
Вопрос 5

Что известно об инерции и временных шкалах, связанных с изменениями климатической системы, экологических систем, социально-экономических секторов и их воздействия?

B5

Вставка 5-1 Временная шкала и инерция.

Термины “временная шкала” и “инерция” не имеют общепринятого определения в тех дисциплинах, которые использовались при подготовке ТДО. С целью ответа на этот вопрос применяются следующие определения:

- “Временная шкала” – это время, необходимое для проявления по меньшей мере половины конечного эффекта возмущающего фактора, воздействующего на конкретный процесс. Временные шкалы для некоторых ключевых процессов системы Земли показаны на рисунке 5-1.
- “Инерция” означает запаздывание, медлительность или устойчивость климатической, биологической или антропогенной системы с точки зрения ее реакции на действие факторов, которые нарушают темпы изменений, в том числе на продолжение процесса изменений в системе после устранения вызывающей их причины.

В литературе используются лишь две из нескольких концепций с целью описания реакции комплексных, нелинейных, адаптационных систем на внешнее воздействие.



Рисунок 5-1. Временные шкалы, характерные для некоторых основных процессов в системе Земли: состав атмосферы (синий цвет), климатическая система (красный цвет), экологическая система (зеленый цвет) и социально-экономическая система (фиолетовый цвет). “Временная шкала”

определяется в данном случае как время, необходимое для проявления как минимум половины последствий изменения движущего фактора конкретного процесса. Проблемы адаптации возникают тогда, когда процессы реагирования (такие, как продолжительность срока жизни некоторых растений) происходят гораздо медленнее, чем движущие процессы (изменение в температуре). Проблемы справедливости в отношениях между поколениями возникают в случае всех процессов, для которых временные шкалы превышают время жизни одного поколения людей, поскольку большая часть последствий деятельности конкретного поколения людей проявится при жизни будущих поколений.

→ РГТДО, главы 3, 4, 7, и 11;
РГТДО II, глава 5 и РГТДО III
ТДО, главы 5, 6 и 10

5.1 В рамках этого вопроса рассматривается проблема инерции и временных шкал, связанных с важными процессами взаимодействия климатических, экологических и социально-экономических систем, и приводятся соответствующие примеры. Затем следует обсуждение потенциально необратимых изменений, т.е. таких ситуаций, когда отдельные элементы климатических, экологических или социально-экономических систем могут оказаться не в состоянии вернуться к своему бывшему состоянию в диапазоне временных шкал жизни нескольких поколений людей после ослабления или полного устранения движущих факторов, ведущих к соответствующему изменению. И наконец, здесь рассматривается вопрос о том, каким образом последствия инерции могут повлиять на решения относительно мер по адаптации к изменению климата или смягчению его последствий.

5.2 **Инерция является широко распространенной характеристикой, присущей взаимодействию климатических, экологических и социально-экономических систем. Так, некоторые воздействия в результате изменения климата, вызванного антропогенными**

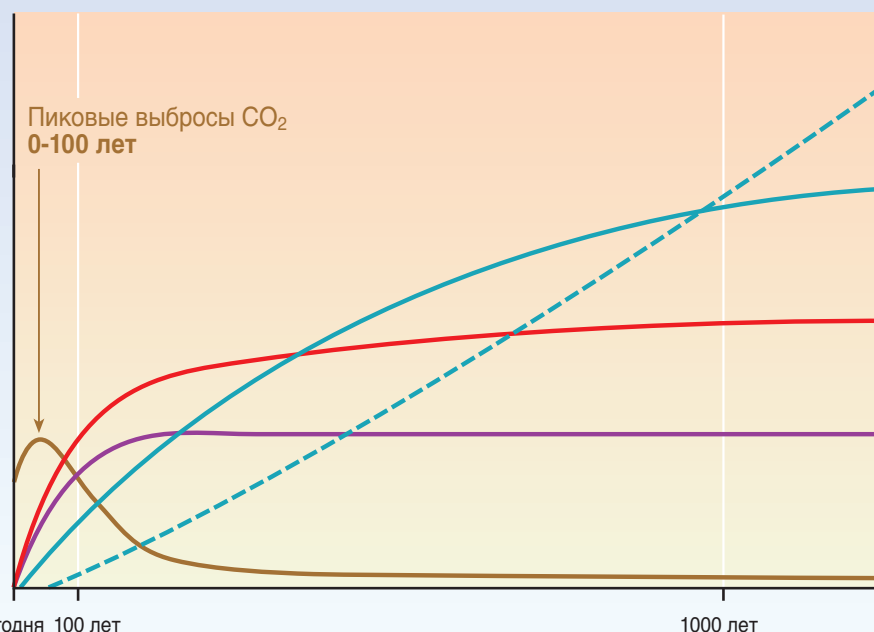
факторами, могут быть очень медленными и поэтому незаметными, а некоторые из них могут оказаться необратимыми, если не ограничить темпы и масштабы изменения климата до достижения ими соответствующих пороговых уровней, величина которых может оказаться практически неизвестной.

- 5.3 **Совокупное воздействие взаимодействующих инерций различных составных процессов заключается в том, что стабилизация климата и находящихся под влиянием климата систем будет достигнута лишь спустя много времени после того, как будут уменьшены антропогенные выбросы парниковых газов.** Нарушение атмосферы и океанов в результате воздействия CO_2 , уже выброшенного вследствие деятельности человека начиная с 1750 года, сохранится в течение многих столетий из-за медленных темпов перераспределения углерода между крупными океаническими и земными накопителями с медленным круговоротом (см. рисунки 5-2 и 5-4). Согласно прогнозам, будущая атмосферная концентрация CO_2 сохранится в непосредственной близости к наиболее высокому достигнутому уровню, поскольку естественные процессы могут лишь вернуть данную концентрацию к доиндустриальным уровням в геологических диапазонах временных шкал. Напротив, стабилизация выбросов парниковых газов с менее продолжительным периодом существования, таких, как CH_4 , приведет в течение нескольких десятилетий к стабилизации атмосферных концентраций. Инерция также предполагает, что предотвращение выбросов парниковых газов с продолжительным периодом жизни характеризуется долгосрочными выгодами.

→ РГТДО, разделы 3.2, 3.7 и 4.2 и РГТДО, рисунок 9.16

Концентрация CO_2 , температура и уровень моря продолжают повышаться в течение длительного времени после сокращения выбросов

Масштабы реагирования



Время, необходимое для достижения равновесия

Повышение уровня моря в связи с таянием льда: **несколько тысячелетий**

Повышение уровня моря в связи с тепловым расширением: **от нескольких столетий до нескольких тысячелетий**

Стабилизация температуры: **несколько столетий**

Стабилизация CO_2 : **100-300 лет**

Выбросы CO_2

Рисунок 5-2. После сокращения выбросов CO_2 и стабилизации его концентрации в атмосфере температура воздуха на поверхности Земли будет продолжать медленно повышаться в течение столетия или больше. Тепловое расширение океана будет продолжаться в течение длительного времени после сокращения выбросов CO_2 , а таяние ледяных покровов будет продолжать способствовать повышению уровня моря в течение многих столетий. Этот рисунок представляет собой типовую иллюстрацию процесса стабилизации на любом уровне от 450 до 1000 млн.^{-1} , поэтому вертикальная ось в единицах измерения не проградуирована. Величина реагирования в зависимости от стабилизации в этом диапазоне показывает приблизительно одну и ту же закономерность во времени, однако при более высоких концентрациях CO_2 воздействия будут проявляться все сильнее и сильнее.

→ РГТДО, разделы 3.7, 9.3 и 11.5 и РГТДО, рисунки 3.13, 9.16, 9.19, 11.15 и 11.16

5.4 **Основными источниками инерции в системе климата в диапазонах временных шкал до 1 000 лет являются океаны и креосфера (ледовые шапки, ледовые щиты, ледники и вечная мерзлота).** Прогнозы, разработанные на базе двоянных моделей “океан–климат”, свидетельствуют о том, что вследствие наличия большой массы, толщины и теплоемкости океанов и креосферы, а также медленной скорости процесса переноса тепла потребуются сотни лет для того, чтобы средняя температура атмосферы у поверхности Земли наконец приблизилась к температуре “равновесия” после изменения в радиационном воздействии. Проникновение тепла из атмосферы в верхний “перемешанный слой” океана происходит в течение десятилетий, в то время как перенос тепла в глубины океана потребует столетий. Еще одно связанное с этим последствие заключается в том, что вызванный деятельностью человека подъем уровня моря будет неумолимо продолжаться в течение многих столетий, после того как произойдет стабилизация атмосферной концентрации парниковых газов.

→ РГТДО, разделы 7.3, 7.5 и 11.5.4 и РГТДО, рисунки 9.1, 9.24 и 11.16

5.5 **Чем ниже показатель стабилизации атмосферных концентраций CO_2 , тем быстрее придется снижать выбросы CO_2 для достижения этого показателя.** Если объемы выбросов сохранятся на существующих в настоящее время уровнях, то, как следует из данных моделей круговорота углерода, атмосферная концентрация CO_2 будет продолжать увеличиваться (см. рисунок 5-3).

→ РГТДО, разделы 3.7.3 и 9.3.3.1

- Стабилизация концентраций CO_2 на любом уровне требует конечного снижения глобальных чистых выбросов до незначительной доли существующего объема выбросов.
- Стабилизация атмосферных концентраций CO_2 на уровне 450, 650 или 1 000 млн.⁻¹ потребует глобального сокращения антропогенных выбросов CO_2 ниже уровня 1990 года в течение нескольких десятилетий, почти столетия или почти двух столетий соответственно, после чего эта концентрация будет продолжать стабильно сокращаться (см. рисунок 6-1).

Эти временные ограничения частично объясняются показателем поглощения CO_2 океаном, которое ограничено медленным переносом углерода между поверхностью и глубинными водами. Океан обладает достаточным потенциалом поглощения, для

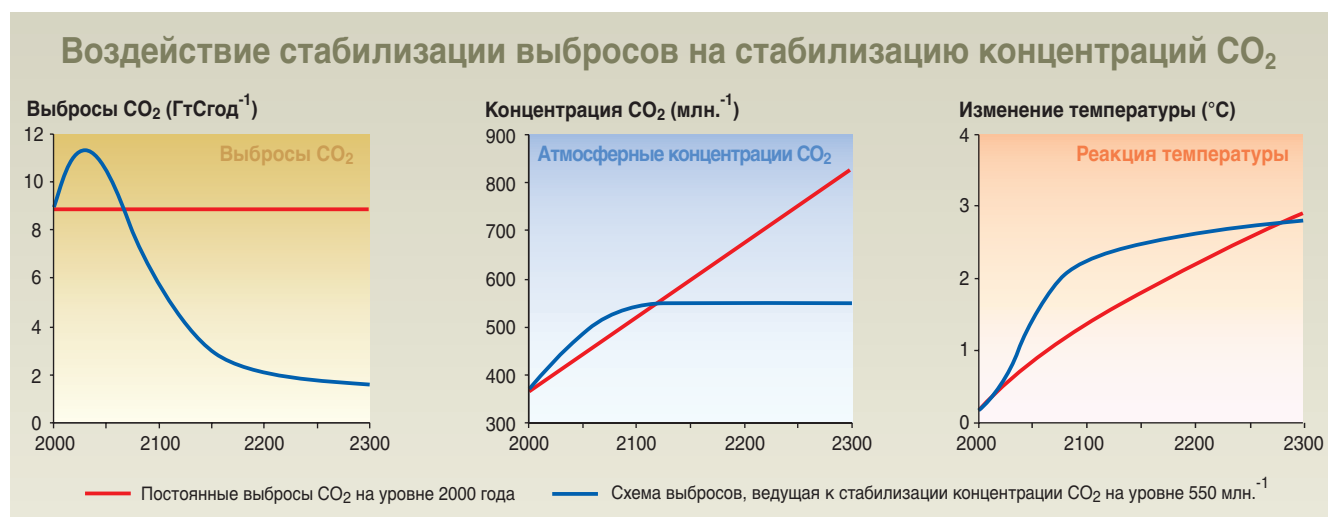


Рисунок 5-3. Стабилизация выбросов CO_2 на современных уровнях приведет к постоянному росту концентрации CO_2 в атмосфере и повышению температуры. Для стабилизации концентрации CO_2 в атмосфере и изменения температуры в конечном итоге потребуются уменьшение выбросов до уровней гораздо ниже современных. На всех трех частях рисунка кривые красного цвета показывают результаты сохранения выбросов на постоянном уровне, предписанном сценарием стабилизации WRE 550 на 2000 год (который несколько выше фактических выбросов за 2000 год), а синие кривые являются результатом выбросов в соответствии со сценарием стабилизации WRE 550. Оба случая являются чисто иллюстративными: постоянные глобальные выбросы являются нереальными в краткосрочной перспективе, и в отношении сценария WRE 550 не высказано никаких предпочтений по сравнению с другими сценариями. Другие сценарии стабилизации показаны на рисунке 6-1. Рисунок 5-3 подготовлен на основе использования моделей, описание которых содержится в главах 3 и 9 РГТДО.

→ РГТДО, разделы 3.7 и 9.3

того чтобы поглотить 70-80% прогнозируемых антропогенных выбросов CO_2 в атмосферу, однако для этого потребуются несколько столетий. Химическая реакция с участием океанских отложений характеризуется потенциалом, способным поглотить еще 15% за период в 5 000 лет.

5.6 Разрыв во времени между поглощением и высвобождением углерода биосферой проявляется в виде временного чистого поглощения углерода.

Основные потоки в глобальном круговороте углерода характеризуются временными шкалами, которые варьируются в весьма широких масштабах (см. рисунки 5-1 и 5-4). Чистое земное поглощение углерода, которое усилилось за последние несколько десятилетий, отчасти является следствием разрыва во времени между поглощением углерода в результате фотосинтеза и выбросом углерода, когда растения в конечном итоге погибают и начинают разлагаться. Например, поглощение, возникшее в результате подраста лесов на сельскохозяйственных землях, которые были заброшены в течение последнего столетия в северном полушарии, будет уменьшаться по мере того, как леса начнут достигать своей зрелой биомассы, рост замедлится и расширятся масштабы гибели деревьев. Показатель увеличения поглощения углерода растениями вследствие повышения содержания CO_2 или отложения азота в конечном итоге достигнет точки насыщения, после чего он сравняется с показателем разложения

→ РГТДО, разделы 3.2.2-3 и 3.7.1-2 и РГТДО, рисунок 3.10

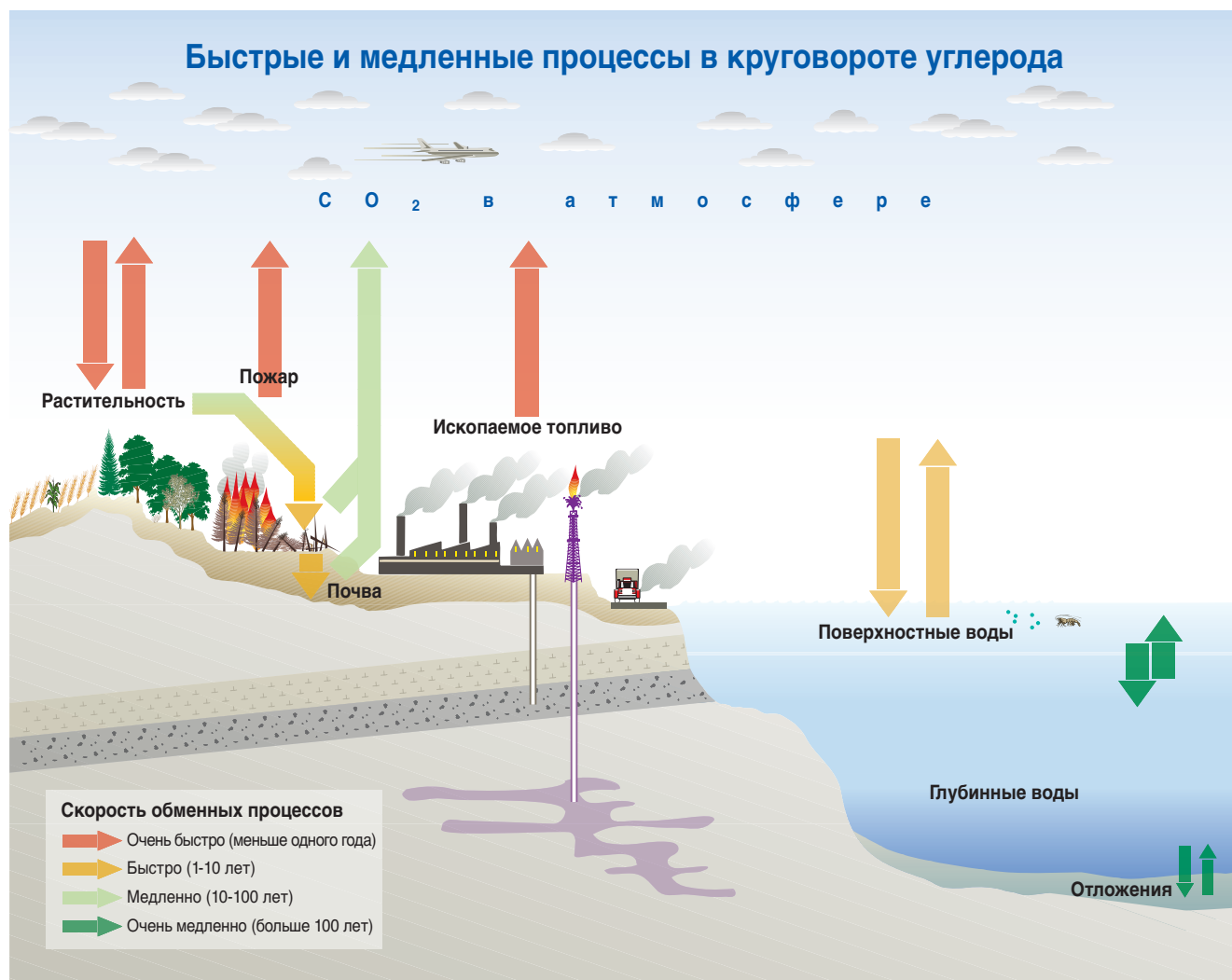
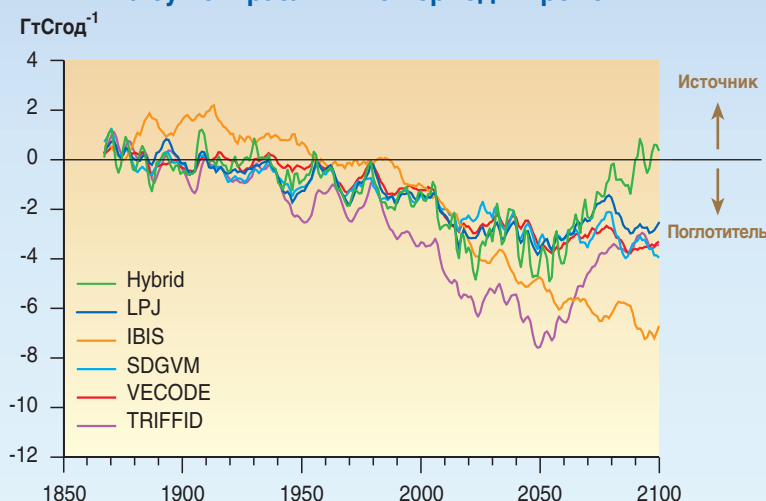


Рисунок 5-4. Диапазон временных шкал, характерных для основных процессов глобального круговорота углерода, является одной из причин разброса сроков реагирования на изменения концентрации CO_2 в атмосфере и способствует появлению временных поглотителей в условиях, когда концентрация CO_2 в атмосфере превысила его равновесный уровень, существовавший до 1750 года.

Изменения глобального чистого поглощения углерода на суше в различные периоды времени



причин, изложенных в тексте, произойдет выравнивание или уменьшение поглощения. Показанные на данном рисунке результаты моделей взяты из сценария IS92a, однако аналогичные выводы получены и по другим сценариям.

→ РГТДО, рисунок 3.10b

Рисунок 5-5. Роль суши в настоящее время как чистого поглотителя углерода отчасти объясняется быстрым поглощением CO_2 растениями во время их роста, а также задержкой во времени, прежде чем этот углерод сможет снова вернуться в атмосферу в результате разложения растительного материала и органических веществ в почве. Ускоренному росту растений способствуют несколько процессов: изменения в землепользовании и управлении земельными ресурсами, действие повышенного количества CO_2 и азота в качестве удобрения, а также некоторые климатические изменения (такие, как более продолжительный сезон созревания в высоких широтах). По данным ряда моделей (обозначены на рисунке в виде сокращений), прогнозируется непрерывный рост объема чистого поглощения углерода в течение нескольких десятилетий, после чего в конце XXI века в силу

увеличившегося объема биомассы. Изменение климата приведет, вероятно, к повышению в будущем показателей нарушения и разложения. Согласно разработанным на основе некоторых моделей прогнозам, существующее глобальное чистое земное поглощение углерода достигнет своего пика, а затем выровняется или уменьшится. По некоторым оценкам, этот пик может быть пройден в течение XXI века. Неопределенными остаются перспективные оценки, превышающие несколько десятилетий и касающиеся глобального чистого обмена земного углерода с атмосферой (см. рисунок 5-1).

5.7 Хотя в результате потепления поглощение CO_2 океаном снижается, тем не менее, согласно прогнозам, чистое поглощение углерода океаном сохранится на том же уровне при повышении концентрации CO_2 в атмосфере по меньшей мере в течение XXI века. Для переноса углерода от поверхности к глубинным водам океана потребуются столетия, а процесс его стабилизации с океанскими отложениями займет тысячелетия.

→ РГТДО, разделы 3.2.3 и 3.7.2, и РГТДО, рисунки 3.10c, d

5.8 **Экологические системы, будучи подвергнуты воздействию быстрого изменения климата, будут, вероятно, разрушены вследствие расхождений в сроках реагирования в рамках определенной системы.** Вполне вероятно, что конечная утрата способности данной экосистемы обеспечивать определенные услуги, такие, как снабжение продовольствием, древесиной, а также способности поддерживать биоразнообразие на устойчивом уровне, проявится не сразу. Изменение климата может привести к возникновению таких условий, которые неприемлемы для укоренения основных видов, однако медленная, не сразу проявляющаяся реакция долгоживущих растений, скрывает значимость этого изменения до тех пор, пока уже прижившиеся отдельные особи не умрут или не погибнут в результате катаклизма. Например, при изменении климата в той степени, которая возможна в течение XXI века, существует вероятность того, что в некоторых лесах после гибели зрелого леса в результате пожара, воздействия ветра, нашествия насекомых или вырубки, вместо восстановления той популяции, которая существовала в прошлом, произойдет исчезновение видов или их замена другими видами.

→ РГТДО, раздел 5.2

5.9 **Человек продемонстрировал свою способность адаптироваться к долгосрочным средним климатическим условиям, однако адаптация к экстремальным и годовым колебаниям климатических условий является менее успешной.**

→ РГТДО РП, 2.7, РГТДО разделы 4.6.4, 18.2.4 и 18.8; и РГТДО раздел 10.4.2

Предполагается, что изменения климата в последующие 100 лет превзойдут любые климатические изменения, которые наблюдались в истории человечества по меньшей мере за последние пять тысячелетий. Темпы этих будущих изменений станут крупной проблемой для человечества. Время, необходимое для социально-экономической адаптации, варьируется от нескольких лет до десятилетий в зависимости от сектора и ресурсов, имеющихся для содействия этому переходу. Процесс принятия решений относительно мер по адаптации и смягчению последствий и осуществления этих решений характеризуется инерцией, которая будет действовать в течение нескольких десятилетий. Тот факт, что решения относительно мер по адаптации и смягчению последствий принимаются, как правило, разными органами, усугубляет трудности, связанные с определением и осуществлением наилучшего возможного сочетания стратегий, и соответственно способствует задержкам в принятии мер реагирования на изменение климата.

5.10 **Как правило, между осознанием необходимости реагирования на серьезную проблему, планированием, проведением исследований и подготовкой решения и его осуществлением существует временной разрыв, длящийся от нескольких лет до десятилетий.**

Этот временной разрыв можно уменьшить путем упреждения будущих потребностей и соответственно заблаговременной разработки необходимых технологий. Реакция технического развития на изменение цен на энергию исторически была относительно быстрой (обычно между резким увеличением цен и ответной реакцией в виде патентной деятельности и внедрения новых предлагаемых образцов проходит менее пяти лет), однако распространение новых технологий занимает гораздо больше времени. Темпы распространения часто зависят от темпов вывода из эксплуатации ранее установленного оборудования. Заблаговременное внедрение быстро совершенствующихся видов технологий позволяет снизить затраты на обучение (за счет обучения в процессе работы) без преждевременного замыкания на существующие малоэффективные технологии. Темпы распространения технологии в значительной степени зависят не только от экономической целесообразности, но и от социально-экономических нагрузок. В отношении некоторых технологий, таких, как введение в практику новых сортов сельскохозяйственных культур, наличие существовавших ранее вариантов адаптации и имеющиеся данные об этих вариантах позволяют быстро принять меры по адаптации. Однако во многих регионах демографические нагрузки на ограниченные земельные и водные ресурсы, политика правительств, препятствующая изменениям, или ограниченный доступ к информации и финансовым ресурсам затрудняют и замедляют адаптацию. Принятие оптимальных мер по адаптации к изменению климата, например к росту частоты засух, может быть отложено, если они рассматриваются как следствие естественной изменчивости, в то время как на самом деле они связаны с изменением климата. И наоборот, могут быть приняты неправильные меры по адаптации, если изменчивость климата ошибочно воспринимается в качестве тенденции.

→ РГП ТДО, разделы 1.4.1, 12.8.4 и 18.3.5; и РГП ТДО, разделы 3.2, 5.3.1 и 10.4

5.11 **Социальные структуры и личностные ценности взаимодействуют с физической инфраструктурой общества, учреждениями и присущими им технологиями, причем вся эта совокупная система эволюционирует сравнительно медленно.**

Это особенно явно проявляется, например, во влиянии городской планировки и инфраструктуры на потребление энергии для обогрева, охлаждения и работы транспорта. Рынки иногда “замыкаются” на технологиях и видах практики, которые являются менее оптимальными с точки зрения инвестиции в поддержку инфраструктуры, а это блокирует альтернативные варианты. Распространение многих инноваций сталкивается с традиционными предпочтениями людей и другими барьерами социального и культурного характера. Если только преимущества не являются совершенно очевидными, то для социальных и поведенческих изменений среди пользователей технологии могут потребоваться десятилетия. Потребление энергии и уменьшение последствий парниковых газов представляют собой лишь второстепенный интерес для большинства людей в их повседневной жизни. Их модели потребления определяются не только демографическими, экономическими

→ РГП ТДО, разделы 3.2, 3.8.6, 5.2-3 и 10.3, РП СДПТ и СДПТ, глава 4Р

и технологическими изменениями, наличием ресурсов, инфраструктурой и временными ограничениями, но и мотивацией, привычками, потребностями, предпочтениями, социальными структурами и прочими факторами.

- 5.12 **Социально-экономические временные масштабы не являются фиксированными: они чувствительно реагируют на социально-экономические факторы и могут изменяться в результате мер в области политики и выбора вариантов, произведенного отдельными лицами.** В суровых экономических обстоятельствах изменения в поведении людей и в сфере технологии могут происходить быстрыми темпами. Например, нефтяные кризисы 70-х годов повлекли за собой всплеск общественного интереса к сохранению энергии и альтернативным источникам энергии, а экономика в большинстве стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) характеризовалась значительным отходом от концепции наличия традиционной связи между потреблением энергии и темпами экономического роста (см. рисунок 5-6). Еще одним примером является наблюдающееся уменьшение выбросов CO_2 в связи с развалом экономики в странах бывшего Советского Союза (БСС) в 1988 году. В обоих этих случаях ответная реакция была очень быстрой (в течение нескольких лет). Очевидно также и обратное: в ситуациях, когда стимул к изменению невелик, инерция значительна. Это косвенно подразумевалось в сценариях СДСВ, поскольку в них не рассматриваются значительные стрессы, такие, как экономический спад, крупномасштабные конфликты или перебои в обеспечении запасов продовольствия и связанные с этим страдания людей, которые по существу с трудом поддаются прогнозированию.
- 5.13 **Стабилизация концентрации CO_2 в атмосфере на уровнях ниже примерно 600 млн.⁻¹ возможна только при более значительном уменьшении интенсивности**

→ РГIII ТДО, глава 2, РГIII ТДО разделы 3.2 и 10.1.4.3 и РГII ВДО, раздел 20.1

→ РГI ТДО, раздел 3.7.3.4, РГIII ТДО, раздел 2.5 и СДСВ, раздел 3.3.4



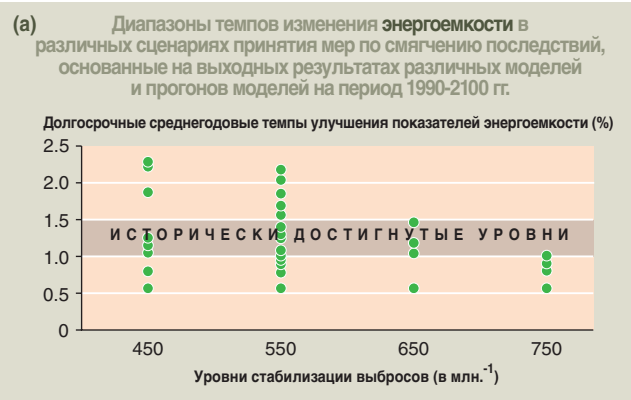
→ РГIII ТДО, таблица 3.1, и РГII ВДО, рисунок 20-1

Рисунок 5-6. Реакция энергетической системы, показанная на основе выбросов CO_2 (обозначен как углерод), на экономические изменения, показанные на основе ВВП (выражен в показателях паритета покупательной способности (ППС)). Реакция может происходить почти без инерции, если потрясение является сильным. «Нефтяной кризис», в ходе которого цены на энергоносители выросли весьма существенно за короткий период времени, вызвал почти немедленное и устойчивое расхождение ранее тесно связанных значений выбросов и ВВП в большинстве развитых стран: Япония и Соединенные Штаты Америки приведены в качестве примеров. При распаде бывшего Советского Союза два показателя остались тесно связанными, что ведет к резкому спаду выбросов при снижении ВВП.

выбросов углерода и/или потребления энергии по сравнению с теми, которые были достигнуты в историческом плане. Это подразумевает переход к альтернативным путям развития с новыми социальными, институциональными и технологическими структурами, в которых учитываются экологические ограничения. Низкие исторические темпы улучшения показателей интенсивности энергопотребления (потребление энергии на единицу ВВП) отражают сравнительно низкий приоритет, который большинство производителей и пользователей технологии придавали эффективности энергопотребления. Напротив, производительность труда возрастала в период с 1980 по 1992 года более высокими темпами. Для достижения стабилизации концентраций CO_2 в атмосфере на уровне порядка 600 млн.⁻¹ или ниже исторически зарегистрированные ежегодные темпы повышения интенсивности мирового энергопотребления (1-1,5% в год) должны быть увеличены и сохранены в течение продолжительного периода времени (см. рисунок 5-7). Показатели уменьшения интенсивности выбросов углерода (количество углерода за единицу произведенной энергии) должны в конечном итоге измениться в еще большей степени (например до 1,5% в год (историческая исходная величина равна 0,3-0,4% в год)). На практике повышение интенсивности энергопотребления и выброса углерода будет, вероятно, продолжаться, однако стабилизация парниковых газов на уровнях ниже 600 млн.⁻¹ потребует, чтобы по меньшей мере один из них достиг этого показателя темпами, которые значительно превышали бы темпы, достигнутые в историческом плане. Чем ниже показатель стабилизации и чем выше уровень исходных выбросов, тем больше необходимое отклонение CO_2 от исходного показателя и тем раньше оно должно произойти.

5.14 Некоторые изменения в климатических, экологических и социально-экономических системах практически необратимы в течение срока жизни многих поколений людей, а другие изменения абсолютно необратимыми.

Ускорение изменения энергетической системы



→ РГПТДО, рисунки 2.8 и 2.18

Рисунок 5-7. а) Для достижения установленных показателей стабилизации концентрации CO_2 требуемое снижение показателя энергоёмкости (количество энергии на единицу ВВП) должно находиться в пределах исторически достигнутых значений стабилизации выше 550 млн.⁻¹ и, возможно, даже 450 млн.⁻¹, однако **б)** необходимый показатель улучшения показателя углеродоемкости (выбросы углерода на единицу энергии) должен быть выше исторически достигнутых уровней, с тем чтобы можно было стабилизировать концентрацию на уровнях ниже примерно 600 млн.⁻¹. В результате этого затраты на смягчение последствий возрастают по мере снижения уровня стабилизации, причем этот рост происходит более резко, когда уровни стабилизации ниже 600 млн.⁻¹, а не выше (см. рисунок 7-3).

- 5.15 **Существуют два типа очевидной необратимости.** “Фактическая необратимость” связана с процессами, которые характеризуются возможностью возвращения к состоянию, предшествующему нарушениям, однако для этого потребуются столетия, а то и тысячелетия. Примером является частичное таяние ледового щита Гренландии. Другой пример – это прогнозируемый подъем среднего уровня моря, частично в результате таяния криосферы, однако главным образом в результате теплового расширения океанов. На земном шаре уже происходит определенный подъем уровня моря вследствие поверхностного атмосферного потепления, которое наблюдалось в течение прошлого столетия. “Абсолютная необратимость” является результатом превышения порогового значения, за пределами которого данная система уже не возвращается спонтанным образом к своему предыдущему состоянию. Примером абсолютно необратимого изменения вследствие превышения порогового значения является вымирание некоторых видов из-за совокупного влияния изменения климата и потери мест обитания.

→ РГІ ТДО, глава 11,
РГІІ ТДО, глава 5 и
РГІІ ТДО разделы 16.2.1
и 17.2.5

- 5.16 **Положение порогового значения и близкая к нему сопротивляемость изменению могут зависеть от той скорости, с которой идет приближение к данному пороговому значению.** Результаты работы с моделями свидетельствуют о том, что в термохалинной циркуляции океана может существовать такое пороговое значение (см. вопрос 4), при котором в случае быстрого потепления в мире может произойти переход к новой океанской циркуляции, как это произошло после окончания последнего ледникового периода. Хотя подобный переход является весьма маловероятным в течение XXI столетия, некоторые из моделей позволяют предположить, что такой переход будет необратимым (т.е. новая циркуляция сохранится даже после того, как исчезнет вызвавшее ее нарушение). При более медленных темпах потепления ТХЦ будет, вероятно, постепенно адаптироваться, в результате чего пороговые значения, как можно предположить, не будут превышены. Из этого вытекает, что схема выбросов парниковых газов имеет важное значение при определении эволюции термохалинной циркуляции. По мере приближения какой-либо системы к пороговому значению, как это происходит в случае ослабления ТХЦ в условиях глобального потепления, эластичность ее реагирования на возмущающие факторы уменьшается.

→ РГІ ТДО, разделы 2.4.3,
7.3.7 и 9.3.4.3, и
РГІІ ТДО, раздел 1.4.3.5

- 5.17 **Более высокие темпы потепления и усиленное воздействие многочисленных стрессов повышают вероятность превышения порогового значения.** Примером экологического порога может служить миграция той или иной разновидности растений как следствие их реакции на меняющийся климат. Данные, полученные при исследованиях ископаемых органических остатков, свидетельствуют о том, что максимальная скорость, с которой большинство видов растений мигрировали в прошлом, составляет примерно 1 км в год. Известные ограничения, связанные с процессом распространения (например средний период времени между прорастанием растения и появлением на нем семян и среднее расстояние, на которое может переместиться отдельное семя) свидетельствуют о том, что без вмешательства человека многие виды не смогут перемещаться с той же скоростью, с которой будут перемещаться предпочтительные для них климатические ниши, как это прогнозируется на XXI столетие, даже если для их миграции не будет никаких препятствий со стороны землепользования. В качестве примера порогового значения в социально-экономической сфере можно назвать конфликты в уже напряженных ситуациях, например при совместном использовании несколькими странами бассейна одной реки, когда возникает конкурентная борьба за ограниченные водные ресурсы. Дополнительная нагрузка из-за экологического стресса, такого, как уменьшение водного потока, может стать причиной острого конфликта. В случае отсутствия полного понимания систем, находящихся в условиях стресса, существование порогового значения может оставаться незаметным до тех пор, пока оно не будет достигнуто.

→ РГІ ТДО, разделы 1.2.1.2,
4.7.3 и 5.2, РГІІ ТДОТР 2.3,
СДСВ, вставка 4.2, и
РГІІ ВДО, А.4.1

- 5.18 **Инерция климатических, экологических и социально-экономических систем приводит к тому, что адаптация**

становится неизбежной, а в некоторых случаях уже необходимой; кроме того, инерция оказывает влияние на оптимальное сочетание стратегий по адаптации и смягчению последствий.

- 5.19 **В результате отставания во времени и инерции, присущих системе Земли, включая ее социальные компоненты, некоторые из последствий принятия или непринятия соответствующих мер проявятся только через много лет в будущем.**

Например, различия в первоначальных схемах различных сценариев, изложенных в СДСВ, и сценариев стабилизации незначительны, однако различия в выходных результатах, свидетельствующих о состоянии климата в долгосрочной перспективе, большие. Выбор путей развития вызывает те или иные последствия во всех диапазонах временных шкал; таким образом, общие затраты и выгоды в долгосрочной перспективе могут значительно отличаться от затрат и выгод в краткосрочной перспективе.

→ РГIII ТДО, раздел 8.4.2

- 5.20 **При наличии инерции хорошо обоснованные меры по адаптации к изменению климата или по смягчению его последствий являются более эффективными, а при определенных обстоятельствах могут быть и более дешевыми, если они будут приняты в более ранние, а не в более поздние сроки.**

Отставание во времени обеспечивает «передышку» между выбросами и их последствиями, оставляя таким образом время для запланированной адаптации. Инерция в развитии технологии и в замене основных фондов является важным аргументом в пользу постепенного смягчения последствий. Важным моментом действия инерции в экономических структурах и процессах является то, что отклонение от любой заданной тенденции вызывает затраты, и эти затраты возрастают по мере увеличения скорости отклонений (например стоимость более быстрого сворачивания деятельности предприятий с интенсивным выбросом углерода). Принятие более ранних мер по смягчению последствий может уменьшить риск наступления суровых, продолжительных или необратимых последствий, снижая при этом необходимость принятия более быстрых мер по смягчению последствий в более поздний период. Ускоренное принятие мер может помочь снизить затраты на меры по смягчению последствий и по адаптации в долгосрочной перспективе благодаря ускорению развития технологии и более ранней реализации выгод, которые на текущий момент неясны из-за несовершенства рынка. Снижение в течение нескольких ближайших лет является экономически полезным, если существует значительная вероятность того, что оно останется ниже максимальных значений, которые в противном случае будут достигнуты в диапазоне временных шкал, характерных для систем, выбрасывающих парниковые газы. Решения о смягчении последствий изменения климата зависят от взаимодействия инерции и неопределенности, результаты которого проявляются в процессе последовательного принятия решений. Предвидение и раннее принятие мер по адаптации будет наиболее выгодным в тех секторах, в которых имеется давно созданная инфраструктура, такая, как дамбы и мосты, и значительная социальная инерция, такая, как неправильное предоставление прав собственности. Заблаговременные меры по адаптации могут оказаться весьма экономически выгодными, если спрогнозированная тенденция получает материальное воплощение.

→ РГII ТДО, разделы 1.3.4 и 2.7.1, РГIII ТДО, глава 2, РГIII ТДО, разделы 10.1 и 10.4.2-3, и РГIII ТДО, таблица 10.7

- 5.21 **Существование явлений отставания во времени, инерции и необратимости в системе планеты Земля означает, что меры по смягчению последствий или развитию технологии могут привести к различным конечным результатам в зависимости от того, когда они приняты.**

Например, проведенный с помощью одной модели анализ гипотетического влияния уменьшения выбросов антропогенных парниковых газов до нулевого уровня в 1995 году на подъем уровня моря в бассейне Тихого океана в течение XXI столетия показал, что подъем уровня моря, который должен неизбежно произойти в результате потепления к 1995 году (5-12 см) будет значительно меньшим, чем в случае обеспечения такого же уменьшения выбросов к 2020 году (14-32 см). Этот пример показывает, что повышение уровня моря в будущем зависит от прошлых и сегодняшних выбросов, а также показывает влияние отсрочки гипотетического сокращения выбросов.

→ РГII ТДО, разделы 2.7.1 и 17.2.1

- 5.22 **Технологическая инерция в менее развитых странах может быть уменьшена благодаря так называемым “технологическим скачкам” (т.е. заблаговременному принятию стратегий, позволяющих избежать тех проблем, с которыми сегодня приходится сталкиваться промышленно развитым странам).** Невозможно предположить, что развивающиеся страны будут автоматически следовать теми же путями развития, по которым уже прошли промышленно развитые страны. Например, некоторые развивающиеся страны перешагнули через этап создания наземных линий связи и перешли непосредственно к сотовым телефонам. Развивающиеся страны могут избежать применявшейся в прошлом развитыми странами практики неэффективного энергопотребления благодаря внедрению технологий, которые потребляют энергию более приемлемым для устойчивого развития образом, рекуперации большего количества отходов и продуктов и переработки остаточных отходов более приемлемыми способами. Технологическая инерция может быть уменьшена благодаря передаче технологии между странами и регионами.

→ РГII ТДО, глава 2,
РГIII ТДО, раздел 10.3.3,
СДСВ, раздел 3.3.4.8, и
РПСДПТ

- 5.23 **Явления инерции и неопределенности в климатических, экологических и социально-экономических системах предполагают необходимость учета пределов безопасности при подготовке стратегий, показателей и временных графиков с целью предотвращения выхода на опасные уровни вмешательства в функционирование климатической системы.** На стабилизацию, например, установленных контрольных уровней CO₂ в атмосфере, изменение температуры или повышение уровня моря могут отрицательно повлиять следующие факторы:
- инерция климатической системы, в результате которой изменение климата будет продолжаться в течение определенного периода после осуществления мер по смягчению последствий;
 - неопределенность в отношении местоположения возможных пороговых значений необратимого изменения и поведение данной системы при приближении к этим значениям;
 - задержка во времени между принятием решений о целях смягчения последствий и их достижением.

→ РГII ТДО раздел 2.7.1, и
РГIII ТДО раздел 10.1.4.1-3

В равной мере адаптация испытывает отрицательное влияние задержек во времени, связанных с определением последствий изменения климата, разработкой эффективных адаптационных стратегий и осуществлением адаптационных мер. Надлежащей реакцией на сочетание факторов инерции и неопределенности могут стать стратегии упреждения и принятия последовательных решений (принятие повторных мер, оценка и пересмотренные меры). Инерция имеет иные последствия для адаптации по сравнению со смягчением последствий в том плане, что адаптация направлена главным образом на решение проблемы местных последствий изменения климата, а меры по смягчению последствий – на воздействия, которым подвергается климатическая система. Оба этих вопроса связаны с задержками во времени и инерцией, при этом инерция предполагает в целом более срочный характер мер по смягчению последствий.

- 5.24 **Распространенность инерции и возможность необратимости при взаимодействии климатических, экологических и социально-экономических систем являются главными причинами, объясняющими пользу от осуществления заблаговременных мер по адаптации и смягчению последствий.** В случае несвоевременного принятия этих мер может быть утрачен ряд возможностей для осуществления вариантов адаптации и смягчения последствий.