



Iceland 
Liechtenstein
Norway grants

АЗБУКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ, РЕШЕНИЯ

Научно обоснованное учебное
пособие по изменению климата

Авторы: Велле Толль; Ает Анньист; Лийси Якобсон; Эрко Якобсон; Авелийна Хелм; Марилийс Колк; Яанус Терасмаа; Грете Арро; Пийа Пост; Кристел Уйбоупин; Тынис Рюютел; Хелин Семиларски; Элис Воллмер; Эвелин Юргенсон; Вельё Кабин; Юрген Аосаар; Микко Бухт

Языковая коррекция: Эгле Хейнсар

Художник-оформитель книг: Элис Воллмер

Редактор: Пия Пост



TARTU
ÜLIKOOL



Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences



TALLINNA ÜLIKOOL



UNIVERSITETSMUSEET

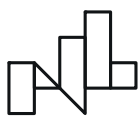
Издательство: Тартуский университет

© 2023 Тартуский университет

ISBN: 978-9985-4-1393-7

978-9985-4-1394-4 (pdf)

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Публикация подготовлена в рамках проекта «Климатическая осведомленность от школы до общества». Проект финансируется в рамках тура подачи конкурсных заявок «Повышение климатической осведомленности» программы финансового механизма Европейской экономической зоны 2014–2021 «Смягчение последствий изменения климата и адаптация к ним».

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Основные положения курса «Азбука изменения климата»	5
Введение: пилим сук, на котором сидим	6
А. Причины	8
А1 Климат и климатическая система	8
А2 Откуда мы знаем, что климат становится теплее?	9
А3 Изменения климата в Северной Европе и Эстонии до настоящего времени	10
А4 Потепление климата вызвано деятельностью человека	11
А5 Источники выбросов парниковых газов	13
А6 Будущее климата зависит от нас	14
В последствия	16
В1 Будущее климата Земли	16
В2 Будущее климата в Северной Европе и Эстонии	16
В3 Изменение климата снижает биоразнообразие	17
В4 Изменение климата снижает доступность природных благ	18
В5 Изменение климата угрожает обществу	20
С Решения	22
С1 Сокращение выбросов парниковых газов	22
С2 Роль отдельных людей и сообществ, предприятий и государств в сокращении выбросов. 23	
С3 Международная климатическая политика по сокращению выбросов	25
С4 Адаптация к неизбежному изменению климата	25
Дополнительные задачи	27
Т1 В чем заключается счастье?	27
Т2 Экологическая тревога	27
Т3 Острова тепла	28
Т4 Зоны наводнений	28
Дополнительные материалы по всему курсу	28
Глоссарий	29

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изменение климата представляет собой большую угрозу для экосистем и людей. Научные данные ясны: нам нужно действовать, чтобы снизить риски, обусловленные антропогенным изменением климата. Одним из препятствий является широко распространенная в Эстонии неграмотность в вопросах изменения климата. Простыми словами, климатическая грамотность включает в себя понимание того, как климат влияет на человека и общество в целом, а также того, как каждый и все мы вместе влияем на климат. Сюда же относится и понимание того, как уменьшить воздействие на климат (т. е. смягчить последствия изменения климата) и повысить устойчивость к изменению климата (т. е. адаптироваться к изменению климата).

Повышенный климатический скептицизм жителей Эстонии создает очень высокий барьер для смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним. Одних знаний недостаточно, чтобы действовать. Нужны также основанные на этих знаниях ценности, установки и навыки. Отсюда вытекает необходимость ясной государственной политики в области просвещения населения по вопросам изменения климата.

В рамках финансируемого Европейской экономической зоной проекта «КЛИМАТИЧЕСКИ ОСВЕДОМЛЕННЫ — Климатическая осведомленность от школы до общества: расширение возможностей детей, молодежи и учителей для снижения последствий изменения климата» мы сосредоточимся на развитии климатического образования в Эстонии. Мы будем делать это как в рамках формального, так и неформального образования, преследуя цель повысить уровень компетенций, необходимых для смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним. Наша цель — создать в Эстонии образовательную программу по вопросам изменения климата, охватывающую все уровни образования. Для этого мы разрабатываем образовательные стратегии, создаем учебные материалы и оказываем поддержку учителям.

Для начала мы определили состояние климатического образования на сегодняшний день. Мы просмотрели государственный учебный план и программы. Оказалось, что вопросы изменения климата рассматриваются отдельной темой только в рамках некоторых естественно-научных дисциплин. Однако и там климат ошибочно представлен лишь как составляющая местных условий окружающей среды. Отсутствие целостного подхода к глобальной климатической системе затрудняет интеграцию вопросов изменения климата в другие дисциплины.

Следующим шагом было прояснение ситуации с преподаванием. Мы проанализировали используемые в Эстонии учебники и провели опрос среди учителей. Оказалось, что в школьных учебниках отсутствует, к сожалению, современное научное понимание изменения климата. В учебных материалах нет объяснений относительно причин и последствий изменения климата. Более того, вопросы смягчения последствий и адаптации к изменению климата вообще не рассматриваются. С одной стороны, опрос учителей дал весьма положительный отклик: подавляющее большинство учителей считают изменение климата важной проблемой и согласны заниматься самообразованием по этой теме. С другой стороны, учителя сетуют на то, что не хватает современных учебных пособий на эстонском языке, посвященных проблеме изменения климата. В частности, учителя по дисциплинам, отличным от естественно-научных, утверждают, что им не хватает знаний о том, как интегрировать климатическую проблематику в преподавание.

Первое учебное пособие «Азбука изменения климата», созданное в рамках проекта «КЛИМАТИЧЕСКИ ОСВЕДОМЛЕННЫ», призвано восполнить эти пробелы. В нем можно найти краткое изложение современных научных представлений об изменении климата. Учебный материал опирается на климатические рапорты Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) и других организаций, обобщая данные рецензируемых климатических исследований. В нем рассматриваются причины и последствия изменения климата, а также меры по смягчению этих последствий и адаптации к ним. Учебное пособие было создано совместными усилиями партнеров проекта и протестировано в марте 2023 года на четырех учебных курсах в Тарту, Пярну, Нарве и Таллинне, а также в электронной учебной среде Moodle.

«Азбука изменения климата» доступна всем интересующимся на странице учебных инструментов проекта «КЛИМАТИЧЕСКИ ОСВЕДОМЛЕННЫ» на сайте kliimatarused.ut.ee. Пособие предназначено для всех жителей Эстонии. Оно включает в себя заставляющие задуматься задания, видеоматериалы, а также лаконичный текст с большим количеством ссылок. При желании текст можно распечатать.

Большое спасибо всем, кто принял участие в подготовке этого учебного пособия. Успехов в обучении!

Климатическая осведомленность меняет общество, а не климат.

Пийа Пост и Велле Толль

Сентябрь 2023 года

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КУРСА «АЗБУКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА»

В рамках ниже приведены основные положения курса.

- ▶ **Климат становится теплее**
- ▶ **Причиной потепления климата является человек**
- ▶ **Изменение климата наносит ущерб природе и человеческому обществу**
- ▶ **Для сдерживания потепления климата необходимо масштабное сокращение объемов выбросов парниковых газов**
- ▶ **К изменению климата придется адаптироваться**

Вводное задание:

Ознакомившись с основными положениями, ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы

Что, по вашему мнению, является самым важным в каждом пункте?

Что вы уже знаете, а где есть пробелы?

Что вы хотели бы знать?

Учебная инструкция и пояснение по используемым цветам и стилям текста

«Азбука изменения климата» в первую очередь предназначена для самостоятельного изучения. В ней содержатся основные тематические положения, теоретические объяснения и рисунки. Кроме того, в каждом подразделе есть задания для размышлений и закрепления знаний. Мы крайне рекомендуем выполнить их. В конце каждого подраздела приведены ссылки на дополнительные материалы.

Учебное пособие состоит из трех глав: (А) причины изменения климата, (В) последствия изменения климата и (С) решения по снижению негативных последствий изменения климата. Для более удобного восприятия текста каждая глава выделена разным цветом: причины — синим, последствия — красным, решения — зеленым. Основные положения подразделов также выделены соответствующими цветовыми рамками. Таким образом оформлены все основные положения, включая представленные на этой странице основные положения всего курса.

Пример стиля представления заданий можно также увидеть выше. Они помещены между двумя вертикальными линиями.

ВВЕДЕНИЕ: ПИЛИМ СУК, НА КОТОРОМ СИДИМ

Все мы являемся частью природы: нанося ущерб природной среде, мы также вредим себе. Природа обеспечивает нас едой, питьевой водой, чистым воздухом, ресурсами для строительства, лекарствами и другими жизненно необходимыми вещами ([IPBES 2019](#)). Развитие технологий и промышленности предлагает нам все больше материальных благ, однако, к сожалению, эти блага в значительной степени достигаются за счет нанесения ущерба окружающей среде ([UNEP MPN 2021](#)). Мы должны прекратить наносить ущерб природе, чтобы обеспечить качество жизни будущих поколений ([UNEP MPN 2021](#); рис. S1.1). Необходимы фундаментальные экономические и социальные изменения, чтобы остановить разрушительное воздействие нашей деятельности на природу. ([UNEP MPN 2021](#)).

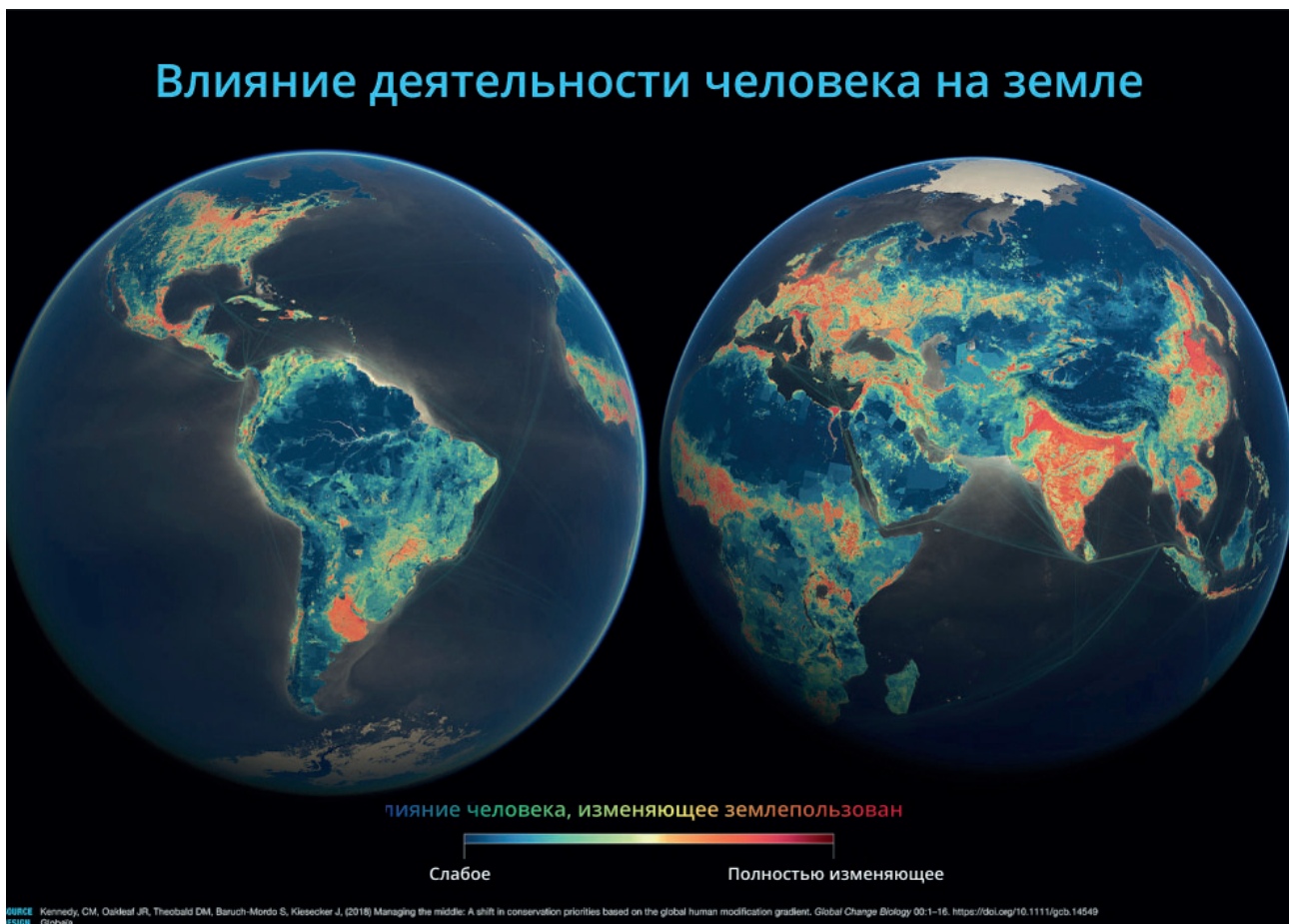


Рисунок S1.1 Экологические последствия деятельности человека уже ощущаются практически повсеместно на Земле. На рисунке темно-синим цветом показана четверть суши Земли, которую мы еще не изменили под себя.

Источник: Kennedy CM, Oakleaf JR, Theobald DM, Baruch - Mordo S, Kiesecker J, (2018) Managing the middle: A shift in conservation priorities based on the global human modification gradient. *Global Change Biology* 00:1–16. <https://doi.org/10.1111/gcb.14549> <https://globaia.org/geophanies>

Одним из последствий чрезмерного использования ресурсов индустриально-потребительским обществом является изменение климата ([UNEP MPN 2021](#); [IPCC AR6](#)). Голоцен, то есть период, начавшийся примерно 12 000 лет назад после последней ледниковой эпохи, привел к климатическому балансу, при поддержке которого развивалась и выжила человеческая цивилизация ([Steffen и др. 2015](#); [stockholmresilience.org](https://www.stockholmresilience.org)). Если климатический баланс будет нарушен, то доступность природных благ, включая еду и питьевую воду, и вся человеческая цивилизация окажутся под угрозой. Для сохранения баланса вся наша экономическая деятельность должна оставаться в планетарных границах Земли. Для сохранения природного баланса, планетарные границы установлены как для изменения климата, так и для проблемы загрязнения окружающей среды, истончения озонового слоя,

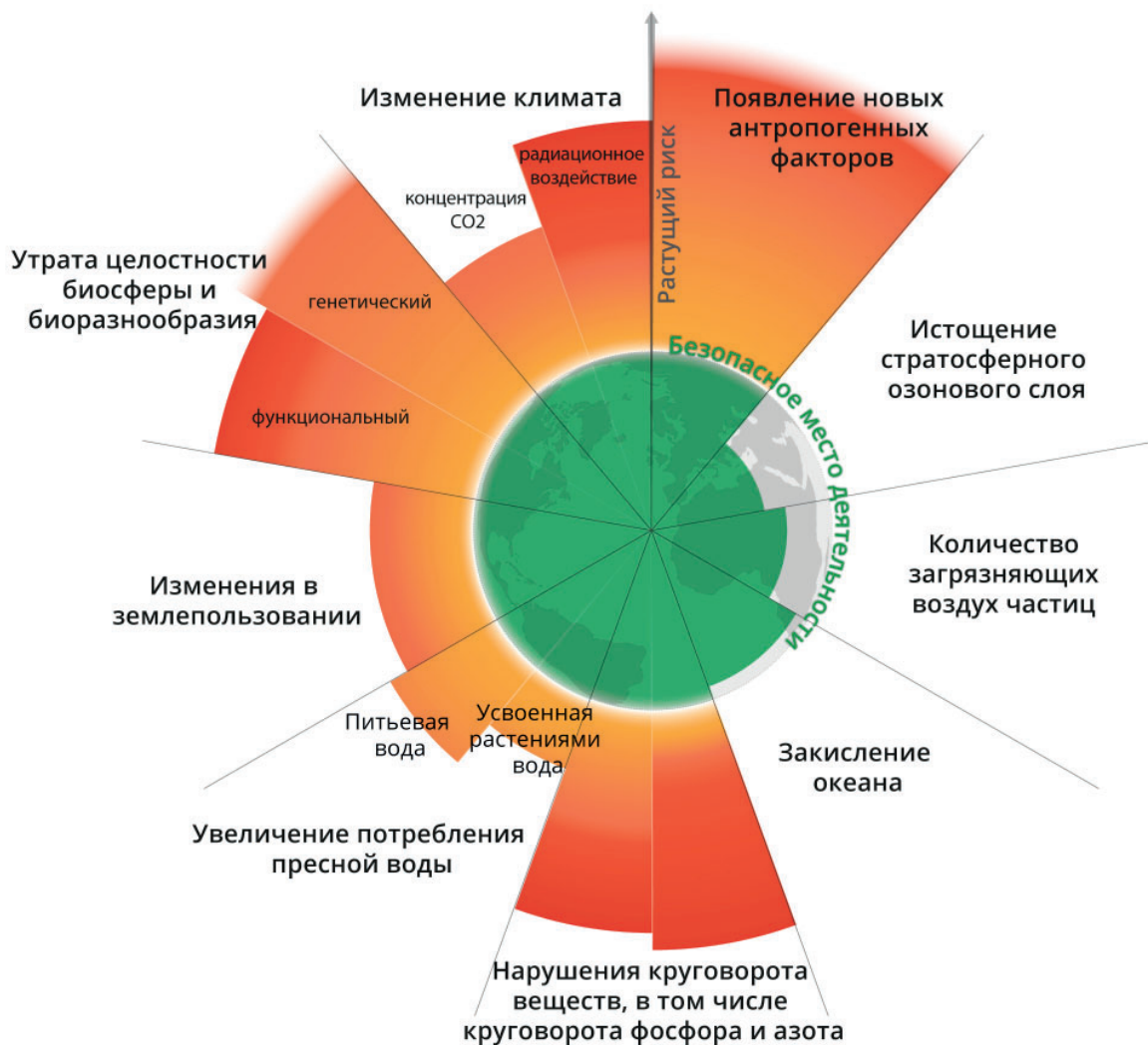


Рисунок S1.2 Для того чтобы остановить наше разрушительное воздействие на природу, операционное пространство человечества должно оставаться в пределах несущей способности Земли. Помимо изменения климата, существует предел толерантности для потери биоразнообразия, загрязнения окружающей среды, разрушения озонового слоя, частиц загрязняющих воздух, закисления Мирового океана, нарушения круговорота веществ, пресной воды и землепользования (Steffen et al. 2015). Мы уже превысили пороги толерантности в отношении изменения климата, потери биоразнообразия, изменения землепользования, нарушения круговорота питательных веществ, потребления пресной воды и накопления новых антропогенных воздействий.

Источник: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> & <https://kestlikuarengukeskus.ut.ee/et/sisu/kuidas-moista-kestlikku-arengut>

количества загрязняющих воздух частиц, закисления океана, нагрузки фосфора и азота, использования пресной воды и земли и сокращения биоразнообразия (Рис. S1.2; Steffen и др. 2015). Мы уже перешли порог опасности большинства границ, из-за чего необходимо существенно снизить воздействие человека на природную среду (stockholmresilience.org). Вместо того, чтобы максимально увеличивать краткосрочный экономический рост, нам следует создавать благополучие для себя таким образом, чтобы не нарушать баланс Земли ([UNEP MPN 2021](http://unep.org)).

Поскольку ухудшение окружающей среды становится все более очевидным, а наводнения, тепловые волны и засухи, вызванные изменением климата, возникают почти везде, все больше людей задаются вопросом: «Как я могу внести свой вклад в защиту климата и природы?» А также меняют свое потребительское поведение, поддерживают социальные реформы и зеленую политику, продвигая демократию участия.

В школе планируется дискуссия на тему: «Климатический кризис является лишь частью более широкого экологического кризиса», и вас попросили руководить ею. Подготовьтесь к обсуждению заранее и запишите идеи, которые точно будут озвучены во время дискуссии.

А. ПРИЧИНЫ

Компоненты климатической системы

Прежде чем читать текст, возьмите лист бумаги и набросайте компоненты климатической системы Земли. Вспомните и запишите все, что вы об этом знаете. Когда компоненты будут записаны, попробуйте показать с помощью стрелок, каким образом они могут быть связаны между собой. Обратите внимание на пробелы в своих знаниях! Возможно, у вас уже появились некоторые вопросы о климатической системе, на которые вы не знаете ответов, — запишите их!

A1 Климат и климатическая система

Система Земли или климатическая система, состоит из пяти компонентов: атмосферы (воздух), гидросферы (вода), криосферы (лед), литосферы (земная кора и почва) и биосферы (живая природа). Все компоненты взаимосвязаны, т. е. взаимодействуют друг с другом (Рис. А1.1). Порой описание погоды или климата ограничивается атмосферой, где важные изменения происходят гораздо быстрее, чем в других сферах (Для иллюстрации этого посмотрите видеоролик “Изменение погоды на Земле по наблюдениям со спутников с 2021 г. Источник: EUMETSAT. Год погоды 2021” на [YouTube](#)).

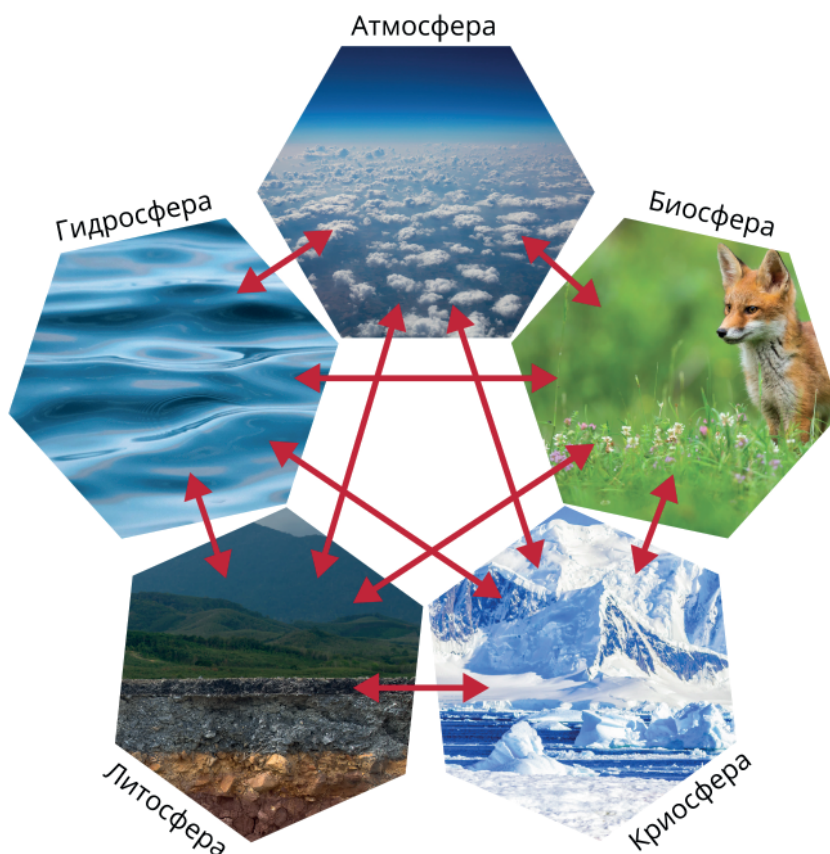
В узком смысле климат определяется как совокупность погодных условий на определенной территории за длительный период времени. Однако в узком смысле климат не является просто средней погодой, он также включает в себя экстремальные погодные условия. Например, климат Тарту в 20-м веке можно описать с помощью данных о погоде в этом городе: насколько тепло и дождливо было в Тарту в 20-м веке, насколько сильными были штормовые ветра, как часто они случались и т. д.

Сравните составленную вами схему с рисунком (A1.1) и прочитанным текстом. Какие различия вы видите? Как вы считаете, разница в деталях или в важных аспектах?

Со времен промышленной революции, т. е. в течение последних нескольких сотен лет, мы все сильнее нарушаем баланс климатической системы, сжигая ископаемое топливо, вследствие чего климат становится теплее. В чем заключается баланс

Рисунок А1.1 Система Земли или климатическая система состоит из атмосферы (воздуха), гидросферы (воды), криосферы (льда), литосферы (земной коры и почвы), биосферы (биоты) и взаимодействия между всеми этими компонентами.

Источник: https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_system#/media/File:Climate-system.jpg



климатической системы? Энергия поступает в климатическую систему Земли от Солнца и уходит в виде теплового излучения, испускаемого Землей (Рис. А1.2). Равновесие существует, когда количество энергии, поглощаемой климатической системой, и количество энергии, покидающей ее, равны, т. е. сильного потепления или похолодания климата не происходит. Когда что-то нарушает энергетический баланс, например человеческая деятельность, то климат меняется. Климат становится теплее, когда климатическая система получает от Солнца энергии больше, чем отдает.

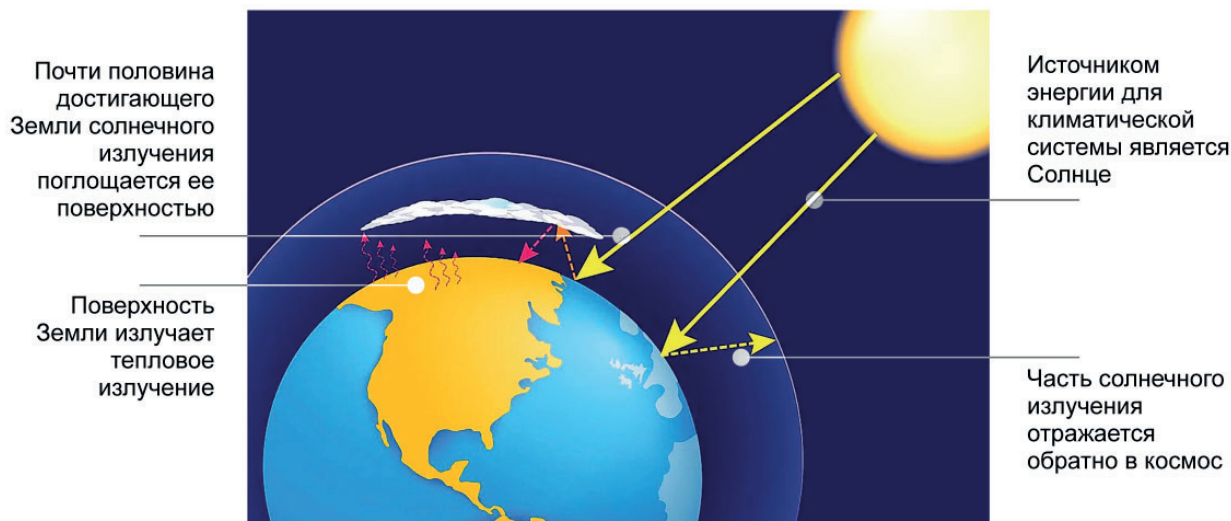


Рисунок А1.2 Количество поглощенной Землей солнечной энергии несколько превышает количество теплового излучения, покидающего Землю, поскольку антропогенные парниковые газы дополнительно поглощают тепловое излучение, усиливая парниковый эффект в атмосфере. Энергия накапливается в климатической системе, т.е. климат теплеет до тех пор, пока повышение температуры не станет достаточно большим, чтобы восстановить равновесие между количеством поглощенной и высвобожденной климатической системой энергии.

Источник: <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/climate-change/how-does-the-greenhouse-effect-work/>

- ▶ **Климатическая система состоит из атмосферы, гидросферы, криосферы, литосферы и биосферы.**
- ▶ **Климатические условия определяются балансом между поглощаемой солнечной энергией и испускаемой тепловой энергией.**

Дополнительный материал

[Определение климата от Met Office](#)

[Met Office об энергетическом балансе Земли](#)

[Видео Джейкоба Сили об энергетическом балансе Земли](#)

А2 Откуда мы знаем, что климат становится теплее?

С какими экстремальными погодными условиями вы сталкивались? Связывали ли вы их с изменением климата? Как вы лично ощущаете изменение климата?

Температура воздуха последовательно измеряется с 1850 года. Температурные измерения показывают, что климат Земли стал значительно теплее после промышленной революции ([IPCC AR6 WGI](#)). В 2011–2020 годах средняя глобальная температура воздуха повысилась

на 1,1 градуса (Рис. А2.1) по сравнению с периодом до промышленной революции, причем температура над сушей повысилась в среднем на 1,6 градуса ([IPCC AR6 WGI](#)). Потепление примерно на один градус является беспрецедентным по крайней мере для последних нескольких тысяч лет. Оно уже привело к значительным изменениям климата во всем мире ([IPCC AR6 WGI](#)). Последние четыре десятилетия подряд были более теплыми, чем любое предыдущее десятилетие с 1850 года. Кроме того, происходит потепление верхних слоев тропосферы и Мирового океана, сокращается площадь арктического морского льда, тают ледники, усиливается круговорот воды в атмосфере, то есть учащаются наводнения и засухи, повышается уровень моря ([IPCC AR6 WGI](#)). В целом, поступление энергии в климатическую систему, т. е. потепление климата, ведет к изменению климата во всем мире, и здесь, в Эстонии, это хорошо заметно.

► **Потепление климата подтверждают последовательные данные измерений с 1850 года.**

Доказательства потепления

Ученик Мадис, слышал, что климат становится теплее, и теперь хочет понять, откуда мы это знаем. Как помочь Мадису выяснить, что является доказательствами потепления? Что еще следует узнать Мадису?

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGI Ch2](#)

[Резюме IPCC AR6 WGI для политиков](#)

[Интерактивный атлас IPCC](#)

А3 Изменения климата в Северной Европе и Эстонии до настоящего времени

Изменения климата, произошедшие в результате глобального потепления, проявляются во всем мире по-разному. В Европе температура воздуха за последние тридцать лет повышалась на 0,5 °C за десятилетие, что более чем в два раза превышает среднемировой показатель ([WMO 2022](#)). В Эстонии участились как жаркие дни, так и тропические ночи ([BACC II](#)). Сильнее всего потеплела весна, причем ранняя весна наступает все раньше ([Jaagus, 2006](#)). Количество осадков в Северной Европе увеличилось, особенно зимой ([IPCC AR6 WGI Климат Европы](#)). В Эстонии уменьшилась толщина снежного покрова и его продолжительность. В зависимости от региона постоянный снежный покров тает на 10–30 дней раньше ([Viru и Jaagus, 2020](#)).

Изменения климата в Эстонии

Составьте таблицу, сравнивающую изменения климата в Эстонии и во всем мире! Какой вывод можно сделать из таблицы?

- **Потепление в Северной Европе происходит быстрее, чем в среднем по миру, также увеличилось количество осадков.**
- **В Эстонии уменьшилась толщина снежного покрова и его продолжительность**

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGI Климат Европы](#)

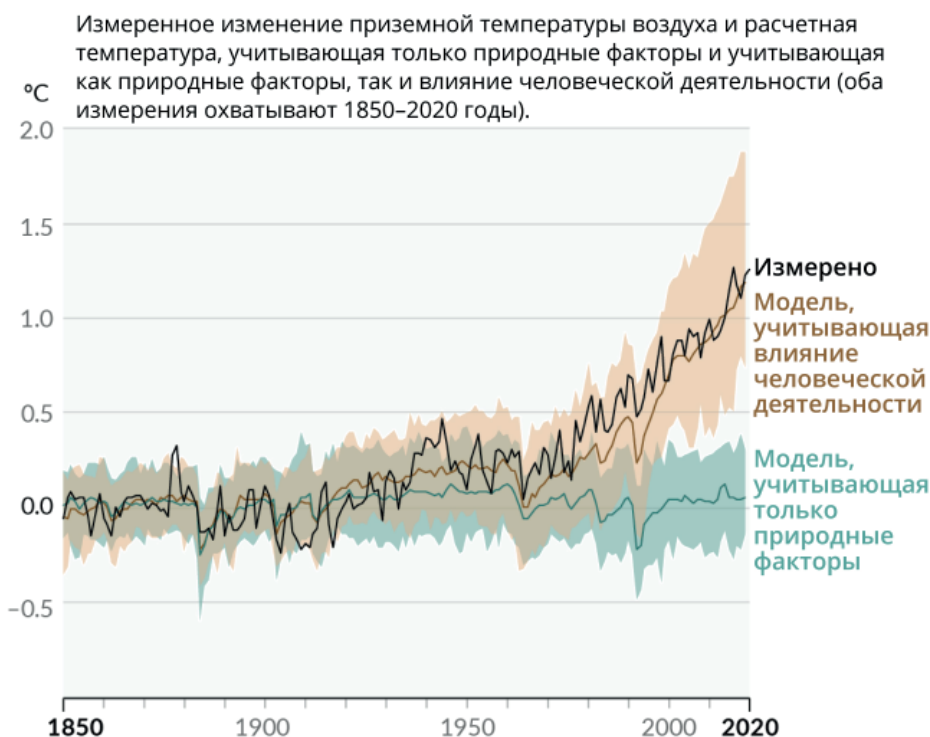
[ВАСС II: Изменения климата в регионе Балтийского моря](#)

А4 Потепление климата вызвано деятельностью человека

Влияние деятельности человека на потепление климата

Как бы вы сравнили воздействие на климат человеческой деятельности и природных факторов после промышленной революции? К каким данным и источникам информации вы бы обратились для исследования этого вопроса? Могут ли отражающиеся на потеплении климата деятельность человека и природные факторы иметь одинаковую силу влияния?

Именно мы, люди, являемся основной причиной потепления климата, начавшегося после промышленной революции (Рис. А4.1). В частности, наша деятельность, в ходе которой в атмосферу выбрасываются парниковые газы: промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство и т. д. Влияние природных факторов на климат после промышленной революции составляет менее одной десятой от всего влияния человеческой деятельности (Рис. А4; [IPCC AR6 WGI](#)). Парниковые газы, такие как углекислый газ, метан, оксид диазота и озон, поглощают тепловое излучение, из-за чего климат Земли становится теплее (Рис. А1.3). Поступление новых парниковых газов в атмосферу будет приводить к потеплению климата



Источник: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-1>

Рисунок А4.1. С момента промышленной революции деятельность человека привела к повышению средней глобальной температуры приземного слоя воздуха на 1,1 градуса. Измеренная глобальная температура воздуха и температура, рассчитанная по модели, учитывающей влияние человеческой деятельности, очень похожи. Значительного потепления за счет естественного воздействия не произошло. Источник: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-1>



Рисунок А4.2. Деятельность человека привела к увеличению концентрации углекислого газа в атмосфере Земли. Временной ряд среднемесячной концентрации углекислого газа [ppm] демонстрирует как сезонные колебания, так и устойчивый долгосрочный рост концентрации. В обсерватории Мауна-Лоа на Гавайях концентрация углекислого газа в атмосфере измеряется с 1950-х годов. Источник: https://scrippsco2.ucsd.edu/graphics_gallery/mauna_loa_record/mauna_loa_record_color.html

до тех пор, пока количество тепловой энергии, излучаемой в космос, вновь не сравняется с количеством поглощаемого солнечного излучения. Мы знаем, сколько парниковых газов мы выбросили в атмосферу (Рис. А4.2), мы также знаем, сколько теплового излучения поглощают парниковые газы. Это значит, что степень влияния парниковых газов, вызванных результатом деятельности человека, известна с высокой точностью.

Энергетический баланс в климатической системе

Ученики решили сами построить механическую модель климата, чтобы объяснить одноклассникам связь между деятельностью человека и парникового эффекта в атмосфере. Они нашли подходящий пример на YouTube и построили модель климата! Ученики попросили вас объяснить простым языком содержание видеоролика Джейкоба Сили, чтобы они могли успешно представить свою модель климата одноклассникам. Какие вопросы можно задать детям и на какие аспекты обратить их внимание, чтобы помочь им найти самые важные моменты в видео?

Влияние деятельности человека на потепление климата

Ваша хорошая знакомая Мари слышала, что в школе вы изучаете проблему изменения климата. Мари знает о доказательствах, которые свидетельствуют о потеплении климата. Но Мари не понимает, почему ученые говорят: «Потепление климата вызвано деятельностью человека». Как бы вы разъяснили Мари имеющиеся доказательства влияния деятельности человека на изменение климата?

- ▶ **Влияние деятельности человека на потепление климата доказано измерениями, а также ясным естественно-научным пониманием причин глобального потепления.**

Дополнительный материал

[Резюме IPCC AR6 WGI для политиков](#)

[IPCC AR6 WGI Ch3](#)

[Анимация](#) о влиянии разных факторов на потепление

А5 Источники выбросов парниковых газов

Большая часть выбросов парниковых газов, обусловленных деятельностью человека, связана с ископаемым топливом (Рис. А5.1). Меньшая доля приходится на сельское хозяйство, сбор и утилизацию отходов, влияние деятельности человека на землепользование, а также производство цемента ([IPCC AR6 WGIII](#)). В настоящее время около 85% энергии во всем мире мы получаем из ископаемого топлива, в основном из каменного угля, нефти и природного газа. Рост мирового населения и экономики привел к увеличению потребления энергии, что стало, в свою очередь, причиной увеличения объемов выбросов парниковых газов ([IPCC AR6 WGIII](#); Рис. А5.1). За 150 лет население Земли увеличилось примерно в шесть раз. Мы потребляем почти в двадцать раз больше энергии, чем 150 лет назад. Однако рост населения не везде одинаково влияет на объемы выбросов парниковых газов — эмиссия из регионов с низким уровнем дохода составляет лишь небольшую часть от глобальных объемов выбросов. Если средний выброс углекислого газа, приходящийся на одного человека в Африке, составляет 1,1 тонны в год, то вклад жителя Северной Америки — 17,6 тонны, а жителя Европы — 7,6 тонны ([Our World in Data](#)). Другими словами, образ жизни людей имеет большее значение, чем их количество.

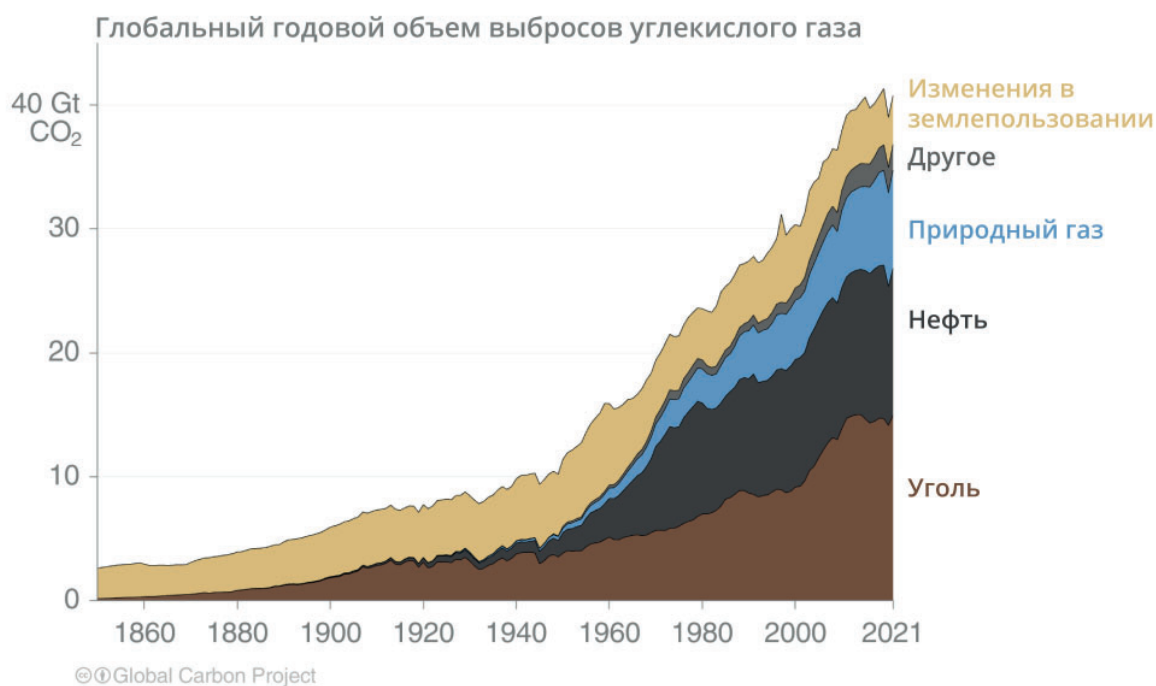


Рисунок А5.1. Глобальные годовые выбросы углерода. Антропогенные выбросы углекислого газа из различных источников в период с 1850 по 2021 г. Большая часть антропогенного углекислого газа поступает из ископаемого топлива. Источник: https://robbieandrew.github.io/GCB2022/PNG/s85_2022_Total_Emissions_by_source.png

Факторы, способствующие образованию выбросов

В 2021 году глобальные выбросы углекислого газа, составили 37,12 миллиарда тонн, или 4,69 тонны на человека. Рассчитайте, какой будет глобальная эмиссия, если на каждого человека (7,91 миллиарда человек в 2021 году) приходилось бы столько же выбросов углекислого газа, сколько на среднего жителя Эстонии (7,86 тонны CO₂ на человека в год), и какой будет глобальная эмиссия, если на каждого человека приходилось бы столько же выбросов, сколько на среднего жителя Эфиопии (0,15 тонны CO₂ на человека в год). Чем может быть обусловлена такая большая разница? Что эта разница может означать для разработки глобальной климатической политики?

- ▶ Парниковые газы, как результат деятельности человека, образуются в основном при сжигании ископаемого топлива.
- ▶ Рост производства и потребления энергии привел к увеличению выбросов парниковых газов, образовавшихся в результате деятельности человека.

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGIII Ch2](#)

[Атлас](#) глобального углеродного бюджета

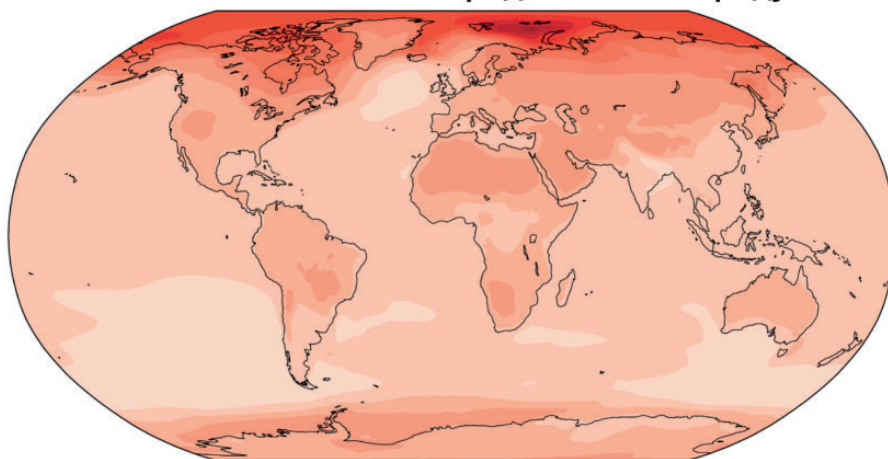
[Анимация от НАСА Годдард о круговороте углекислого газа в атмосфере](#)

А6 Будущее климата зависит от нас

Будущее климата Земли зависит прежде всего от нашего поведения и выбора. С одной стороны, важно, как мы организуем экономику, как производим энергию и продукты питания, как управляем почвами и лесами, насколько энергоэффективны наши дома, какие средства передвижения используем, каких изменений требуем на политическом уровне и насколько много мы используем природных ресурсов в целом. С другой стороны, не менее важно, в какой степени нам удастся сохранять и восстанавливать живую природу. Чем больше парниковых газов выбрасывается в атмосферу в результате человеческой деятельности, тем интенсивнее происходит потепление климата (Рис. А6.1). Состояние экосистем, как и количество выбросов парниковых газов, зависит от нашего поведения — от способов производства и потребления, изменения численности населения и т. д. Ученые подсчитали, как много парниковых газов человечество, вероятно, еще выбросит в атмосферу в течение 21-го века ([IPCC AR6 WGI](#)). На основании этого ученые-климатологи составили климатические прогнозы, основанные на различных сценариях поведения человека, для подсчета объемов выбросов парниковых газов ([IPCC AR6 WGI](#)).

Самый оптимистичный сценарий предполагает, что мы быстро достигнем ситуации, когда мы суммарно перестанем добавлять парниковые газы в атмосферу. Для этого сценария мы должны были бы сократить выбросы парниковых газов уже в этом десятилетии более чем в два раза ([IPCC AR6 WGIII](#)). К сожалению, достичь этого уже нереально, поскольку объемы выбросов продолжают расти ([UNEP 2022](#)). Самый пессимистичный сценарий предполагает, что выбросы парниковых газов будут продолжать расти, т. е. нам вообще не удастся сократить объемы выбросов. Другие сценарии находятся между этими двумя. Такие основанные на количестве выбросов прогнозы называются климатическими проекциями ([Глоссарий IPCC](#)).

Глобальное потепление в среднем на 1,5 градуса



Глобальное потепление в среднем на 4 градуса

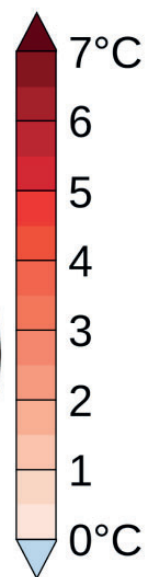
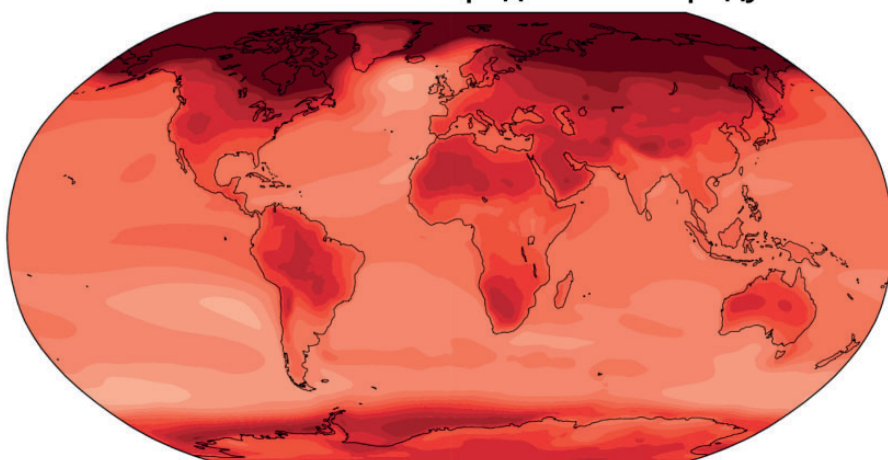


Рисунок А6.1 Прогнозируемое изменение температуры. Степень глобального потепления к концу века будет в значительной степени зависеть от того, какой выбор сделает человечество, т.е. от антропогенных выбросов парниковых газов. На рисунке слева показано изменение приземной температуры воздуха к концу века, если выбросы удастся быстро сократить. А справа - если выбросы не будут сокращены (МГЭИК AR5 SYR).

Источник: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/summary-for-policymakers/>

Климатические проекции

Студентка Юлле, которая глубоко интересуется проблемой изменения климата, нашла сайт <https://myclimatefuture.info/> и теперь хочет узнать у вас, в чем принципиальная разница между сценарием, по которому нас ждет сильное потепление (англ. high warming), и сценарием, по которому климатические обещания (англ. climate promises) будут выполнены? Как бы вы объяснили Юлле эту разницу?

- ▶ **Степень изменения климата в ближайшем будущем зависит в первую очередь от поведения человека.**

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGIII Ch2](#)

В ПОСЛЕДСТВИЯ

В1 Будущее климата Земли

Прежде чем начать читать текст, опишите, какие изменения климата Земли могут ожидать нас в этом столетии! В каких изменениях вы уверены, а какие являются скорее слухами? Где можно найти более подробную информацию?

По сравнению с периодом до промышленной революции к концу этого столетия средняя температура воздуха повысится на 1,5–4,5 градуса ([IPCC AR6 WGI](#)). Насколько сильно будет происходить потепление климата, зависит от нас самих, иными словами, от объемов выбросов парниковых газов. Масштаб очень многих изменений в климатической системе напрямую зависит от силы глобального потепления. Чем сильнее потепление, тем сильнее и чаще возникают тепловые волны, идут проливные дожди и наступают засухи ([IPCC AR6 WGI](#)). Усиление круговорота воды в атмосфере приводит к увеличению количества осадков в регионах с большим количеством осадков и уменьшению количества осадков в засушливых регионах ([IPCC AR6 WGI](#)).

Если не сократить выбросы парниковых газов, к концу этого столетия уровень Мирового океана поднимется примерно на полтора метра. При более интенсивном потеплении возрастает вероятность пересечь критические пределы климатической системы, или переломные моменты, когда многие природные процессы станут необратимыми ([IPCC AR6 WGI](#)). Возможные переломные моменты включают в себя частичное таяние антарктического ледника и глобальное повышение уровня воды более чем на 15 метров к концу века, серьезные изменения в циркуляции океанических вод и воздуха, а также исчезновение тропических лесов ([IPCC AR6 WGI](#)). Потенциальным переломным моментом также является таяние вечной мерзлоты, вследствие чего из почвы выделяются парниковые газы — углекислый газ и метан. Метан — это парниковый газ, который влияет на потепление климата более чем в десять раз сильнее, чем углекислый газ. Прохождение переломных моментов вызовет необратимые изменения, характер и влияние которых на оставшуюся часть климатической системы мы даже не можем до конца предсказать.

- ▶ **Без сокращения выбросов парниковых газов климат Земли потеплеет на несколько градусов, что приведет к более экстремальным погодным условиям.**
- ▶ **При сильном потеплении возрастает вероятность пересечения критических пределов климатической системы или переломных моментов, после чего многие природные процессы станут необратимыми.**

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGI Ch4](#)

[IPCC AR6 WGI Ch11](#)

[Tipping points](#)

В2 Будущее климата в Северной Европе и Эстонии

Климатические проекции показывают, что потепление в Европе по сравнению со среднемировым показателем становится интенсивнее. Средняя температура в Северной Европе к середине этого века повысится на три градуса по сравнению со средней температурой во второй

половине 19-го века. Температура в последние десятилетия 21-го века уже сильно зависит от поведения человека. По пессимистическому сценарию, средняя температура повысится более чем на пять градусов, а по оптимистическому — на три градуса ([Атлас IPCC](#)).

Тепловые волны и проливные дожди учащаются в Северной Европе, в том числе и в Эстонии. Вместе с потеплением годовое количество осадков в Северной Европе увеличится, как и число наводнений, вызванных обильными осадками. Зимой в Северной Европе, включая Эстонию, осадков будет все больше, увеличится также количество осадков летом ([IPCC AR6 WGI Климат Европы](#)). Продолжительность снежного покрова сокращается, весенних паводков почти нет, что, в свою очередь, увеличивает риск весенней засухи ([IPCC AR6 WGI](#)). Количество снега значительно сокращается по всей Европе, исключение составляют Скандинавские горы. Не исключены, однако, экстремальные годы, когда количество выпавшего снега превысит даже предыдущие рекордные годы ([BACC II](#)).

В какой степени ваше описание климата будущего совпало с описаниями в пунктах В1 и В2?

- ▶ Потепление в Европе происходит быстрее, чем в среднем по всему миру, увеличивается частота и интенсивность тепловых волн. Количество осадков в Северной Европе увеличивается, а продолжительность снежного покрова сокращается.

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGI Климат Европы](#)

[BACC II Изменения климата в регионе Балтийского моря](#)

В3 Изменение климата снижает биоразнообразие

Какие факторы, связанные с деятельностью человека, влияют на живую природу? Какова роль изменения климата в снижении биоразнообразия?

Мы нанесли серьезный ущерб природе Земли. В глобальном масштабе 75% суши и 66% Мирового океана были так или иначе изменены человеком (([IPBES 2019](#), рис. S1.1). Почти каждый восьмой вид или миллион видов растений и животных, находится под угрозой исчезновения из-за деятельности человека, в том числе изменения климата: например, под угрозой находится 41% земноводных и 39% морских млекопитающих ([IPBES 2019](#)). Биоразнообразие в Европе и Эстонии также имеет явную тенденцию к снижению ([IPBES 2018](#)). За 27 лет заповедники Германии потеряли более 75% популяции летающих насекомых ([Hallmann и др. 2017](#)). За последние 70 лет 95% луговых сообществ исчезли из ландшафтов Эстонии ([Kukk и Kull 1997](#)), а 20% всех видов находятся под угрозой вымирания. В настоящее время глобальное вымирание видов происходит по меньшей мере в сто раз быстрее, чем естественная скорость вымирания за последние 10 миллионов лет.

За потерю биоразнообразия ответственны следующие факторы связанные с деятельностью человека: (1) изменение землепользования и, как следствие, потеря, ухудшение качества и фрагментация мест обитания; (2) распространение инвазивных видов; (3) загрязнение окружающей среды, включая сельскохозяйственные химикаты; (4) чрезмерная эксплуатация природных ресурсов, включая перелов рыбы, обезлесение, деградацию почвы, чрезмерную охоту; (5) изменения климата. Из этих факторов наиболее значительной на сегодняшний день

является потеря среды обитания в результате изменения землепользования. Однако, изменение климата, наряду с разрушением среды обитания становится главной причиной потери биоразнообразия ([IPBES 2019](#); [Newbold, 2018](#)). Изменение климата оказывает прямое воздействие на живую природу и усугубляет другие упомянутые выше факторы, приводящие к уменьшению биоразнообразия.

Изменение климата влияет на такие важные для видов условия окружающей среды, как температура и количество осадков. Поскольку все экосистемы и связанные с ними виды адаптированы к определенным условиям окружающей среды, с изменением климата условия, подходящие для экосистем и видов, будут меняться или исчезать. Изменение климата влияет как на природу, так и на экономические сферы, тесно связанные с природой, такие как производство продуктов питания, лесное хозяйство и рыболовство. Другими словами, потеря биоразнообразия снижает доступность природных благ и наносит ущерб нам самим.

► Наряду с разрушением мест обитания, изменение климата становится самой большой причиной потери биоразнообразия.

Дополнительный материал

[Рапорты IPBES](#)

Резюме отчетов IPBES [на эстонском языке](#)

[Рапорт BioClim](#)

Helm, A. (2021). [Глобальные изменения, природная среда и человек](#). Вебинар EENA

В4 Изменение климата снижает доступность природных благ

Что такое природные блага? Какие природные блага вы используете и каким образом? Как деятельность человека и изменение климата влияют на эти природные блага?

Природные блага или экосистемные услуги, — это блага, которые мы на постоянной основе получаем от экосистемы для поддержания нашего благосостояния. К ним относятся пища, вода и запас природных материалов, круговорот веществ, фотосинтез, чистый воздух, возможность проводить время на природе и т. д. Без всего этого наше существование будет затруднено или невозможно. В широком смысле мы понимаем экосистемные услуги как социально-экономическую концепцию, целью создания которой было остановить потерю биоразнообразия ([Millennium Ecosystem Assessment MEA, 2005](#)). Экосистема состоит из живых организмов и окружающей их среды, связанных между собой посредством сложных взаимоотношений. Если мы меняем эти взаимоотношения или окружающую среду в ходе нашей экономической деятельности, экосистемные услуги, крайне необходимые для нашего благополучия и существования, также оказываются под давлением (Рис. В4.1).

Экосистемные услуги описывают экономическую ценность предоставляемых природой благ. Если мы будем считаться с тем, что природа является основой нашей экономики, мы сможем принимать более обоснованные и взвешенные экономические решения, а также оценивать соотношение между краткосрочными экономическими выгодами и наносимым природе ущербом (IPBES 2019). Такой подход помогает понять, что нынешний рост экономики и благосостояния происходит в основном за счет природы. У экосистемных услуг цены нет, однако у них есть экономическая ценность, которую можно определить с помощью косвенных методов. Важно понимать, что таким образом мы лишь описываем ценность природы с потребительской точки зрения. Более важно то, что природа самоценна, независимо от тех материальных или нематериальных выгод, которые она может дать нам.



Рисунок В4.1. Благополучие человека по отношению к экосистемным услугам (ЭУУ) и классификации ЭУУ.

Хотя благополучие человека напрямую связано с функционированием экосистемы, современное потребительское общество не рассматривает экосистему как основу для поддержания жизни, что ставит под угрозу сохранение природных благ для будущих поколений. Поэтому экономическая деятельность человека часто оказывает прямое негативное влияние на экосистему, например, разрушая и загрязняя среду обитания. Человек также оказывает косвенное воздействие на экосистемы, например, посредством изменения климата. Изменение климата уже оказало значительное влияние на экосистемы и предоставляемые ими услуги. Например, изменение климата привело к большим изменениям в пресноводных экосистемах. Вследствие этого мы рискуем потерять необходимые нам экосистемные услуги — естественное очищение воды, функционирование круговорота веществ и места обитания многих видов.

Поскольку изменение климата привело к изменению режима осадков, доступность чистой питьевой воды находится под угрозой. На нашей широте крайне важны зимние осадки в виде снегопадов, а также весенние паводки. В последнее десятилетие теплые зимы привели к ослаблению весенних паводков. Когда за засушливой весной следует такое же лето и осень, результатом становится снижение уровня грунтовых вод, а также уменьшение уровня воды в озерах и водохранилищах.

Подумайте, в чем заключается недостаток концепции экосистемных услуг. Как представление об экосистеме как о поставщике услуг меняет наше представление о природе? Какие еще способы понимания природы могут способствовать сохранению окружающей среды?

- ▶ **Экосистемные услуги — это блага, которые мы получаем от экосистемы для нашего благополучия на постоянной основе.**
- ▶ **Потребительское общество не рассматривает экосистемы как основу для поддержания жизни.**
- ▶ **Экосистемные услуги не имеют цены, у них есть экономическая ценность. С ее помощью можно оценивать соотношение краткосрочной экономической выгоды и наносимого природе ущерба.**
- ▶ **Изменение климата снижает доступность экосистемных услуг.**

При исчезновении каких природных благ в вашем регионе вы бы подумали о смене места жительства?

Дополнительный материал

[Природные блага, или экосистемные услуги](#)

[Материалы проекта ELME](#)

[Минутная лекция: что такое экосистемные услуги?](#)

V5 Изменение климата угрожает обществу

Как вызванное изменением климата сокращение доступности природных благ может привести к климатической миграции? Можете привести такие примеры из недавней и более отдаленной истории?

Несмотря на то, что наибольшее повышение температуры наблюдается в Арктике и ближе к полюсам, именно жители Африки, Южной Азии и Тихоокеанского региона наиболее уязвимы к изменению климата. Почему?

Из-за роста населения, которому требуются все более ресурсоемкие продукты питания, увеличивается глобальная потребность в еде и питьевой воде: по сравнению с 2005 годом потребность в продуктах питания к 2050 году увеличится более чем наполовину ([FAO 2018](#)). Однако изменение климата уже сокращает доступ к еде и питьевой воде, особенно в более низких широтах. Деградация почв, снижение урожайности, опустынивание сельскохозяйственных угодий и гибель скота наиболее болезненно отражаются на Африке, уязвимыми также оказываются Азия и Тихоокеанский регион ([FAO 2018](#)). Потепление и продолжительные засухи истощают запасы питьевой воды, а также земельный фонд с плодородными почвами. Вызванные изменением климата проливные дожди и наводнения могут загрязнить питьевую воду, а повышение температуры в пресноводных водоемах может увеличить количество патогенных микроорганизмов в воде ([IPCC AR6 WGII](#)). По мере повышения уровня моря соленая вода может начать попадать в пресноводные водоемы и колодцы. Обусловленные изменением климата нехватка еды и питьевой воды, повышение уровня моря и т. п. могут вынудить более 200 миллионов человек покинуть свои дома к 2050 году ([Всемирный банк 2021](#)). Самая массовая миграция произойдет в странах Африки к югу от Сахары и в Южной Азии ([Всемирный банк 2021](#)).

Изменение климата приведет к более частым и сильным экстремальным погодным явлениям,

что также окажет влияние на инфраструктуру. При этом особенно страдает инфраструктура приморских (наводнения) и горных населенных пунктов (изменения в циркуляции воды, наводнения, оползни) ([IPCC AR6 WGII](#)). Изменения в циркуляции воды и ледниках наносят ущерб водоснабжению во многих населенных пунктах ([IPCC AR6 WGII](#)). Наводнения и оползни нарушают работу транспортных сетей и электросистем ([IPCC AR6 WGII](#)). Необходимо также учитывать связанные с экстремальными погодными явлениями комплексные риски. Например, ураганы могут сопровождаться наводнениями и сильными ветрами. Изменение климата уже оказывает значительное влияние на физическое и психическое здоровье людей. Все более экстремальные погодные и климатические явления приводят к исчезновению источников существования, а также снижению продовольственной безопасности. Непосредственные опасения относительно будущего влияют на здоровье человека не меньше, чем перечисленное выше ([IPCC AR6 WGII](#), см. также дополнительное задание T2).

Хотя изменение климата сильнее всего сказывается в экваториальных регионах, оно также влияет и на нас в Эстонии и Европе. В Европе прибрежные территории и поймы в западных регионах подвержены риску затопления из-за повышения уровня моря и возможного увеличения штормовых приливов ([Европейское агентство по окружающей среде 2017](#)). Уже сегодня в Европе более частые тепловые волны приводят к десяткам тысяч преждевременных смертей ([Европейское агентство по окружающей среде 2017](#)). В Эстонии растет риск гибели сельскохозяйственного урожая, тепловые волны становятся причиной повышенной смертности, а наводнения угрожают инфраструктуре ([План развития адаптации к изменению климата](#)).

- ▶ **Растущему населению требуется больше продуктов питания и питьевой воды, однако из-за изменения климата их доступность снижается.**
- ▶ **Изменение климата угрожает плодородию почв, а также снижает содержание в них гумуса. В свою очередь это приводит к снижению возможностей для производства продуктов питания.**
- ▶ **Изменение климата представляет угрозу инфраструктуре, особенно в приморских и горных районах.**
- ▶ **Изменение климата угрожает благополучию человека.**

Дополнительный материал

[Резюме РСС AR6 WGII для политиков](#)

[Рапорт FAO за 2018 год о глобальных продовольственных кризисах](#)

[Материал Европейского агентства по окружающей среде о влиянии изменения климата на почву](#)

С РЕШЕНИЯ

Мои потребительские привычки

Добавьте на рисунок товары и услуги, которые вам необходимы (на левом конце горизонтальной оси) или которые вы хотите (на правом конце горизонтальной оси), так, чтобы вертикальная ось отражала влияние этих товаров и услуг на окружающую среду (большое сверху и малое снизу). Какие товары попали в категорию «хочу, но не нужно» / «большое влияние на окружающую среду»? Как вы относитесь к тому, чтобы сделать свое потребительское поведение более экологичным? См. также дополнительное задание Т1!



С1 Сокращение выбросов парниковых газов

Для того чтобы остановить потепление климата, нам необходимо увеличить количество безопасной для климата энергии, такой как энергия ветра и солнца. Однако не менее важно в целом сократить производство и потребление ([IPCC AR6 WGIII; UNEP MPN 2021](#)). Это означает фундаментальные экономические и социальные изменения, которые помогут нам создавать благополучие без ущерба для природы и содействия потеплению климата ([UNEP MPN 2021](#)). Изменения должны происходить на уровне отдельных людей, местных самоуправлений, предприятий и государств, при этом решающее значение имеет международное сотрудничество (см. С3). Вместо того, чтобы выжимать последнее из краткосрочного экономического роста, общества должны обеспечивать благополучие, сохраняя климат и природу ([UNEP MPN 2021](#)). Безусловно, объемы выбросов нельзя сокращать за счет природного богатства. Помимо прочего, это усложнит неизбежную адаптацию к изменению климата.

- ▶ **Для сокращения выбросов парниковых газов необходима экологически чистая энергия, а также сокращение производства и потребления.**
- ▶ **Отдельные люди играют важную роль в изменениях и готовности их реализации.**

Придумайте конкретный план действий, каким образом вы, как учитель, вместе с учениками можете уменьшить влияние вашей школы на окружающую среду. Что это может быть за деятельность? Самостоятельно выращивать еду, изменить ценности, связанные с потреблением: быстрая мода, смарт-устройства, одноразовая упаковка, выбор транспорта и т. д. Как реализовать план действий?

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGIII](#)

C2 Роль отдельных людей и сообществ, предприятий и государств в сокращении выбросов

Роль отдельных людей и сообществ

Благодаря нашему выбору, мы, как отдельные лица, имеем возможность значительно сократить выбросы парниковых газов. Особенно это касается людей с более высокими доходами как на глобальном уровне (см. задание A5), так и на государственном ([IPCC AR6 WGIII](#)). Сколько я потребляю, и все ли это мне необходимо? Насколько энергоэффективен мой дом? Каким транспортом я пользуюсь? Что я ем? Могу ли я хоть в какой-то степени выращивать для себя еду? Вклад каждого человека в сокращение выбросов парниковых газов важен, поскольку это единственный способ удержать потепление климата на уровне, к которому мы могли бы адаптироваться ([IPCC AR6 WGII](#); [IPCC AR6 WGIII](#)). Большое количество людей готовы изменить свои привычки, чтобы улучшить состояние климата и окружающей среды ([EIB 2022](#)). Выбор и привычки каждого имеют здесь решающее значение; изменение экономики и политики зависит от поведения, ценностей и вклада каждого отдельного человека ([IPCC AR6 WGIII](#), Ch 5).

Делая свое поведение более экологичным, многие чувствуют себя сильнее, беря под контроль доступные изменения. Если мы будем определять наше благосостояние, опираясь не на потребление и внешние показатели, а на внутренние ценности и отношения, мы одновременно будем повышать уровень счастья и снижать воздействие на окружающую среду (см. дополнительное задание T1). Такое поведение имеет и общее преимущество: люди, которые сокращают потребление, являются более осведомленными и требовательными гражданами, поскольку они приложили усилия для перемен и вдохновляют других делать то же самое ([van Vuuren и др. 2018](#)). В то же время чувство приверженности зависит от аналогичного поведения окружающих людей. 67% жителей Эстонии считают, что сделают все возможное, чтобы сократить выбросы парниковых газов. Однако только 35% считают, что другие поступят так же ([EIB 2022](#)). Путаница возникает из-за отсутствия ясности в понимании того, какие изменения принесут наибольшую пользу, а также из-за зеленого камуфляжа ([Lamb и др. 2020](#)).

Коллективная деятельность имеет большее влияние, чем индивидуальная. Изменение экономической модели, а также сокращение производства и потребления поддерживает большое количество людей. Так, 43% жителей Эстонии поддерживают отказ от ожидания непрерывного экономического роста, 63% поддерживают сокращение потребления энергии, а 62% поддерживают сокращение производства и потребления ([Исследование экологической осведомленности населения Эстонии 2022](#)). Коллективная деятельность по сокращению выбросов означает создание сообществ, совместную работу во имя экологически устойчивых видов деятельности, организацию услуг в области экономики замкнутого цикла, а также активизм. До сих пор одной из наиболее важных ролей экологического активизма было повышение осведомленности — влияние акций протеста на осведомленность является значительным ([Thackeray и др. 2020](#)) и долговременным ([Smith 2021](#)). Климатические активисты смогли повлиять на политику государств посредством давления, которое они оказывают на находящихся у власти людей ([IPCC, AR6 WGIII, Ch. 1](#)), они также влияют на предприятия, работающие с ископаемым топливом, и местные самоуправления. Коллективный климатический активизм способствует также снижению беспокойства по поводу изменения климата (см. дополнительное задание T2; [Schwartz и др. 2022](#)).

Роль государств

В распоряжении государственных правительств имеется широкий спектр мер по смягчению последствий изменения климата и адаптации к ним: инвестиции, налогообложение, субсидии и прочие регуляции.

В частности, государства могут сделать следующее ([Maslin 2021](#)):

- ▶ регулярно анализировать государственный углеродный бюджет, который дает оценку баланса выбросов углерода и потенциала связывания углерода;
- ▶ поставить цель как можно скорее достичь углеродной нейтральности и подготовить четкий план по сокращению выбросов;
- ▶ прекратить субсидирование ископаемого топлива, ввести налог на его использование;
- ▶ создать и поддерживать низкоуглеродную инфраструктуру, включая общественный транспорт, утепление жилых домов и строительство пассивных домов;
- ▶ сохранять и восстанавливать природную среду, особенно богатые природные сообщества (леса, водно-болотные угодья), поддерживать экологически чистое и почвосберегающее, а также восстанавливающее сельское хозяйство;
- ▶ осуществлять сбалансированное и эффективное управление лесами, обеспечивая возможность секвестрации углерода в долговечных изделиях из древесины
- ▶ поддерживать и поощрять низкоуглеродное потребление, включая экономику замкнутого цикла, а также производство и потребление растительных продуктов питания;
- ▶ участвовать в международном сотрудничестве по глобальному сокращению объемов выбросов (см. СЗ Международная климатическая политика по сокращению выбросов).

Роль предприятий

Государства играют большую роль в направлении экономики на экологический путь, однако непосредственные рычаги, чтобы ответить на призыв к сокращению выбросов, в значительной мере находятся в руках предприятий. Предприятия могут (на основании [Maslin 2021](#)):

- ▶ поставить цель как можно скорее достичь углеродной нейтральности и подготовить четкий план по сокращению выбросов;
- ▶ внедрить механизмы для обеспечения прозрачности своей деятельности, чтобы избежать зеленого камуфляжа;
- ▶ использовать возобновляемые источники энергии и производить энергию на месте;
- ▶ минимизировать использование нового сырья и участвовать в экономике замкнутого цикла;
- ▶ отказаться от закупок углеродоемкой продукции и сотрудничать с ответственными партнерами;
- ▶ сделать экологически сознательный выбор центральным элементом деятельности предприятия.

- ▶ **Должны измениться выбор и предпочтения отдельных лиц, экономическая политика государств и приверженность предприятий экологическим целям.**
- ▶ **Люди готовы и могут изменить свое поведение. Если мы будем определять наше благосостояние, опираясь не на потребление и внешние показатели, а на внутренние ценности и отношения, мы одновременно будем повышать уровень счастья и снижать воздействие на окружающую среду.**

Дополнительный материал

[IPCC AR6 WGIII](#)

С3 Международная климатическая политика по сокращению выбросов

В 1992 году большинство стран мира подписали Рамочную конвенцию ООН об изменении климата, целью которой является предотвращение опасного воздействия деятельности человека на климат Земли (unfccc.int). Цель [Парижского соглашения по климату](#), подписанного в 2016 году, — удержать рост средней глобальной температуры после промышленной революции ниже двух градусов и приложить усилия, чтобы удерживать потепление в рамках полутора градусов. Несмотря на то, что потепление на полтора и два градуса оказывает сильное влияние на экосистемы и человеческое общество, оно не сравнимо с последствиями глобального потепления на три или четыре градуса ([IPCC SR15: IPCC AR6 WGIII](#)). Выполнение Парижского соглашения по климату — серьезный вызов. Чтобы глобальное потепление оставалось на уровне ниже полутора градусов, к середине 21-го века мы должны достичь климатической нейтральности, т. е. ситуации, при которой выбросы парниковых газов не превышают их связывания ([UNEP EGR 2021; IPCC AR6 WGIII](#)). Не менее важно установить цели в сфере биоразнообразия и климата, а также совместно спланировать действия с учетом обеих потребностей ([UNEP MPN 2021](#)).

Сегодня уже ясно, что тех конкретных целей по сокращению выбросов парниковых газов, которые установили страны, недостаточно для предотвращения опасного изменения климата (Рис. С3.1). Даже если странам мира удастся выполнить все свои определенные на государственном уровне обязательства по уменьшению выбросов (англ. *nationally determined contributions*), климат все равно потеплеет на 2,7 градуса ([UNEP EGR 2021](#)). В то же время без климатической политики объемы выбросов в последнее десятилетие были бы еще выше ([IPCC AR6 WGIII](#)). Тогда темпы роста антропогенных выбросов парниковых газов были медленнее, чем в позапрошлом десятилетии ([IPCC AR6 WGIII](#)).

► **Нынешняя климатическая политика недостаточна для избежания опасного изменения климата.**

Дополнительный материал

Рапорты [о сокращении выбросов](#) Программы ООН по окружающей среде

С4 Адаптация к неизбежному изменению климата

К каким изменениям климата вы уже адаптировались и каким образом? Возможно, вы уже предприняли меры по сохранению здоровья во время тепловых волн. К чему и каким образом, судя по всему, придется адаптироваться человеку в будущем?

Адаптация к неизбежному изменению климата необходима для снижения его негативных последствий. С одной стороны, изменение климата уже произошло, и нам необходимо считаться с изменившимися климатическими условиями. С другой стороны, объемы глобальных антропогенных выбросов парниковых газов продолжают расти, и нам уже сейчас необходимо готовиться к более серьезным изменениям климата в будущем. К предстоящим изменениям можно подготовиться на научном основании, опираясь на анализ климатических проекций. Хорошо спланированная адаптация сохраняет как ресурсы, так и человеческие жизни ([IPCC AR6 WGII](#)). Это потребует тщательного анализа рисков изменения климата, а также их смягчения для повышения устойчивости ([IPCC AR6 WGII](#)). Например, нам необходимо подумать о том, как обеспечить доступность врачебной помощи в экстремальных погодных условиях, а также о том, как каждый может защитить свое здоровье, предотвратив, например, тепловой удар. Инфраструктура и имущество могут быть защищены путем прогнозирования серьезных наводнений и ландшафтных пожаров.

Эстония и Европа должны быть готовы не только к изменению климата в своем регионе, но и к тем последствиям изменения климата, которые дойдут до нас из других частей мира. [«План развития адаптации к изменению климата в Эстонии»](#) направлен среди прочего на разработку систем мониторинга и предупреждения в случае экстремальных погодных условий, расширение возможностей спасателей, снижение рисков наводнений в ходе планирования действий, выращивание культур, которым подходят меняющиеся климатические условия, а также на развитие климатического образования. Каждый может подготовиться к изменению климата и экстремальным погодным явлениям. Например, можно узнать, как вести себя в случае стихийного бедствия или отключения инфраструктуры, а также быть готовым к кризисным ситуациям (см. также [руководство для кризисных ситуаций](#)).

Охрана и восстановление природы играют важную роль в адаптации к изменению климата ([IPCC AR6 WGII](#)). Разнообразие природы помогает смягчить негативные последствия изменения климата. Видовое разнообразие связано с обилием и разнообразием функций. Бедные видами насаждения гораздо менее устойчивы к последствиям изменения климата, таким как нашествия вредителей, засухи и другие экстремальные погодные явления, чем богатые видами насаждения. Разнообразные сельскохозяйственные ландшафты, которые являются местом обитания большого количества разных организмов, более устойчивы к воздействию климата, в том числе в условиях его изменения. Изменение климата принесет больше экстремальных погодных явлений, что, в свою очередь, приведет к увеличению риска неурожая, штормовых разрушений и проблем, вызванных чрезмерной влажностью. Разумная интеграция биоразнообразия и природных благ в ландшафт поможет снизить воздействие экстремальных погодных явлений и в то же время замедлить изменение климата

Представьте, что вы попали в экстремальную снежную бурю — электричества нет, а магазины закрыты. Насколько вам хватит запасов, чтобы справиться в такой ситуации? Чего не хватает? Как долго вы сможете справляться самостоятельно или с помощью близких людей? От чего это зависит? Какими могут быть долгосрочные решения?

Подумайте, что еще могла бы сделать Эстония, чтобы лучше подготовиться к изменению климата! См. также дополнительные задания «Т3 Острова тепла» и «Т4 Зоны наводнений»!

- ▶ Уже сейчас мы должны готовиться к более серьезным изменениям климата.
- ▶ Эстония должна быть готова как к местным климатическим изменениям, так и к воздействию климатических изменений, которые дойдут до нас из других частей света.

Дополнительный материал

Европейский портал по адаптации к [изменению климата Climate-ADAPT](#)

[Стратегия ЕС по адаптации к изменению климата](#)

[План развития Эстонии по адаптации к изменению климата](#)

[IPCC AR6 WGII SPM](#)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

T1 В чем заключается счастье?

Подумайте, каким образом сокращение потребления, а также вклад в саморазвитие, хорошие отношения и стремление изменить мир к лучшему могут повлиять на ваше самочувствие.

Исследователи мотивации проанализировали, какие цели ставят перед собой люди и каким образом эти цели соотносятся с субъективным чувством благополучия или счастья, а также симптомами депрессии и тревоги ([Kasser и Ryan, 1993, 1996, 2001](#); [Deci и Ryan, 2017](#)). В широком смысле стремления людей делятся на гедонистические, т. е. внешние — желание стать богаче, хорошо выглядеть и иметь власть / быть знаменитым; и эвдемонические, т. е. внутренние — желание вкладывать силы в саморазвитие и хорошие отношения, а также делать что-то, чтобы изменить мир к лучшему. Исследования различных социально-экономических слоев ([Martos и Kopp, 2014](#)), разных возрастных групп ([Williams и др., 2000](#), [Kasser и Ryan, 2001](#)) и регионов мира ([Grouzet и др., 2005](#); [Ryan и др., 1999](#); [Schmuck и др., 2000](#)) показывают, что внешние стремления однозначно связаны с более низким уровнем счастья и более высоким уровнем тревоги и депрессии, а внутренние стремления — с более высоким уровнем счастья и более низким уровнем тревоги и депрессии. Кроме того, люди с внешними жизненными стремлениями или целями оставляют больший экологический след ([Unanue и др., 2016](#)). Иными словами, погоня за богатством и материальными ценностями не только увеличивает пустую трату ресурсов, но и снижает уровень психологического благополучия людей, т. е. счастья. Эти результаты показывают, что добровольное ограничение потребления не обязательно снижает уровень субъективного счастья, дело как раз обстоит наоборот.

T2 Экологическая тревога

Беспокойство из-за климата и окружающей среды является растущей проблемой для душевного здоровья. Экологическая тревога, вызванная беспокойством по поводу последствий изменения климата, стала отдельной областью психологии ([Climate Psychology Alliance 2020](#)), которая рассматривает ее, например, как предтравматический стресс ([Kaplan, 2015](#)) или постоянную тревогу из-за надвигающихся климатических потрясений. Беспокойство по поводу климата вызвано тем, что общественные институты недостаточно занимаются управлением и предотвращением климатической проблемы, а также признанием того, что изменение климата является «коварной проблемой» ([Gilligan и Vanderbergh, 2020](#)). Последнее означает, что эта проблема должна быть решена в ограниченные сроки, что этим невозможно управлять централизованно, что занимающиеся этой проблемой лица сами ее также и обуславливают и ее решение замедляется продолжающимся иррациональным политическим выбором ([Levin и др., 2012](#)). На сегодняшний день 81% жителей Европы считают изменение климата самым большим вызовом 21-го века, однако только 48% думают, что их страна сможет справиться с климатическими обещаниями ([EIB 2022](#)). В такой ситуации выбор отдельного человека кажется ограниченным.

Как следует затрагивать тему изменения климата, учитывая возрастные особенности учащихся и не вызывая у них излишнего беспокойства? Как распознать экологическую тревогу у себя и учеников? Как помочь ученику, испытывающему экологическую тревогу?

Экологическая тревога отличается от других видов тревоги тем, что она вызвана реальным источником стресса, действительной проблемой, на которую человек реагирует беспокойством или страхом ([O'Brien и Elders, 2021](#)). Поэтому решение вопросов, связанных с душевным здоровьем человека, должно происходить одновременно с внедрением реальных социальных изменений ([Clayton, 2020](#)). Именно поиск конкретных решений в сетях поддержки приводит к климатической агентивности ([Pearse и др., 2010](#)), т. е. способности действовать против изменения климата. Поэтому важно сочетать различные методы снижения тревоги (см. также [Climate Psychology Alliance](#))

с реальными коллективными действиями, например присоединение к сообществам, которые разрабатывают конкретные планы адаптации и совместно готовятся к последствиям изменения климата, оказывают давление на правительства и предприятия с целью немедленного разрешения климатического кризиса, повышают осведомленность по теме [климата](#) и окружающей среды или развивают услуги экономики замкнутого цикла и т. п. для снижения влияния воздействия человеческой деятельности на окружающую среду.

T3 Острова тепла

Тепловые волны являются одними из самых опасных явлений, связанных с изменением климата. Тепловые волны усиливаются в городах и густонаселенных районах как эффект «теплового острова» и больше всего оказывают пагубное влияние на малообеспеченных городских жителей со слабым здоровьем, которым трудно охлаждаться самим и охлаждать свое жилище. У городских планировщиков и архитекторов есть возможность уменьшить воздействие тепловых волн и городских островов тепла на жителей городов.

Подумайте о том, как уменьшить влияние островов тепла!

Выберите знакомый город в приложении Земельного департамента <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/soojussaared> и найдите место с эффектом острова тепла и место без него. В чем заключаются различия?

T4 Зоны наводнений

Потепление климата приводит к повышению уровня воды, что может угрожать территориям, расположенным у водоемов.

*Используйте картографическое приложение *Ohtlikud kaitised, veevarustus ja veeohutus* (Опасные предприятия, водоснабжение и безопасность в воде, https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/paasteamet_ohivesi), включите тематический слой зон затопления (другие тематические слои можно отключить) и посмотрите, какие территории оказываются в зоне наводнений. Является ли наводнение угрозой только для природных зон или также для густонаселенных районов? Как эту информацию следует учитывать при строительстве? Вблизи каких водоемов может случиться наводнение?*

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВСЕМУ КУРСУ

Резюме Межправительственной группы экспертов по изменению климата IPCC [AR6 для всех](#)
[Репорты](#) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC)

[Атлас изменения климата](#) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC)

Материал Лондонского королевского общества и Национальной академии наук США [«Изменение климата: доказательства и причины»](#)

Репорт Программы ООН по окружающей среде [Making Peace With Nature](#)

Репорты [о сокращении выбросов](#) Программы ООН по окружающей среде

[Атлас](#) глобального углеродного бюджета

Европейский портал по адаптации к [изменению климата](#) [Climate-ADAPT](#)

ГЛОССАРИЙ

А

Адаптация к изменению климата (*climate change adaptation*)

Действия, цель которых — повысить устойчивость природной среды и человеческого общества к изменению климата. Она охватывает все общество — от уровня домохозяйств, поселений и предприятий до экономических секторов и государств. Например, защита прибрежных районов от повышения уровня моря и наводнений, переселение жителей из районов, подверженных наводнениям, переход на выращивание новых культур, создание системы раннего предупреждения об тепловых волнах и повышение осведомленности о климате (SEI).

Антропогенный парниковый эффект (*anthropogenic greenhouse effect*)

Явление, при котором выделяемые в атмосферу в результате деятельности человека парниковые газы поглощают тепловое излучение и тем самым нагревают климат Земли (см. рис. А1.3).

И

Изменение климата (*climate change*)

Изменения климата Земли вследствие глобального потепления. Изменение климата проявляется, например, в повышении уровня моря, изменении круговорота воды, изменении циркуляции воздуха и океанских течений, возникновении более частых и сильных тепловых волн, засух и наводнений.

К

Климат (*climate*)

В широком смысле — совокупность состояний глобальной климатической системы в течение длительного периода времени. Климатическая система состоит из атмосферы (воздух), гидросферы (вода), криосферы (лед), литосферы (земная кора и почва) и биосферы (живая природа) (см. рис. А1.1). В более узком смысле — многолетний характер и ритм погоды в каком-либо месте.

Климатические проекции (*climate projections*)

Научные прогнозы климатических условий будущего, которые зависят от дальнейших антропогенных выбросов парниковых газов и обеспечивают научную основу для смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним. Климатологи составляют климатические прогнозы для сценариев, по которым возникнет как увеличение антропогенных выбросов парниковых газов, так и быстрое и обширное сокращение выбросов, составляются также промежуточные сценарии, согласно развитию человеческой деятельности.

П

Парижское климатическое соглашение (*Paris Climate Accords*)

Международное соглашение, заключенное с целью противодействия глобальному потеплению.

Соглашение было принято 195 странами на Парижской конференции по изменению климата в 2015 году. Европейский союз и все его государства-члены подписали и ратифицировали его. Основные элементы климатического соглашения заключаются в следующем:

- ▶ Большая цель — удержать рост глобальной средней температуры значительно ниже 2 °С по сравнению с периодом до промышленной революции, а также приложить усилия для ограничения роста температуры в рамках 1,5 °С;
- ▶ Страны регулярно обновляют свои планы действий по сокращению выбросов, причем амбиции по решению этой проблемы со временем должны расти;
- ▶ Более богатые страны поддерживают менее богатые в сокращении антропогенных выбросов парниковых газов, а также помогают им повышать устойчивость к изменению климата.

Парниковые газы (*greenhouse gas*)

Газы, поглощающие тепловое излучение, такие как углекислый газ, водяной пар, метан, оксид азота, озон и др. В основном они образуются при сжигании ископаемого топлива, производстве тепловой и электроэнергии, использовании транспорта, в энергоемкой промышленности, а также при интенсивном сельском хозяйстве (особенно животноводстве) и на свалках. Парниковые газы являются причиной глобального потепления (SEI). Несмотря на то, что водяной пар также является важным парниковым газом, изменение его количества в атмосфере является естественным обратным механизмом, который способствует усилению антропогенного потепления, поскольку количество водяного пара в атмосфере зависит от погодных условий, а время нахождения водяного пара в атмосфере невелико.

Планетарные границы (*planetary boundaries*)

Понимание того, что у системы Земли есть пределы допустимого воздействия человеческой деятельности на окружающую среду. Переход за эти пределы может вывести земную систему из состояния послеледниковой равновесия. Наряду с изменением климата, планетарные границы установлены также для проблемы загрязнения окружающей среды, истончения озонового слоя, количества загрязняющих воздух частиц, закисления океана, нагрузки фосфора и азота, использования пресной воды и земли и сокращения биоразнообразия (рис. S1.2).

Погода (*weather*)

Кратковременное состояние атмосферы для определенной местности. Погоду можно охарактеризовать посредством температуры воздуха, влажности, давления, силы и направления ветра, осадков и других метеорологических элементов.

Потепление климата, или глобальное потепление (*global warming*)

Накопление энергии в климатической системе, вызванное антропогенным парниковым эффектом и измеряемое как повышение температуры Земли. Потепление климата, в свою очередь, вызывает изменение климата.

Природные блага, или экосистемные услуги (*ecosystem services*)

Блага, которые экосистемы приносят человечеству. Например, регулирование климата, еда, питьевая вода, строительные материалы и лекарства.