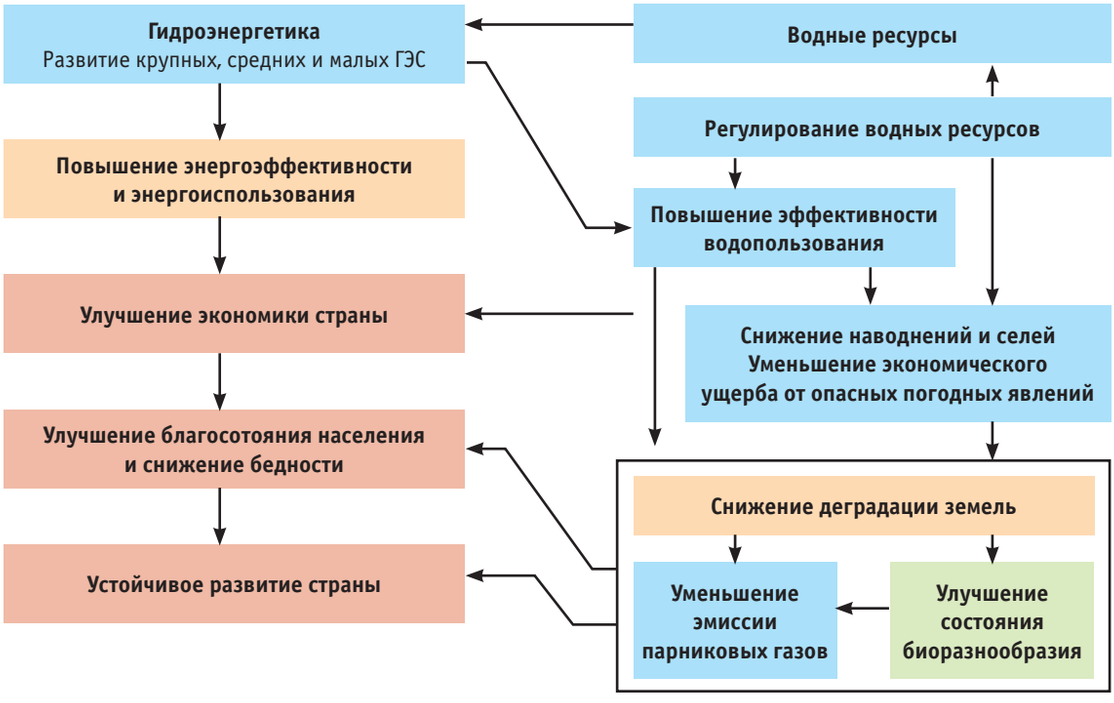
Президент страны, опираясь на достоверные данные, отметил, что «уже к 2030 году порядка 50 % населения мира столкнётся с проблемами нехватки воды, а к 2050 году эта проблема станет еще более острой». Президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон подчеркнул, что «...основное направление нашей дальнейшей деятельности должно быть направлено в сторону «зелёной экономики», и в этом плане водные ресурсы, в качестве источника возобновляемой энергии, должны занимать достойное место». С сожалением было констатировано, что «сегодня доля гидроэнергетики в мировой выработке электроэнергии составляет приблизительно 20 %, и это в то время, когда из экономически выгодных гидроэнергетических возможностей используется всего лишь 45 %».

Согласно имеющимся оценкам, к 2030 году водообеспеченность на душу населения региона достигнет критической величины – менее 1,7 тыс. м^3/год. Для сравнения в 1960-х годах этот показатель составлял около 6 тыс. м^3/год на человека. Другим актуальным вопросом для региона остается водоснабжение сельского хозяйства. Орошение более 8,5 млн га земель региона в условиях изменчивости гидрологического цикла, учащения маловодных лет и засух, всё больше становится проблематичным.

На этом фоне рациональное использование водных ресурсов, особенно путём внедрения современных водосберегающих технологий, модернизации ирригационных и мелиоративных систем, применение новых подходов для орошения, является критически важным. Данный подход способствует рациональному использованию природных ресурсов, значительному сокращению выбросов углекислого газа в атмосферу, а также содействует развитию «зелёной» экономики, ориентированной на эффективное использование возобновляемых источников электроэнергии и устойчивому развитию (Рис. 3.5.4).

В результате, 21 декабря 2016 года Генеральная ассамблея ООН единодушно одобрила резолюцию под названием «Международное десятилетие действий: «Вода для устойчивого

Рис. 3.5.4. *Вода для устойчивого развития в аспекте изменения климата.*



развития», 2018–2028 годы», спонсорами которой выступили 177 государств-членов ООН. В соответствии с данной резолюцией, период с 2018 по 2028 годы объявляется десятилетием действий «Вода для устойчивого развития», старт которому будет дан во Всемирный день водных ресурсов — 22 марта 2018 года.

Таджикистан является активным участником водной повестки дня ООН и приверженцем расширения водного партнерства, а также развития взаимосвязанного подхода к использованию водных ресурсов; инициатива «Вода для устойчивого развития» является четвёртым глобальным предложением страны по вопросам, связанным с водой.

Новое Международное десятилетие «Вода для устойчивого развития» принесёт мировому сообществу новые успехи в области сотрудничества по водным вопросам, а также внесёт достойную лепту в реализацию международной повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Изменение климата

Таджикистан, как сторона Конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН), принимает активное участие в международных и региональных процессах по вопросам изменения климата. Представители республики участвуют на ежегодных заседаниях органов РКИК ООН и заседаниях рабочих групп Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Существенное внимание со стороны мирового сообщества приобрёл вопрос воздействия изменения климата на состояние здоровья человека. С целью повышения осведомлённости среди лиц, определяющих политику, и экспертов по проблеме изменения климата, была проведена первая встреча Всемирной Организации Здравоохранения в г. Бонн, Германия в 2008 году. Представители Таджикистана внесли значительный научный вклад и ценные рекомендации в разработку доклада и в ходе работы данной конференции.

В 2010 году при координации Всемирного банка началась реализация пилотной Программы по адаптации к изменению климата (ПАИК) в Таджикистане, объём финансирования которой достиг почти 150 млн долл. США. В рамках этой программы осуществляется ряд проектов. Так проект по экологически-устойчивому землепользованию и улучшению уровня жизни сельских общин принёс пользу более чем 20 тыс. домохозяйствам (свыше 120 тыс. человек), включая выдачу малых грантов для локальных мер адаптации к изменению климата. Проект по продовольственной безопасности и импорту семян поддержал локальное производство продовольствия, помог снизить потери урожая и разнообразить производимую сельским хозяйством продукцию. Один из проектов помогает улучшить водоснабжение городов питьевой водой в условиях изменения климата.

Рис. 3.5.5. *Противолавинный туннель на дороге Душанбе-Худжанд.*

Азиатский Банк Развития (АБР) привлёк инвестиции в модернизацию и ремонт энергетической инфраструктуры, в том числе Нурекской ГЭС. Региональный проект CASA-1000 направлен на финансирование возобновляемых источников энергии и микрофинансирование мер по повышению эффективности использования энергии. АБР также помогает повысить эффективность производства

хлопка, улучшить транспортное сообщение в республике, модернизировать ирригационную инфраструктуру. Европейский Банк Реконструкции и Развития (ЕБРР) оказывает важную поддержку по реабилитации Кайракумской ГЭС в контексте укрепления устойчивости системы ГЭС к изменению климата.

ПРООН и Глобальный Экологический Фонд (ГЭФ) совместно с Министерством транспорта, Министерством энергетики и водных ресурсов и другими ведомствами реализуют проекты по сокращению выбросов парниковых газов, улучшению доступа к услугам и функционирования общественного транспорта, расширению применения возобновляемых источников энергии.

Инициативы высокого уровня как, например, предложение Президента Республики Таджикистан о создании Международного фонда сохранения ледников и первая в регионе Государственная программа по изучению и сохранению ледников, подчеркивают приоритетность проблемы таяния ледников в результате изменения климата.

В 2011 году Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) создала «Глобальную службу криосферы», в том числе для изучения континентальных ледников, одним из активных участников которой является Таджикистан.

Рис. 3.5.6. *Встреча полярников в здании Государственной Думы Российской Федерации в честь 50-летия освоения Антарктиды (профессор А.К. Каюмов из Таджикистана с А.Н. Чилингаровым, первым заместителем Государственной Думы Российской Федерации, героем Советского Союза и героем России), где договорились об организации Первой Таджикской Антарктической экспедиции.*

Учитывая важность изучения ледников и водных ресурсов в аспекте глобальной инициативы Таджикистана «Вода для устойчивого развития» 2018–2028, при Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии Наук Республики Таджикистан создан «Центр крио-сферы и гидрометеорологии», который занимается проблемой изменения ледников и водных ресурсов в условиях изменения климата на национальном и глобальном уровне. Это позволяет на основе научных данных ответить на многие сложные региональные и глобальные вопросы по ледникам и водным ресурсам в аспекте изменения климата.

В 2008 году в соответствии с поручением Президента и Постановлением Правительства Республики Таджикистан в рамках «Международного Полярного Года» при поддержке Российской Федерации (рис. 3.5.6) 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. Подробная информация об этой экспедиции имеется в учебнике географии 7 класса «География материков и океанов» (автор учебника К. Ятимов, 2012 год).

Рис. 3.5.7. *Первая Таджикская Антарктическая экспедиция в 2008–2009 годы, Антарктическая станция «Мирный», 2009 год.*

Задания

Задание 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 повадок 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.

Задание 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.

Задание 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.

1) Как вы считаете, какое из ожидаемых последствий потепления климата представляет наибольшую угрозу для вашей страны?

2) Что нужно делать в случае, если уровень океана будет так сильно расти, что возникнет угроза полного затопления всей территории вашего острова?

3) К каким международным организациям и государствам вы планируете обратиться за помощью?

4) Как вы планируете сохранять культуру своей страны в случае полного затопления острова?

Методические рекомендации для учителя

по использованию комплекта учебно-игровых материалов «Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан» в школе

ЧАСТЬ 4

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 2–11 классов и учителям, преподающим предметы образовательной области «Естествознание» и «Окружающий мир».

Задачи «Климатической шкатулки»:

– дать учащимся знания об окружающем мире, единстве и различиях природного и социального, о человеке и его месте в природе и в обществе;

– продвигать идеи сохранения и бережного отношения к природе;

– воспитать у подрастающего поколения экологическую культуру ответственного потребителя, сформировать навыки энерго- и 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 учащихся с познавательными материалами, интерактивными и индивидуальными заданиями, а также вопросами по теме «Изменение климата»;

– методические рекомендации для учителя по использованию комплекта материалов на уроках в различных классах;

– набор игровых опросных карточек;

– карту «Изменение климата: последствия для природы и человека к концу XXI века, если человечество не сделает всё возможное, чтобы сократить выбросы парниковых газов»;

– плакат «Изменение климата: советы о том, как сократить свой углеродный след»;

– оптический диск, включающий в себя в электронном виде все материалы пособия.

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 отдельной таблице.

Большое количество фактов природных аномалий, примеров последствий влияния изменения климата на прибрежные, горные, арктические регионы, на 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 использовать полученные знания на практике.

Пособие может быть использовано для работы с учащимися 2–11 классов, но особенно востребованным оно может быть школьниками 10–13 лет как в основном образовательном процессе, так и в дополнительном образовании, 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

- Природоведение 1 класс. Авт. учеб. З. Мусоев, Ш. Рахмонов. 2015 г.
- Природоведение 2 класс. Авт. учеб. Н. Кодиров, И.Абдуллоев, К. Исоев и др. 2016 г.
- Природоведение 4 класс. Авт. учеб. Акрамов. 2008 г.

Среднее общее образование

- Ботаника 5-6 классы. Авт. учеб. С. Султонов, М. Нигмонов. 2011 г.
- Зоология 7 класс.Авт. учеб. А. Махмадзиёев. 2008 г.
- Зоология 8 класс. Авт. учеб. Т. Сатторов. 2013 г.
- Биология 9 класс.Авт. учеб. М. Устоев. 2013 г.
- Общая биология10-11классы.Авт. учеб. А. Махмадзиёев, С. Савлатов, А. Тошев. 2011 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. 2012 г.
- География Таджикистана 8 класс. Авт. учеб. Х. Мухаббатов и М. Рахимов. 2014 г.
- Социальная и экономическая география мира 9 класс. Авт. учеб. Х. Мухаббатов, М. Рахимов, Ш. Гаффаров. 2006 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, 2014 г.
- Физика 7 класс. Авт. учеб. Ф. Нормуродов и С. Кодири, 2013 г.
- Физика 8 класс. Авт. учеб. Ф. Нормуродов и С. Кодири, 2010 г.
- Физика 9 класс. Авт. учеб. Х. Маджидов, О. Нозимо, 2013 г.

- Физика 10класс. Авт. учеб. Б. Рахимов, Р. Шукуров, П. Раджабов, 2010 г.
- Физика 11 класс. Авт. учеб. Г. Мякишев, Б. Буховсев, 2015 г.
- Химия 8 класс. Авт. учеб. У. Зубайдов, Х. Ибрагимов, А. Тошев и другие, 2015 г.
- Химия 9 класс. Авт. учеб. Л. Солиев, Х. Ибрагимов, С. Хакимхуджаев, 2013 г.
- Органическая химия 10 класс. Авт. учеб. С. Бандаев, У. Зубайдов, И. Сафаров, 2011 г.
- Химия 11 класс. Авт. учеб. Г. Бобиев, У. Зубайдов, Б. Тухтае, 2014 г.

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	**Природоведение**
Часть 1. Проблема изменения климата	
1.1. Климат и погода	**1 класс** • Тема «Что есть на небе?» • Тема «Времена года» **2 класс** • 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» **3 класс** • Тема «Воздух, его состав и свойства» • Тема «Как появляется тучи и осадки?» • Тема «Гидрометеопрогноз и его значение»
1.2. Типы климатов и климатические пояса	**2 класс** • Тема «Части света» **4 класс** • Тема «Особенности хозяйственной деятельности людей, связанные с природными условиями»
1.3. Как и почему менялся климат в прошлом	**4 класс** • Тема «Земля – планета Солнечной системы» • Тема «Солнце и звёзды. Влияние Солнца на Землю» • Тема «Кругосветные путешествия» • Тема «Планеты»
1.4. Современные изменения климата	**2 класс** • Тема «Человек - часть живой природы» **4 класс** • 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. Таджикистан»	**Природоведение**
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	**1 класс** • Тема «Снег и дождь» • Тема «Времена года» **2 класс** • Тема «Вода в природе. Свойства воды» • Тема «Что такое природные явления?»
2.1. Как изменения климата влияют на погоду	**3 класс** • Тема «Ветер и его возникновение» • Тема «Природа родного края»
2.2. Как изменения климата влияют на растения и животных	**1 класс** • Тема «Растения» • Тема «Насекомые» **2 класс** • Тема «Растения и их значение» • Тема «Мир животных» • Тема «Защита природы» **3 класс** • Тема «Растения, их разнообразие» • Тема «Редкие животные и растения» **4 класс** • Тема «Влияние человека на природу» • Тема «Роль растительного мира» • Тема «Человек и животный мир»
2.3. Как изменения климата влияют на леса	**1 класс** • Тема «Камень и почва» **3 класс** • Тема «Связи в природе» • Тема «Круговорот веществ в природе» • Тема «Пищевая цепь в природе» **4 класс** • 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»
2.4. Как изменения климата влияют на водные ресурсы	**2 класс** • Тема «Роль воды в жизни человека» **3 класс** • Тема «Круговорот воды в природе» • Тема «Воды суши» **4 класс** • Тема «Последствия деятельности человека в окружающей среде»

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	**Природоведение**
2.5. Как изменения климата влияют на сельское хозяйство	**4 класс** • Тема «Почва - важный ресурс природы. Правильное использование почвы»
2.6. Как изменения климата влияют на прибрежные регионы	**4 класс** • Тема «Поверхность Земли» • Тема «Стихийные бедствия и их последствия»
2.7. Как изменения климата влияют на горные регионы	**3 класс** • Тема «Горные породы» **4 класс** • 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	**2 класс** • Тема «Природа города и села» • Тема «Город, где мы живём: основные особенности»
2.10. Как изменения климата влияют на социальные проблемы	**4 класс** • Тема «Человек и среда его обитания» • Тема «Природные богатства и труд людей»
Часть 3. Как предотвратить опасные изменения климата?	
3.1. «Зелёные» источники энергии **3.1.1 Что такое энергия?** **3.1.2. Основные источники энергии**	**4 класс** • Тема «Многообразие проявлений энергии» • Тема «Электричество, солнечный свет, падающая вода – явления, обусловленные действием энергии»
3.1.3 Углеводородные источники энергии	**4 класс** • 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	**3 класс** • Тема «Природные вещества и их состав» **4 класс** • Тема «Электричество, солнечный свет, падающая вода – явления, обусловленные действием энергии» • Тема «Солнце - ближайшая к Земле звезда» • Тема «Движение воздуха. Как используют воздух»

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка. Таджикистан»	**Природоведение**
3.1.6. Преимущества и недостатки различных источников энергии	**4 класс** • 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**	**1 класс** • Тема «Роль компьютера в жизни человека» • Тема «Автомобильный транспорт и поезд» • Тема «Чистота - залог здоровья» **2 класс** • Тема «Защита природы» **3 класс** • Тема «Будьте разумны в обращении с природой» • Тема «Влияние человека на природу» • Тема «Живой мир» • Тема «Защита окружающей среды» **4 класс** • Тема «Экономика и экология» • Тема «Экология и роль человека в её сохранении» • Тема «Транспорт»
3.2.3. Зеленое 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**	**4 класс** • Тема «Влияние человека на мир животных» • Тема «Взаимоотношения организма и среды. Основы экологии»

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»	**7класс** • 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»	**7класс** • 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 кругообороте» • 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 изменения 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. Энергоэффективность 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 глобальных проблем в прошлом и настоящем. Пути решения проблем»	**9 класс** • Тема «Взаимоотношения организма и среды. Основы экологии» • Тема «Малоотходная и безотходная технология»	–	–

Начальное общее образование

• Образовательная программа «Школа 2100». Окружающий мир. Авт. учеб. Вахрушев А.А., Данилов Д.Д., Раутиан А.С. и др.

• Образовательная программа «Гармония». Окружающий мир. Авт. учеб. Поглазова О. Т.

• Образовательная программа «Школа России». Окружающий мир («Мир вокруг нас»). Авт. учеб. Плешаков А. А.

Среднее общее образование

• Природоведение. 5 класс. Авт. учеб. Плешаков А.А., Сонин Н.И

• Биология. 6-9 классы. Авт. учеб. Сонин Н.И., Захаров В.Б., Захарова Е.Т.

Биология. 10-11 классы. Авт. учеб. Агафонов И.Б., Сивоглазов В.И.

• География. 6-9 классы. Авт. учеб. Дронов В.П. и др.

- География.10-11 классы. Авт. учеб. Максаковский В.П.
- Химия. 8-11 классы. Авт. учеб. Габриелян О.С.
- Физика. 7-9 классы. Авт. учеб. Пёрышкин А.В., Гутник Е.М.
- Физика. 10-11 классы. Авт. учеб. Генденштейн Л.Э.
- ОБЖ. 5-9 классы. Авт. учеб. Топоров И.К.

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ			
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Окружающий мир / Мир вокруг нас**		
	Образовательная программа **«Школа 2100»**	Образовательная программа **«Гармония»**	Образовательная программа **«Школа России»**
Часть 1. Проблема изменения климата			
1.1. Климат и погода	**2 класс** • Тема «Погода и климат» • Тема «Природные зоны» **3 класс** • Тема «Воздух, его состав и свойства»	**2 класс** • Тема «Разнообразие облаков» **3 класс** • Тема «Природные явления и природа» • Тема «Температура и её измерение» • Экскурсия «Наблюдение осенних изменений в природе» • Тема «Прогноз погоды» • Экскурсия «Наблюдение зимних изменений в природе» • Тема «Зимние явления в неживой природе» • Экскурсия «Наблюдение весенних изменений в природе» • Тема «Весенние явления в неживой природе» • Тема «Летние изменения в неживой и живой природе. Правила безопасного поведения во время летних каникул» **4 класс** • Тема «Природные зоны России» • Тема «Природа родного края»	**2 класс** • Тема «Температура и термометр» • Тема «Что такое погода»
1.2. Типы климатов и климатические пояса	**2 класс** • Тема «Природные зоны» • Тема «Климат Земли» • Тема «Природная зональность»	**4 класс** • Тема «Природная зона. Суровая Арктика» • Тема «Ранимая тундра» • Тема «Жаркие пустыни» • Тема «Природа гор» • Тема «Природные зоны России» • Тема «Материк Евразия. Природа материка, народы, его населяющие» • Тема «Африка, её природа. Исследователи Африки» • Тема «Америка. Первооткрыватели Америки. Природа Северного и Южного материков» • Тема «Австралия. Уникальные растения и животные Австралии» • Тема «Антарктида. Открытие Антарктиды российскими путешественниками. Суровая природа материка»	**4 класс** • Тема «Распределение солнечного тепла на Земле и его влияние на живую природу» • Тема «Природные зоны нашей страны: зона арктических пустынь, зона тундры, зона лесов, зона степей, зона пустынь, субтропики» • Тема «Особенности природы каждой из зон» • Тема «Особенности хозяйственной деятельности людей, связанные с природными условиями. Экологические проблемы каждой из природных зон»

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ			
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Окружающий мир / Мир вокруг нас		
	Образовательная программа **«Школа 2100»**	Образовательная программа **«Гармония»**	Образовательная программа **«Школа России»**
1.3. Как и почему менялся климат в прошлом	–	**4 класс** • Тема «Наука астрономия. Земля – планета Солнечной системы» • Тема «Солнце и звёзды. Влияние Солнца на Землю» • Тема «Кругосветные путешествия»	–
1.4. Современные изменения климата	–	**2 класс** • Тема «Человек – часть живой природы» **3 класс** • Тема «Воздух и его состав» • Тема «Движение воздуха. Как используют воздух»	**4 класс** • Тема «Прошлое и настоящее глазами эколога. Представление о современных экологических проблемах планеты»
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	–	**2 класс** • Тема «Гроза. Безопасное поведение во время грозы» • Тема «Природные тела и явления» • Тема «Вода на Земле. Океаны и моря. Правила безопасного поведения на море» **3 класс** • Тема «Необычные природные явления. Правила безопасного поведения во время чрезвычайных погодных явлений» • Тема «Летние изменения в неживой и живой природе. Правила безопасного поведения во время летних каникул» **4 класс** Тема «Природа родного края»	–
2.2. Как изменения климата влияют на растения и животных	**2 класс** • Тема «Природная зональность»	**2 класс** • Тема «Материк Евразия. Исследователи Азии. Природа материка, народы, его населяющие» • Тема «Африка, её природа» • Тема «Природа Северного и Южного материков» • Тема «Суровая природа материка»	**2 класс** • Тема «Какие бывают растения: деревья, кустарники, травы; их существенные признаки» • Тема «Какие бывают животные: насекомые, рыбы, птицы, звери; их существенные признаки» • Тема «Красная книга России: знакомство с отдельными растениями и животными и мерами их охраны» **3 класс** • Тема «Растения, их разнообразие» • Тема «Размножение и развитие животных. Роль животных в природе и жизни человека. Влияние человека на животный мир»

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ			
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Окружающий мир / Мир вокруг нас		
	Образовательная программа **«Школа 2100»**	Образовательная программа **«Гармония»**	Образовательная программа **«Школа России»**
2.3. Как изменения климата влияют на леса	–	**4 класс** • Тема «Россия – страна лесов» • Тема «Природа родного края»	**3 класс** • Тема «Связи в природе» • Тема «Почва, её состав. Живые существа почвы. Представление об образовании почвы и роли организмов в этом процессе»
2.4. Как изменения климата влияют на водные ресурсы	**3 класс** • Тема «Тела и вещества» • Тема «Вода, её свойства»	**2 класс** • Тема «Вода на Земле. Океаны и моря» • Тема «Значение рек для людей» • Тема «Пресные водоёмы. Река и её части» • Тема «Значение воды для всего живого на Земле. Загрязнение водоёмов» **3 класс** • Тема «Строение и свойства веществ» • Тема «Круговорот воды в природе»	**2 класс** • Тема «Воздух и вода, их значение для растений, животных, человека» • Тема «Загрязнение воздуха и воды. Защита воздуха и воды от загрязнения» • Тема «Дикорастущие и культурные растения. Комнатные растения и уход за ними» **3 класс** • Тема «Вода, её свойства. Три состояния воды. Круговорот воды в природе»
2.5. Как изменения климата влияют на сельское хозяйство	–	–	–
2.6. Как изменения климата влияют на прибрежные регионы	–	**2 класс** • Тема «Поверхность Земли. Материки и океаны»	–
2.7. Как изменения климата влияют на горные регионы	**3 класс** • Тема «Горные породы и минералы»	**2 класс** • Тема «Горы и их разнообразие» • Тема «Вулканы. Безопасное поведение в горах» • Тема «Природа гор»	–
2.8. Как изменения климата влияют на арктические регионы	–	**4 класс** • Тема «Природная зона. Суровая Арктика»	–
2.9. Как изменения климата влияют на города	–	**2 класс** • Тема «Российские города. Крупнейшие города–миллионеры, города–герои» • Тема «Горожане и селяне. Проблемы современного города»	**2 класс** • Тема «Город, где мы живём: основные особенности»
2.10. Как изменения климата влияют на социальные проблемы	–	–	–

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ			
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Окружающий мир / Мир вокруг нас		
	Образовательная программа **«Школа 2100»**	Образовательная программа **«Гармония»**	Образовательная программа **«Школа России»**
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 класс** • Тема «Энергия – источник движения» • Тема «Многообразие проявлений энергии» • Тема «Электричество, солнечный свет, падающая вода – явления, обусловленные действием энергии»	–	–
3.1.3. Углеводородные источники энергии	**3 класс** • Тема «Торф, каменный уголь, нефть и природный газ – ископаемое топливо, его происхождение»	–	–
3.1.4. Атомная энергетика	–	–	–
3.1.5. Возобновляемые источники энергии	–	**2 класс** • Тема «Движение воздуха. Как используют воздух»	–
3.1.6. Преимущества и недостатки различных источников энергии	–	**2 класс** • Тема «Солнце – ближайшая к Земле звезда» **3 класс** • Тема «Полезные ископаемые. Разведка и добыча полезных ископаемых» • Тема «Горючие полезные ископаемые. Экологические проблемы, связанные с их добычей и транспортировкой»	–
3.2. Энергоэффективность и энергосбережение **3.2.1. Экологичные виды транспорта** **3.2.2. Бытовая техника и электроприборы**	–	**2 класс** • Тема «Виды транспорта. Проблемы загрязнения воздуха и воды при использовании транспорта»	–
3.2.3. Зелёное строительство. Пассивные и активные дома **3.2.4. Зелёные города**	–	**4 класс** • Тема «Строительные материалы»	–

НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ			
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	Окружающий мир / Мир вокруг нас		
	Образовательная программа **«Школа 2100»**	Образовательная программа **«Гармония»**	Образовательная программа **«Школа России»**
3.3. Углеродный след **3.4. Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след**	**2-4 классы** • Тема «Учимся решать жизненные задачи» • Тема «Как нам жить в дружбе с природой» • Тема «Наша маленькая планета Земля»	–	–
3.5. Глобальное сотрудничество в области изменения климата и устойчивого развития	–	–	–

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
Часть 1. Проблема изменения климата						
1.1. Климат и погода	**5 класс** • Тема «Погода (основные характеристики погоды). Климат»	**6 класс** • Тема «Нагревание воздуха и его температура» • Тема «Зависимость температуры воздуха от географической широты» • Тема «Влага в атмосфере. Водяной пар. Влажность» • Тема «Атмосферные осадки» • Тема «Давление атмосферы. Измерение атмосферного давления» • Тема «Погода. Элементы погоды. Воздушные массы» • Тема «Климат. Изображение климата на картах»	–	–	**7 класс** • Тема «Атмосферное давление»	–
1.2. Типы климатов и климатические пояса	–	**7 класс** • Тема «Атмосфера и климат Земли» • Во всех темах по материкам «Африка», «Австралия», «Южная Америка», «Северная Америка», «Антарктика», «Евразия», «Климатические пояса и типичные для них погоды» **8 класс** • Тема «Климат и климатические ресурсы»	–	–	–	–
1.3. Как и почему менялся климат в прошлом	–	**6 класс** • Тема «Течения. Причины их возникновения и влияния на природу Земли. Взаимодействие с атмосферой и сушей Земли» • Тема «Каменная оболочка Земли» • Тема «Движение литосферных плит» **7 класс** • Тема «Мировой океан» **8 класс** • Тема «Особенности геологического строения»	**9 класс** • Тема «Современные представления о возникновение жизни и ее развитие в эрах древней жизни».	–	**11 класс** • Тема «Основы астрономии»	–

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
1.4. Современные изменения климата	**5 класс** • Тема «Влияние погоды на состояние живых организмов, здоровье людей»	**6 класс** • Тема «Человек и атмосфера. Взаимное влияние»	**9 класс** • Тема «Биосфера и человек. Роль человека в биосфере» • Тема «Природные ресурсы и их использование» • Тема «Экологические проблемы, их влияние на собственную жизнь и жизнь других людей» **10-11 классы** • Тема «Основные (глобальные) экологические проблемы современности»	–	–	**5 класс** • Тема «Человек, среда его обитания, безопасность человека»
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	**5 класс** • Тема «Ураганы. Смерчи»	**6 класс** • Тема «Человек и атмосфера»	–	–	–	**6 класс** • Тема «Стихийные бедствия и защита населения от их последствий» **7 класс** • Тема «Опасные и чрезвычайные ситуации природного характера и защита населения от их последствий» **5-8 классы** • Практическое занятие по отработке действий в случае возникновения ЧС

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
2.2. Как изменения климата влияют на растения и животных	**5 класс** • Тема «Биологическое разнообразие, его обеднение и пути сохранения» • Тема «Причины сокращения разнообразия живых организмов» Тема «Забота общественности и государства о сохранении редких и исчезающих видов растений и животных (Красная книга)»	**7 класс** • Тема «Животный и растительный мир» (в каждой теме по материкам) **8 класс** • Тема «Разнообразие природных компонентов»	**7 класс** • Тема «Многообразие кишечнополостных, их значение в природе и жизни человека» • Тема «Значение млекопитающих животных в природе и жизни человека. Охрана ценных зверей» **9 класс** • Тема «Биологические последствия адаптации» **10-11 классы** • Тема «Сохранение многообразия видов как основа устойчивого развития биосферы. Причины вымирания видов»	–	–	–
2.3. Как изменения климата влияют на леса	–	**7 класс** • Тема «Природные зоны по материкам» **8 класс** • Тема «Леса»	**6 класс** • Тема «Природное сообщество и экосистема. Структура и связи в природном сообществе» **9 класс** • «Круговорот веществ в природе»	–	–	**7 класс** • Тема «Стихийные бедствия и защита населения от их последствий: лесные пожары»
2.4. Как изменения климата влияют на водные ресурсы	–	**6 класс** • Тема «Внутренние воды» **7 класс** • Тема «Роль воды в формировании климата» • Тема «Роль воды в жизни Земли» **8 класс** • Тема «Внутренние воды, внутренние ресурсы России»	–	**8 класс** • Тема «Типы химической связи. Ковалентная связь» • Тема «Чистые вещества и смеси» **11 класс** • Тема «Ковалентная полярная химическая связь» • Тема «Роль воды в химических реакциях»	**7 класс** • Тема «Шлюзы, водопровод» • Тема «Плавание судов»	**6 класс** • Тема «Стихийные бедствия и защита населения от их последствий: наводнения»

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
2.5. Как изменения климата влияют на сельское хозяйство	–	**8 класс** • Тема «Хозяйство» **10 класс** • Тема «География сельского хозяйства и рыболовства» • Тема «Регионы и страны мира»	–	–	–	–
2.6. Как изменения климата влияют на прибрежные регионы	–	**7 класс** • Раздел «Гидросфера» • Тема «Мировой океан. Роль гидросферы в жизни Земли. Взаимодействие океана с сушей»	–	–	–	**7 класс** • Тема «Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера: ураганы»
2.7. Как изменения климата влияют на горные регионы	–	**6 класс** • Раздел «Литосфера Земли»» • Тема «Формирование рельефа суши» • Тема «Горы. Высотная поясность»	–	–	–	**5-6 классы** • Тема «Опасные ситуации природного характера: землетрясения, сели и оползни»
2.8. Как изменения климата влияют на арктические регионы	–	**6 класс** • Тема «Ледники, вечная мерзлота» **8 класс** • Тема «Арктические пустыни, тундра» • Тема «Озёра. Ледники»	–	–	–	**6 класс** • Тема «Опасные ситуации в природных условиях: снежные заносы, бураны»
2.9. Как изменения климата влияют на города	–	**10 класс** • Тема «Урбанизация как всемирный процесс»	–	–	–	**8 класс** • Тема «Экология и безопасность: здоровье населения»
2.10. Как изменения климата влияют на социальные проблемы	–	**10 класс** • Тема «Географические аспекты глобальных проблем человечества»	–	–	–	**8 класс** • Тема «Чрезвычайные ситуации техногенного характера и их последствия»

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
Часть 3. Как предотвратить опасные изменения климата?						
3.1. «Зелёные» источники энергии **3.1.1. Что такое энергия** **3.1.2. Основные источники энергии**	–	–	–	–	**8 класс** • Тема «Внутренняя энергия и способы её изменения»	–
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» **10 класс** • Тема «Нефть» • Тема «Природный газ» • Тема «Каменный уголь»	**8 класс** • Тема «Энергия топлива. Удельная теплота сгорания»	–
3.1.4. Атомная энергетика	–	–	–	–	**11 класс** • Тема «Атомная, ядерная энергетика»	–
3.1.5. Возобновляемые источники энергии	–	**10 класс** • Тема «Основные виды природопользования»	–	–	**9 класс** • Тема «Энергетика» **11 класс** • Тема «Альтернативные виды электростанций»	–

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
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»	**9 класс** • Тема «Энергетика» **11 класс** • Тема «Альтернативные виды электростанций» • Тема «Атомная, ядерная энергетика»	–
3.2. Энергоэффективность и энергосбережение **3.2.1. Экологичные виды транспорта** **3.2.2. Бытовая техника и электроприборы**	–	–	**10-11 классы** • Тема «Пути решения экологических проблем»	**10 класс** • Тема «Спирты»	**8 класс** • Тема «Тепловые двигатели» • Тема «КПД, второй закон термодинамики» **10 класс** • Тема «Термодинамика. Тепловые двигатели»	–
3.2.3. Зелёное строительство. Пассивные и активные дома **3.2.4. Зелёные города**	–	**9 класс** • Тема «География социальной сферы. Жилищное и рекреационное хозяйство»	–	–	**9 класс** • Тема «Энергетика» **11 класс** • Тема «Альтернативные виды электростанций»	–

СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ						
Название раздела пособия «Климатическая шкатулка»	**Природоведение**	**География**	**Биология**	**Химия**	**Физика**	**ОБЖ**
3.3. Углеродный след **3.4. Как я могу помочь планете? Сокращаем свой углеродный след**	–	–	**9 класс** • Тема «Охрана природы и основы рационального природопользования» **10-11 классы** • Тема «Правила поведения в природной среде. Охрана природы и рациональное природопользование»	**8 класс** • Тема «Явления физические и химические. Химические реакции» **9 класс** • Тема «Галогены» • Тема «Соли азотной кислоты» • Тема «Биологически важные вещества: белки, жиры, углеводы» • Тема «Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия» **10 класс** • Тема «Белки» • Тема «Нуклеиновые кислоты» • Тема «Лекарства» **11 класс** • Тема «Жидкое и твёрдое состояние вещества»	**9 класс** • Тема «Энергетика» **11 класс** • Тема «Альтернативные виды электростанций»	–
3.5. Глобальное сотрудничество в области изменения климата и устойчивого развития	–	**10-11 классы** • Тема «Географические аспекты глобальных проблем человечества в прошлом и настоящем. Пути решения проблем»	**10-11 классы** • Тема «Последствия деятельности человека в окружающей среде»	**9 класс** • Тема «Взаимоотношения организма и среды. Основы экологии»	–	–

Список иллюстраций

Обложка. Фото: А. Каюмов.

Стр. 5. Фото: из архива З. Кобулиева

Стр. 9. Фото: J. Swanepoel, Shutterstock.com.

Стр. 11. Рис. 1.1.: NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/

Стр. 13. Рис. 1.1.1.: https://author24.ru/assets/files/handbook/images/14/1b/141b34963aa442f799fb4a39e969d34a, Фото: P. Kosmider, Shutterstock.com.

Стр. 14. Рис.: Shutterstock.com.

Стр. 15. Рис. 1.2.1.: http://webmandry.com/wpcontent/uploads/2013/12/2013_12_997_01.jpg

Стр. 17. Фото (вверху): R. Loesche, Shutterstock.com. Фото (по центру): Semork, Shutterstock.com. Фото (внизу): apdesign, Shutterstock.com.

Стр. 18. Фото (вверху): A. Iatsun, Shutterstock.com. Фото (по центру): rdonar, Shutterstock.com. Фото (внизу): Susan R. Serna, Shutterstock.com.

Стр. 19. Фото: axily, Shutterstock.com.

Стр. 20. Рис. 1.2.2.: И. Фролов, ААНИИ. Рис. 1.2.3.: Дж. Салливан, Википедия. Рис. 1.2.4.: NASA. Рис. 1.2.5.: Т. Скамбос, Национальный центр данных по исследованию снега и льда, США.

Стр. 21. Рис. 1.2.6.: http://fr.academic.ru/pictures/frwiki/84/Tajikistan_Topography.png, Рис. 1.2.7. Атлас Таджикистана (В. Владимирова).

Стр. 22. Табл. 1.2.2. по данным Агентства по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 25. Кроссворд: С. Корщикова.

Стр. 26. 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.: WWF, 2013. — 220 с.

Стр. 27. Фото (слева и вверху справа): M. Dunn, NOAA Climate Program Office, NABOS 2006 Expedition. Фото (внизу справа): L. Koenig, NASA.

Стр. 28. Рис. 1.3.3.: А. Алекперова. Рис. 1.3.4.: http://schoolcollection.lyceum62.ru.

Стр. 29. Рис.: Catmando, Shutterstock.com.

Стр. 30. Рис. 1.3.5.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for humanmade climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger et al. – Springer, 2012. – 270 pp. http://www.springer.com/.

Стр. 31. 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. Рис. 1.3.7.: P. Блейки, http://www.cpgeosystems.com.

Стр. 33. Рис. 1.3.8.: http://www.britishmuseum.org. Фото: A. Jack, Shutterstock.com.

Стр. 34. Рис. 1.3.9.: http://earthobservatory.nasa.gov/. Фото: Y. Kumsri, Shutterstock.com.

Стр. 37. Рис. 1.4.1.: Всемирная метеорологическая организация (ВМО), 2017, https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414. 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. 38. Рис. 1.4.3.: http://climate.nasa.gov/evidence/.

Стр. 39. Рис. 1.4.4.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for humanmade climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger at al. – Springer, 2012. – 270 pp. http://www.springer.com/.

Стр. 40. Рис. 1.4.5.: Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолодчиков Д.Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов. М.: WWF, 2013. – 220 с.

Стр. 41. Рис. 1.4.6.: Всемирная метеорологическая организация (ВМО), 2017, https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414. Рис. 1.4.7.: NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/.

Стр. 42. Рис. 1.4.8.: 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. 43. Рис. 1.4.9.: Д. Белюкин, http://www.belukin.ru/.

Стр. 44. Фото: А. Тихонов, Shutterstock.com.

Стр. 45. Рис. 1.4.10. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 46. Рис. 1.4.11 и Рис. 1.4.12.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 47. Рис. 1.4.13. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Фото: А. Каюмов.

Стр. 48. Фото: А. Каюмов.

Стр. 50. Фото: H. Grobe, Википедия.

Стр. 51. scenery2, Shutterstock.com.

Стр. 53. P. Steib, Shutterstock.com. Фото (вверху справа): Wutthichai, Shutterstock.com. Фото (внизу слева): Siriporn-88, Shutterstock.com. Фото (внизу справа): П. Литовченко.

Стр. 54. Рис. 2.1.: А. Алекперова, В. Бердин, Ю. Добролюбова, Ю. Калиничева, А. Кокорин.

Стр. 55. Рис. 2.1.1.: В. Кантор.

Стр. 56. Рис. 2.1.2.: NASA image by J. Schmaltz, LANCE/EOSDIS Rapid Response, http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86539. Рис. 2.1.3.: Википедия.

Стр. 57. Фото (вверху слева): http://earthobservatory.nasa.gov/. Фото (вверху справа): T. Shoemake, Shutterstock.com. Фото (внизу слева): D. Bertonceli, Shutterstock.com. Фото (внизу справа): Б. Сосновый, Shutterstock.com.

Стр. 58. Фото (вверху слева): R.A. Mansker, Shutterstock.com. Фото (вверху по центру): ChameleonsEye, Shutterstock.com. Фото (вверху справа): сайт Президента Российской Федерации, kremlin.ru. Фото (внизу слева): W. Dias/Agencia Brasil, Википедия. Фото (внизу справа): Б. Дьяковский, Shutterstock.com.

Стр. 59. Фото (слева): R. Bayer, Shutterstock.com. Рис. 2.1.4.: R. Stockli and R. Simmon по данным MODIS Land Science Team, NASA, http://earthobservatory.nasa.gov/.

Стр. 60. Фото: D.J. Rao, Shutterstock.com.

Стр. 61. T. Th. Walther, Википедия.

Стр. 57. Фото: ChameleonsEye, Shutterstock.com.

Стр. 58. Коллаж: А. Алекперова.

Стр. 59. Рис. (вверху): http://34374.info/wpcontent/uploads/2011/07/nils.jpg. Фото (справа): Simm, Википедия. Фото (слева): С. Тулинов.

Стр. 60. Фото (вверху): M.M. Karim, Википедия. Фото (внизу): MarcusVDT, Shutterstock.com.

Стр. 61. Коллаж: А. Алекперова на основе иллюстраций из Википедии.

Стр. 62. Рис. 2.1.5. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 63. Рис. 2.1.6 и Рис. 2.1.7.: А. Каюмов.

Стр. 64. Рис. 2.1.8 и Рис. 2.1.9.: А. Каюмов.

Стр. 65. Рис. 2.1.10.: А. Каюмов.

Стр. 67. Фото: ChameleonsEye, Shutterstock.com.

Стр. 68. Коллаж: А. Алекперова.

Стр. 69. Рис. (вверху): http://34374.info/wp-content/uploads/2011/07/nils.jpg. Фото (справа): Simm, Википедия. Фото (слева): С. Тулинов.

Стр. 70. Фото (вверху): M.M. Karim, Википедия. Фото (внизу): MarcusVDT, Shutterstock.com.

Стр. 71. Коллаж: А. Алекперова на основе иллюстраций из Википедии.

Стр. 72. Фото: Kletr, Shutterstock.com.

Стр. 73. Фото (первое): Xocolatl, Википедия. Фото (второе): N. Tomura, Википедия. Фото (третье): Wilson44691, Википедия. Фото (четвёртое): Д. Богданов, Википедия.

Стр. 74. Фото (вверху): jamon jp, Википедия. Фото (внизу): . P. Kapitola, State Phytosanitary Administration, Bugwood.org.

Стр. 75. Фото (первое): Fraan, Photobucket.com. Фото (второе): Smithsonian National Museum of Natural History. Фото (третье): Vlad61, Shutterstock.com. Фото (четвёртое): S. Baron, Википедия.

Стр. 76. Фото (первое): С. Урядников, Shutterstock.com. Фото (второе): martinhlavacek79, Shutterstock.com. Фото (третье): Argus fin, Википедия. Фото (четвёртое): D. Charman, http://blogs.exeter.ac.uk/antarcticpastclimate/2013/01/20. Фото (пятое): edmon, Shutterstock.com.

Стр. 77. Фото (вверху): elitravo, Shutterstock.com. Фото (внизу слева): http://www.destination360.com/north-america/us/utah/zion-nationalpark-lodging. Фото (внизу по центру): Silky, Shutterstock.com. Фото (внизу справа): Amur Leopard, Википедия.

Стр. 78. Фото (первое): Lorcel, Shutterstock.com. Фото (второе): MarkVanDykePhotography, Shutterstock.com. Фото (третье): G. Yim, Shutterstock.com. Фото (четвёртое): L. Galuzzi, www.galuzzi.it

Стр. 79. Фото (вверху): С. Матяшев, http://stasmat.livejournal.com/15402.html?thread=77610. Фото (внизу): M. Manske, Википедия.

Стр. 80. Фото (первое): SNEHIT, Shutterstock.com. Фото (второе): http://www.destination360.com/north-america/us/utah/zion-national-parklodging. Фото (третье): http://www.taganay.org. Фото (четвёртое): А. Мартынова, Shutterstock.com.

Стр. 81. Фото: http://pohod.h12.ru/FOTOAlbom/Taganay/f_t_21.jpg.

Стр. 82. Фото (слева и справа): http://www.laparios.com/.

Стр. 83. Фото: Википедия.

Стр. 84. Рис. 2.2.1.: http://www.tepid.ru/animals/argali.html., Рис. 2.2.2.: http://www.deryabino.ru/ptaha/zmeeyad.htm, Рис. 2.2.3: http://catphoto.ru/showimg/irbis/irbis23.htm.

Стр. 85. Рис. 2.2.4.: Центр по биоразнообразию Республики Таджикистан. Рис. 2.2.5.: http://www.zooclub.ru/mouse/belich/22.shtml, Рис. 2.2.6.: http://maxpark.com/community/3652/content/1413937. Рис. 2.2.7. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. (И.Абдусалямов, В. Новиков).

Стр. 88. Рис. 2.3.1.: MA 2005. Map designed by Emmanuelle Bournay, Paris.

Стр. 89. Рис. 2.3.2.: http://blog.pershyn.name/2011/09/2011.html.

Стр. 90. Рис. 2.3.3. и Рис. 2.3.4.: Д. Замолодчиков.

Стр. 91. Рис. 2.3.5.: Шиятов, 2009. Фото (внизу): El Misti, Википедия.

Стр. 92. Рис. 2.3.6.: J.F. Stuefer, Википедия.

Стр. 93. Рис. 2.3.7.: Fishlin et al., 2007.

Стр. 94. Рис. 2.3.8.: www.rosleskhoz.gov.ru. Рис. 2.3.9.: Д. Замолодчиков.

Стр. 95. Рис. 2.3.10.: Д. Замолодчиков.

Стр. 96. Рис. 2.3.11.: Комитет по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Фото: А. Каюмов.

Стр. 97. Рис. 2.3.12.: А. Каюмов.

Стр. 98. Рис. 2.3.13.: Д. Замолодчиков.

Стр. 99. Рис. 2.3.14 и 2.3.15.: В. Каганов. Рис. 2.3.16.: Д. Замолодчиков.

Стр. 100. Рис. 2.3.17.: Д. Замолодчиков.

Стр. 101. Рис. 2.3.18.: В. Каганов. Рис. 2.3.19.: Д. Замолодчиков.

Стр. 102. Рис. 2.3.20.: Д. Замолодчиков. Рис. 2.3.21.: The State of the Forests of Papua New Guinea, 2008.

Стр. 103. Фото (слева): S. Codrington, Planet Geography 3rd Edition (2005). Фото (справа): О. Фёдоров, Shutterstock.com.

Стр. 104. Рис. 2.3.22 и 2.3.23.: Д. Замолодчиков.

Стр. 108. Фото (вверху): TSpider, Shutterstock.com. Рис. 2.4.1.: http://www.astronet.ru/db/msg/1224153.

Стр. 109. Фото (вверху): С. Тулинов. Фото (внизу слева): L. Nunes, Википедия. Фото (внизу справа): G. Paire, Shutterstock.com.

Стр. 110. Рис. 2.4.2.: ЮНЕП, http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article155.html.

Стр. 111. Рис. 2.4.3.: ФГУП НПО им. Лавочкина. Рис. 2.4.4. Фото (слева): http://www.uniport.pro/user/30812/blogs/3081269045.png. Фото (справа): N. Palmer (CIAT), https://www.flickr.com/photos/38476503@N08/5641586406

Стр. 112. Рис. 2.4.5. Фото (слева): E. Harrison, National Geographic Magazine, Volume 31 (1917), page 272 (left). Фото (справа): Rjruiziii, Википедия. Рис. 2.4.6.: Katvic, Shutterstock.com. Рис. 2.4.7.: Water Supply report by National Climate Assessment, USA. http://nca2014.globalchange.gov/report.

Стр. 113. Рис. 2.4.8.: А. Безлепкин. Рис. 2.4.9.: Octal, Википедия.

Стр. 114. Рис. 2.4.10.: Б.К. Бейтс и др. Изменения климата и водные ресурсы. Технический документ МГЭИК. – Женева, 2008.

Стр. 115. Рис. 2.4.11. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан (Яблоков, Джонсон). Рис. 2.4.12.: А. Каюмов

Стр. 116. Рис. 2.4.13.: А. Каюмов, Рис. 2.4.1.4.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан и Агентство по Гидрометеорологии Республики Узбекистан.

Стр. 118. Фото: N. Palmer, Википедия.

Стр. 119. Фото (вверху): В. Салман, Shutterstock.com. Фото (внизу): Ratikova, Shutterstock.com.

Стр. 120. Фото (вверху слева): R. Jary, Shutterstock.com. Фото (вверху справа): Gleizes, Greenpeace. http://www.greenpeace.org/. Фото (внизу): И. Струков, Shutterstock.com.

Стр. 121. Фото (вверху): J. Tran, Shutterstock.com. Фото (внизу): А. Бондарец, Shutterstock.com.

Стр. 122. Фото (слева): D. Henry, Shutterstock.com. Фото (справа): Stasis Photo, Shutterstock.com.

Стр. 123. Рис. 2.5.1 и Рис. 2.5.2.: А. Каюмов.

Стр. 124. Рис. 2.5.3. Википедия: E. Canli, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yak_Tajikistan.jpg, Рис. 2.5.4. Википедия. Рис. 2.5.5.: А. Каюмов.

Стр. 126. Фото: B. Jevtic, Shutterstock.com.

Стр. 127. Фото: zstock, Shutterstock.com.

Стр. 128. Фото (слева): С. Тулинов. Фото (справа): JaySi, Shutterstock.com.

Стр. 129. Рис. 2.6.1.: R. Rowley, J. Kostelnick, D. Braaten et al. Risk of rising sea level to population and land area. 2007. Фото: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com.

Стр. 130. Фото (вверху): R. Whitcombe, Shutterstock.com. Рис. 2.6.2.: Википедия. Рис. 2.6.3. Фото (слева): http://www.globalchange.gov/sites/globalchange/files/permafrost-coastal-erosion-alaska-usgs.jpg. Фото (справа): А. Колотилин, WWF России.

Стр. 131. Фото (вверху): N. Mitchell, Shutterstock.com. Рис. 2.6.4.: Оценочный отчёт «Основные природные и социально-экономическиепоследствия 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. 2.6.5.: М. Григорьев (там же). Фото (внизу): LippertPhotography, Shutterstock.com.

Стр. 132. Фото: AlinaMD, Shutterstock.com. Рис. 2.6.6.: А. Алекперова, Ю. Добролюбова по материалам https://www.scienceprogress.org/wp-content/uploads/2011/09/Reefs_1138.gif.

Стр. 133. Рис. 2.6.7.: 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. Рис. 2.6.8.: Картинка справа: Encyclopaedia Britannica, http://global.britannica.com/media/full/530475/132944. График слева: http://oceanadapt.rutgers.edu/.

Стр. 134. Фото (слева): ermess, Shutterstock.com. Фото (справа): withGod, Shutterstock.com.

Стр. 136. Фото: S. Ilyas, Википедия.

Стр. 137. Фото: momanuma, Shutterstock.com.

Стр. 138. Рис. 2.7.1.: А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам http://900igr.net/datai/geografija.Фото: Д. Пичугин, Shutterstock.com.

Стр. 139. Фото (вверху): А. Егоров, Shutterstock.com. Фото (внизу): https://commons.wikimedia.org/wiki/File:USSR-Tajikistan-Peak_Communism.jpg.

Стр. 140. Рис. 2.7.2.: Всемирная служба мониторинга ледников (WGMS). Рис. 2.7.3.: Википедия.

Стр. 141. Рис. 2.7.4.: Всемирная служба мониторинга ледников (WGMS). Рис. 2.7.5.: М. Хёлцле, Цюрихский университет, Всемирная службамониторинга ледников (WGMS). Рис. 2.7.6.: NASA. Рис. 2.7.7.: NASA.

Стр. 142. Рис. 2.7.8.: Ю. Добролюбова. Рис. 2.7.9.: Архив Национального парка «Глейшер».

Стр. 143. Рис. 2.7.10.: В. Кантор. Фото (слева): A. Gl, Shutterstock.com. Фото (справа): М. Топчий, Shutterstock.com. Рис. 2.7.11. А. Алекперова, Ю. Добролюбова, Г. Тушинская.

Стр. 144. Фото (вверху): М. Топчий, Shutterstock.com. Фото (посередине): В. Кантор. Фото (внизу): L. Gridinoc, Википедия.

Стр. 145. Фото (слева): Dtarazona, Википедия. Фото (справа): ANA Peru.

Стр. 146. Рис. 2.7.12.: NASA. Рис. 2.7.13.: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007. M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof et al. - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Фото: Pikoso.kz, Shutterstock.com.

Стр. 147. Фото: D. Lynch, Shutterstock.com.

Стр. 148. Рис. 2.7.14. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. Рис. 2.7.15.: Википедия.

Стр. 149. Рис. 2.7.16. и Рис. 2.7.17.: А. Каюмов.

Стр. 150. Рис. 2.7.18.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 151. Рис. 2.7.19 и Рис. 2.7.20.: Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 153. Иллюстрация: Википедия.

Стр. 155. Фото: С. Добролюбов.

Стр. 156. Рис. 2.8.1. А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам http://www.athropolis.com/map2.htm.

Стр. 157. Фото (слева): Газпром нефть., http://media.gazprom-neft.ru/pictures/production/category688/category689/AVD43214.jpg.htm. Фото (справа): Vlada Z, Shutterstock.

Стр. 158. Рис. 2.8.2.: National Snow and Ice Data Center (USA), http://nsidc.org/data/seaice_index/.

Стр. 159. Рис. 2.8.3.: Полярный научный центр. http://psc.apl.washington.edu/wordpress/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly.Рис. 2.8.4.: А. Кокорин, WWF России.

Стр. 160. Фото: J. NcDonald, Shutterstock.com. Рис. 2.8.5.: C. Accardo, AP Photo/NOAA.

Стр. 161. Фото: Д. Пилипенко, Shutterstock.com.

Стр. 162. Рис. 2.8.6. J. Shaw, http://www.johnshawphoto.com/.

Стр. 163. 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. 164. 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. 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. 165. 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. 166. Рис. 2.8.15.: Г. Батурова (слева); A. Walk, Википедия (справа).

Стр. 167. Фото: С. Добролюбов.

Стр. 170. Рис. 2.9.1.: F. Schmidt, Ellen J. Beer et al. (eds.), Berns grosse Zeit. Фото: KPG_Payless, Shutterstock.com.

Стр. 171. Рис. 2.9.2.: А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам World Urbanization Prospects 2014 – Highlights. – UN, 2014.

Стр. 172. Рис. 2.9.3.: Pjt56, Wikipedia. Фото (слева): 1000 Words, Shutterstock.com. Фото (справа): А. Каюмов.

Стр. 173. Рис. 2.9.4.: Программа по исследованиям глобальных изменений США (USGCRP), 2009. Рис. (внизу): Википедия.

Стр. 174. Рис. 2.9.5. Centre for Health Research School of Medicine, http://climatehealthcluster.org/wp-content/uploads/2013/06/Bambrick_Hilary_080813.pdf.

Стр. 175. Фото: ChameleonsEye, Shutterstock.com.

Стр. 176. Фото (слева): SW_Stock, Shutterstock.com. Фото (справа): А. Ружин, Shutterstock.com.

Стр. 177. Рис. 2.9.6.: А. Хайнес и др. Изменение климата и здоровье человека – воздействия, уязвимость и адаптация. Труды Всемирной конференции по изменению климата, Москва - 2003. – М., 2004.

Стр. 178. Рис. 2.9.7. Д. Каюмова. Фото: А. Каюмов.

Стр. 179. Фото: Википедия, B. Harrington Spier, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TAJIKISTAN_(377707519).jpg.

Стр. 181. Фото: D. Bertonceli, Shutterstock.com.

Стр. 182. Фото (вверху слева): WorldWide, Shutterstock.com. Фото (вверху посередине): P. Date, Shutterstock.com. Фото (вверху справа): g-stockstudio, Shutterstock.com. Фото (внизу): Kzenon, Shutterstock.com.

Стр. 183. Рис. 2.10.1.: Википедия.

Стр. 184. Фото (слева): S. DCruz, Shutterstock.com. Фото (справа): G. Paire, Shutterstock.com.

Стр. 185. Фото (вверху): H. Conesa, Shutterstock.com. Фото (внизу): P. HaSon, Shutterstock.com.

Стр. 186. Рис. 2.10.2.: T. Hakala, Shutterstock.com. Рис. 2.10.3.: S. Gulec, Shutterstock.com. Рис. 2.10.4.: R. Whitcombe, Shutterstock.com.

Стр. 187. Фото: VVO, Shutterstock.com.

Стр. 188. Рис. 2.10.5.: Доклад ПРООН «Контуры нового низкоуглеродного пути развития» – М.: ПРООН, 2009.

Стр. 190. Рис. 2.10.6. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 191. Рис. 2.10.7.: А. Каюмов.

Стр. 192. Рис. 2.10.8.: А. Каюмов.

Стр. 193. Рис. 2.10.10.: А. Каюмов. Рис. 2.10.11.: Википедия, S. Evans, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tajikistan_(266848782).jpg.

Стр. 194. Фото: Википедия, S. Evans, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Woman_and_child_from_Tajikistan.jpg.

Стр. 195. Рис. 2.10.11.: Википедия, VargaA, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dushanbe_panorama_05.jpg.

Стр. 199. Pavel L Photo, Shutterstock.com.

Стр. 201. Рис. 3.1.1.: по материалам keelingcurve.uesd.edu.

Стр. 202. Фото: wang song, Shutterstock.com.Стр. 171. Рис. 3.1.2.: А. Алекперова, Е. Грачёва, Ю. Добролюбова.

Стр. 204. Фото: huyangshu, Shutterstock.com.

Стр. 205. Рис. 3.1.3.: А. Алекперова. Фото: Н. Винокуров, Shutterstock.com.

Стр. 206. Рис. 3.1.4.: Key World Energy Statistics 2015, IEA. www.iea.org. Фото: K. Black, Википедия.

Стр. 207. Фото: предоставлено Greenpeace. Рис. 3.1.5.: http://www.world-nuclear.org/.

Стр. 208. Рис.: А. Алекперова. Фото: overcrew, Shutterstock.com.

Стр. 209. Фото (вверху): KPG Payless2, Shutterstock.com. Фото (внизу): M. Lisner, Shutterstock.com.

Стр. 210. Фото (вверху): wellphoto, Shutterstock.com. Рис. 3.1.6.: Dinga, Shutterstock.com.

Стр. 211. Фото (вверху): CSIRO, http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/. Фото (внизу): Northern Railways, http://www.nr.indianrailways.gov.in/.

Стр. 212. Фото (вверху): Chixoy, Википедия. Фото (внизу): http://www.abengoasolar.com/.

Стр. 213. Фото (вверху): Ю. Добролюбова. Фото (по центру): предоставлено Greenpeace. Фото (внизу): London Array Limited, http://www.londonarray.com/offshore-2/.

Стр. 214. Рис. 3.1.7.: Википедия (обе фото).

Стр. 215. Фото (вверху): Arnold C., Википедия. Рис. 3.1.8.: Википедия.

Стр. 216. Рис. 3.1.9.: M. Grmek, Википедия. Рис. 3.1.10.: Le Grand Portage, Википедия. Рис. 3.1.11.: Википедия.

Стр. 217. Фото (обе верхние): http://oceanrusenergy.ru/Gallery. Фото (внизу): Dani 7C3, Википедия.

Стр. 218. Фото (вверху): С. Тулинов. Рис. 3.1.12.: предоставлено Greenpeace.

Стр. 219. Фото: Википедия.

Стр. 220. Фото (вверху): Википедия. Фото (внизу слева): K. Stuchelova, Shutterstock.com. Фото (внизу по центру): images72, Shutterstock.com. Фото (внизу справа): Bildagentur Zoonar GmbH, Shutterstock.com.

Стр. 221. Рис. 3.1.13.: RSabbatini, Википедия. Рис. 3.1.14.: Natecull, Википедия. Фото (внизу первое): indogolotus, Shutterstock.com. Фото (внизу второе): Dickelbers, Википедия.

Стр. 222. Фото: Hestemoj, Википедия.

Стр. 226. Рис. 3.1.15.: А. Каюмов.

Стр. 227. Рис. 3.1.16.: А. Каюмов. Рис. 3.1.17.: Troetona, Википедия: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nurek_Dam_Tajikistan.jpg.

Стр. 228. Рис. 3.1.18. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 229. Рис. 3.1.19. ПРООН в Таджикистане, http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/development-impact/south-south-cooperation/featured-stories/featured-stories221111111.html. Рис. 3.1.20. А. Каюмов.

Стр. 230. Рис. 3.1.21. А. Каюмов.

Стр. 234. Рис. 3.2.1.: А. Алекперова.

Стр. 235. Фото (оба): А. Алекперова.

Стр. 237. Рис. 3.2.2.: Энергоэффективность в России: скрытый резерв. – М.: ЦЭНЭФ, WB, IFC, 2008. Фото (слева): Arnold Paul, Википедия. Фото (по центру): U.S. Federal Emergency Management Agency, Википедия. Фото (справа): В. Дьяков, Википедия.

Стр. 238. Рис. 3.2.3.: А. Алекперова по материалам Агентства экологического и энергетического управления Франции (ADAME), 2005.

Стр. 239. Рис. 3.2.4. MK Products. Википедия. Рис. 3.2.5. ENEA.

Стр. 240. Рис. 3.2.6. https://lufthansa.myclimate.org/en. Рис. 3.2.7.: Е. Смирнова.

Стр. 241. Фото: NRMA Motoring and Services, Википедия.

Стр. 242. Рис. 3.2.8. Фото (слева): Википедия. Фото (справа): Floydian, Википедия.

Стр. 243. Фото (вверху слева): P. van der Sluijs. Фото (вверху справа): Sacramento Seersucker Ride, http://flickr.com/photos/56052306@N06/17107186918. Фото (внизу): ehedaya, Википедия.

Стр. 244. Рис. 3.2.9.: А. Алекперова и Ю. Добролюбова по материалам Википедии. Рис. 3.2.10.: Википедия.

Стр. 245. Рис. 3.2.11.: ПРООН, 2011.

Стр. 246. Фото: Википедия.

Стр. 247. Фото (вверху): Википедия. Рис. 3.2.13.: Green Building Council of Finland, http://figbc.fi/en/building-sector/.

Стр. 248. Логотипы: Википедия. Фото (внизу): A. Hodge, http://www.usgbc.org/.

Стр. 249. Рис. 3.2.14.: предоставлено Е. Грачёвой. Фото (внизу): British Prime Minister's Office, https://www.gov.uk.

Стр. 250. Фото (вверху): www.sidwell.edu. Фото (внизу): http://www.activehouse.info/cases/home-life.

Стр. 251. Фото: B. Collowan, Википедия. Рис.: Википедия.

Стр. 252. Фото (первое и второе): J. Seifert, Википедия. Фото (третье): U.S. Navy National Museum of Naval Aviation. Фото (четвёртое): NASA.

Стр. 253. Фото (вверху): G. Jones, Википедия. Фото (по центру): http://www.eikongraphia.com/?p=2742. Фото (внизу): http://kazansmartcity.com/central-business-precinct.

Стр. 256. Фото (слева и по центру): Википедия. Фото (справа): предоставлено Greenpeace.

Стр. 257. 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. 258. Фото: Википедия.

Стр. 260. Рис. 3.4.1. и 3.4.2.: Урбан Ф. Как мы отапливаем улицы // Бюллетень недвижимости, 18 января 2012. http://www.bn.ru/articles/2012/01/18/89218.html.

Стр. 262. Рис. 3.4.3.: Урбан Ф. Как мы отапливаем улицы // Бюллетень недвижимости, 18 января 2012. http://www.bn.ru/articles/2012/01/18/89218.html.

Стр. 266. Фото: C. Hutchingson, Википедия.

Стр. 267. Рис. 3.4.4.: А. Алекперова, В. Бердин, Ю. Добролюбова, Ю. Калиничева, А. Кокорин.

Стр. 268. Рис. 3.4.5. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан., Рис. 3.4.6. Показатели мирового развития, Всемирный банк.

Стр. 269. Фото: А. Каюмов.

Стр. 271. Рис. 3.4.7. Википедия, Tsuruya. Рис. 3.4.8. Агентство по Гидрометеорологии Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан.

Стр. 272. 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. 275. Фото (вверху слева): Ю. Добролюбова. Фото (вверху справа): Википедия. Логотип: Википедия. Обложка: www.ipcc.ch.

Стр. 276. Обложка: www.unfccc.int. Фото: P. Souza, Official White House Photo, размещено в Википедии.

Стр. 277. Фото: ООН, http://www.un.org/sustainabledevelopment.

Стр. 278. Рис. 3.5.1.: А. Алекперова по материалам Википедии. Рис. 3.5.2. ООН, http://www.un.org/sustainabledevelopment.

Стр. 279. Рис. 3.5.3. http://i1.ytimg.com/vi/1AdTLMGj6Kg/maxresdefault.jpg

Стр. 280. Рис. 3.5.4. А. Каюмов.

Стр. 281. Рис. 3.5.5. А. Каюмов.

Стр. 282. Рис. 3.5.6.: из архива А. Каюмова. Рис. 3.5.7.: из архива А. Каюмова.

Стр. 285. Фото: ПРООН, http://www.tj.undp.org/.

Бердин Владимир, Грачёва Екатерина, Добролюбова Юлия, Замолодчиков Дмитрий,
Каюмов Абдулхамид, Константинов Павел, Рыжова Наталья, Смирнова Елена

Климатическая шкатулка. Республика Таджикистан

Пособие для школьников по теме «Изменение климата»

**Посвящается Международному десятилетию действий
«Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг.**

Подписано в печать 02.02.2018.
Формат 60x841/8. Уч.-изд. л. 6,7. Усл. печ. л. 39,5.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 200 экз. Заказ № 1257

Напечатано по заказу Программы развития ООН в Таджикистане
734024, Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, д. 39
(+992 44) 6005596
registry.tj@undp.org