



GLOBAL JOURNAL OF RESEARCHES IN ENGINEERING: J  
GENERAL ENGINEERING  
Volume 22 Issue 4 Version 1.0 Year 2022  
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal  
Publisher: Global Journals  
Online ISSN: 2249-4596 & Print ISSN: 0975-5861

## Adaptive Climate Actions

By Suzdaleva Antonina L.

*National Research University*

**Abstract-** Adaptive Climate Actions are activities aimed at ensuring the safety of the population and reducing the damage caused by climate change. Catastrophic phenomena that occur during the global transformation of climatic conditions are diverse. Therefore, the development of various Adaptive Climate Actions is required. The most important is to minimize the negative effects of catastrophic events such as floods, rising ocean levels, abnormal floods droughts, forest fires, reduced crop yields, the spread of undesirable organisms and ecological frustrations. Some dangerous phenomena and processes develop simultaneously and are interdependent. In these cases, it is advisable to develop integrated programs combining several different activities. Adaptive Climate Actions addresses issues that are critical to many people's daily lives and should be prioritized in the allocation of climate finance. This approach is likely to be resisted by numerous environmental officials. However, the measures they are taking to combat climate change do not have a tangible effect and will not give it in the future. Since in different periods of the Earth's existence, the climate and the content of CO<sub>2</sub> in the atmosphere were subject to significant fluctuations. And against the background of these fluctuations, limiting the volume of anthropogenic emissions of greenhouse gases cannot play a significant role. On the contrary, the development of integrated programs of Adaptive Climate Actions will eventually mitigate the negative effects of climate change.

**Keywords:** *adaptive climate actions, ocean level rise, abnormal droughts and floods, forest fires, reduced crop yields, the spread of undesirable organisms, ecological frustrations.*

**GJRE-J Classification:** DDC Code: 551.60901 LCC Code: QC884.2.C5



*Strictly as per the compliance and regulations of:*



# Adaptive Climate Actions

## АДАПТАЦИОННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

Suzdaleva Antonina L.

**Abstract-** Adaptive Climate Actions are activities aimed at ensuring the safety of the population and reducing the damage caused by climate change. Catastrophic phenomena that occur during the global transformation of climatic conditions are diverse. Therefore, the development of various Adaptive Climate Actions is required. The most important is to minimize the negative effects of catastrophic events such as floods, rising ocean levels, abnormal floods droughts, forest fires, reduced crop yields, the spread of undesirable organisms and ecological frustrations. Some dangerous phenomena and processes develop simultaneously and are interdependent. In these cases, it is advisable to develop integrated programs combining several different activities. Adaptive Climate Actions addresses issues that are critical to many people's daily lives and should be prioritized in the allocation of climate finance. This approach is likely to be resisted by numerous environmental officials. However, the measures they are taking to combat climate change do not have a tangible effect and will not give it in the future. Since in different periods of the Earth's existence, the climate and the content of CO<sub>2</sub> in the atmosphere were subject to significant fluctuations. And against the background of these fluctuations, limiting the volume of anthropogenic emissions of greenhouse gases cannot play a significant role. On the contrary, the development of integrated programs of Adaptive Climate Actions will eventually mitigate the negative effects of climate change.

**Keywords:** *adaptive climate actions, ocean level rise, abnormal droughts and floods, forest fires, reduced crop yields, the spread of undesirable organisms, ecological frustrations.*

**Абстрактный-** Адаптационные Климатические Действия – это мероприятия, направленные на обеспечение безопасности населения и уменьшения ущерба, вызванного изменением климата. Катастрофические явления, которые происходят во время глобальной трансформации климатических условий многообразны. Это обуславливает необходимость разработки различных Адаптационных Климатических Действий. Наиболее важное значение имеет минимизация негативных последствий следующих явлений: наводнений, подъема уровня Мирового океана, аномальных засух, лесных пожаров, падения урожайности сельскохозяйственных, расширения ареалов распространения нежелательных организмов и экологических фрустраций. Некоторые опасные явления и процессы развиваются одновременно и являются взаимообусловленными. В этих случаях целесообразна разработка комплексных программ,

**Author:** *Doctor of Biological Sciences, Professor, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavyoyeshosse, Russia. e-mail: SuzdalevaAL@yandex.ru*

объединяющих несколько различных направлений деятельности. Адаптационные Климатические Действия направлены на решение проблем, играющих важнейшую роль в повседневной жизни многих людей, и должны иметь приоритет при распределении финансирования. Вероятно, такой подход вызовет сопротивление со стороны многочисленных экологических чиновников. Однако предпринимаемые ими меры по борьбе с климатическими изменениями не дают ощутимого эффекта и не дадут его в будущем. Так как в разные периоды существования Земли климат и содержание в атмосфере CO<sub>2</sub> были подвержены значительным колебаниям. На их фоне ограничение объема антропогенной эмиссии парниковых газов не может играть существенной роли. Напротив, разработка комплексных программ Адаптационных Климатических Действий в конечном итоге позволит нивелировать негативные последствия изменения климата.

### 1. Введение

**Н**аблюдающееся в настоящее время глобальное изменение климата сопровождается значительным увеличением количества и масштабов различного рода катастрофических событий (Abbass et al., 2022). Попытки решения данной проблемы обозначаются термином климатические проекты (climate actions) (ISO 14080:2018). Эти проекты разрабатываются одновременно в двух различных направлениях. Целью первого из них является управление климатом на основе коррекции факторов, определяющих его параметры. Поэтому подобные действия можно обозначить как **коррекционные климатические проекты**. Приоритетное значение в данной области придается ужесточению мер по ограничению выбросов промышленными и сельскохозяйственными объектами парниковых газов, главным образом CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> (Peters et al., 2020; Santos et al., 2022; Tosun, 2022; Суздалева, 2022а). Существуют и другие возможности коррекции глобального климата. Например, стимуляция поглощения CO<sub>2</sub>, растениями, секвестрация (CCS, Carbon Capture and Storage), т.е. перевод газообразных соединений углерода в жидкую или твердую фазу и долгосрочное хранение этих продуктов, а также различные способы снижения температуры земной поверхности, например, путем повышения ее альбедо или организации искусственных апвеллингов (artificial upwelling) подъема к поверхности океана холодных вод из его глубин.



Второе направление климатических проектов включает действия по адаптации социумов и элементов окружающей среды к неблагоприятным изменениям климата. В соответствии с этим, эта деятельность может рассматриваться как **адаптационные климатические проекты**. Их целью является не предотвращение изменения климата, а осуществление действий, способных обеспечить безопасность жизнедеятельности населения и сохранить биоразнообразие в изменившихся условиях.

Проблеме коррекции содержания в атмосфере парниковых газов в последние десятилетия было посвящено большое количество научных исследований. Созданы влиятельные международные и национальные организации, готовые применять их результаты на практике. Разработана международная стратегия этой деятельности, закрепленная в многочисленных соглашениях и программах. Адаптационным климатическим проектам уделяется несравненно меньшее внимание. В большинстве случаев эти действия представляют собой разрозненные попытки решить частные проблемы, возникающие в отдельных регионах. Целью статьи является обоснование необходимости усиления внимания к адаптационным климатическим проектам, а также систематизации этой деятельности, которая может быть использована как основа для разработки комплексных программ.

*а) Сравнительный анализ коррекционных и адаптационных климатических проектов*

Коррекция содержания парниковых газов в атмосфере или целенаправленное изменение других климатогенных факторов предполагает получение ощутимых результатов, дающих практический эффект только через достаточно длительный период

времени (таблица 1). Эта деятельность может осуществляться в течение многих десятилетий, демонстрируя свои достижения в форме тенденциозно интерпретируемых данных мониторинга. В качестве основного практического результата рассматривается ограничение промышленных выбросов парниковых газов. Вместе с тем, значимость этих действий вызывает все большие сомнения. Например, в настоящее время очень значительные объемы парниковых газов выделяются в процессе деградации зон многолетней мерзлоты в Северном полушарии. Некоторые ученые полагают, что антропогенные выбросы  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  не способны оказать какого-либо существенного влияния на климатические процессы на фоне естественных источников их эмиссии (Soon et al., 1999; Сорохтин, 2008; Городницкий, 2019). Не вызывает сомнений лишь тот факт, что на современном этапе наблюдается значительное изменение скорости климатических изменений и их тенденций. Все чаще последствия этих процессов принимают катастрофический характер. Адаптационные климатические проекты разрабатываются с целью решить возникающие проблемы подобного рода в конкретные сроки. Их общей целью является минимизация негативных последствий изменений климата не в планетарном масштабе, а на определенной территории. Под негативными последствиями в данном случае подразумеваются любые явления, спровоцированные изменением климатических условий, которые представляют опасность для населения, наносят значительный экономический и экологический ущерб.

**Таблица 1:** Основные атрибуты климатических проектов

<b>Атрибут</b>	<b>Коррекционные проекты</b>	<b>Адаптационные проекты</b>
Основная цель	Предотвращение изменения климата	Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения
Масштаб ожидаемых результатов	Глобальный	Региональный или локальный
Обоснование целесообразности	Теоретическое	Конкретизированное
Главное направление деятельности	Усиление контроля промышленных выбросов парниковых газов	Создание благоприятных условий для жизни людей в период глобальных климатических изменений
Срок реализации	Не ограничен	Детерминирован
Оценка результативности	Данные климатического мониторинга	Степень реального решения проблемы
Основной параметр отчетности	Сумма затраченных средств	Реальные результаты

*б) Общая концепция разработки адаптационных климатических проектов.*

Как свидетельствуют результаты палеоклиматических исследований, быстротечная трансформация климатической системы Земли происходила неоднократно. Периоды глобальных климатических изменений, во время которых масштабы и сила проявления многих естественных процессов резко возрастают, относительно непродолжительны. После этого происходит

стабилизация климатической системы. Условия, сформировавшиеся на различных участках планеты, приобретают относительное постоянство, хотя нередко значительно отличаются от существовавших ранее. Следует отметить, что в эту схему трансформации вписываются даже самые катастрофические климатические сценарии, которые, по мнению некоторых специалистов, могут реализоваться при утрате контроля за антропогенными выбросами парниковых газов. Так,

содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере в юрский период, для которого был характерны мягкий климат на большей части планеты и весьма высокое биоразнообразие, был в несколько раз выше современного. Следовательно, решением проблем, связанных с происходящими глобальным изменением климата, могли бы стать меры, обеспечивающие максимально возможную минимизацию потерь при переходе человечества и природных экосистем в новое стабильное состояние климатической системы, а также облегчение последующей адаптации людей к новым условиям и сохранению в них существующего биоразнообразия. В соответствии с этим, разработка адаптационных климатических проектов должна основываться на следующих концептуальных принципах:

1. *В*: краткосрочной перспективе их целью является защита населения, объектов человеческой деятельности и окружающей среды от катастрофических последствий глобальных климатических изменений.

2. *В*: долгосрочной перспективе приоритетное значение переходит к созданию среды, благоприятной для жизнедеятельности людей и позволяющей сохранить существующий уровень биоразнообразия.

Негативные последствия глобальных изменений климата представляют собой широкий спектр различных процессов и явлений (таблица 2). По этой причине развитие адаптационных климатических проектов должно осуществляться в нескольких отдельных направлениях. Они могут преследовать как краткосрочные, так и долгосрочные цели. В последнем случае решение проблем в краткосрочной перспективе может рассматриваться как завершение первого этапа планируемой (долгосрочной) деятельности. Адаптационный климатический проект может включать действия, одновременно направленные на минимизацию нескольких видов негативных процессов и явлений. Например, адаптационная модернизация сельского хозяйства может включать меры по контролю за распространением новых видов вредителей

**Таблица 2:** Основные виды адаптационных климатических проектов

Негативные последствия изменения климата	Цели климатических проектов	
	Краткосрочные	Долгосрочные
Аномальные наводнения и засухи	Превентивная разработка программ обеспечения безопасности населения и защиты окружающей среды от аномальных гидроклиматических флуктуаций	Создание сети водноресурсной логистики и организация международного рынка ресурсов пресной воды
Лесные пожары	Снижение риска лесных пожаров и превентивные меры по их локализации	Управляемая замена деградирующих лесов экосистемами, соответствующими новым климатическим условиям
Снижение урожаев сельскохозяйственных культур	Организация поставок в регионы, испытывающие дефицит пищевых продуктов	Модернизация сферы сельскохозяйственного производства
Экологические фрустрации	Сохранение хозяйственного и рекреационного потенциала природных экосистем	Создание природно-технических систем, обеспечивающих потребности социума в ресурсах окружающей среды
Подъем уровня Мирового океана	Строительство заградительных дамб	Создание искусственных земельных участков
Расширение ареалов нежелательных организмов	Карантинные меры, мониторинг инвайдеров и их уничтожение	Создание условий, не допускающих массового развития инвайдеров

### c) *Аномальные засухи и наводнения*

Существует несколько типов этих явлений. С точки зрения рассматриваемой проблемы наибольший интерес представляют так называемые «метеорологические» засухи и наводнения, обусловленные дефицитом или избыточным количеством атмосферных осадков. Аномальными считаются явления подобного рода, масштабы которых значительно превышают уровень гидрометеорологических флуктуаций, наблюдавшихся в данном регионе в предшествующий период времени. Для их обозначения используется термин чрезвычайные ситуации (emergencies). Частота и сила этих противоположных по своему характеру явлений в современном мире постоянно возрастают, главным образом, по одной и той же причине – вследствие перераспределения нормы атмосферных осадков между различными участками земной поверхности, которое вызвано происходящей перестройкой климатической системы (Lehner et al., 2006; Hirabayashi et al., 2008; Muralikrishnan et al., 2022). Основное значение имеют изменение характера циркуляции воздушных масс, их температура и влажность. Значимую роль в увеличении масштабов наводнений, вероятно, также играет увеличение испарения воды с поверхности Мирового океана, обусловленное повышением температуры его поверхностного слоя (Held, Soden, 2006; Zika et al., 2018).

Любые продолжительные засухи и сильные наводнения всегда представляют опасные явления. Если они не превышают уровень, наблюдавшийся в предшествующий период, характер жизнедеятельности населения региона и его экосистемы после окончания таких событий постепенно восстанавливаются. В отличие от этого последствия аномальных засух и наводнений нередко приобретают необратимый и катастрофический характер. Например, в 1970-1974 гг. в странах Восточной Африки в результате аномальной засухи погибло около 1,2 млн. человек (Осипов, 1995). Для того чтобы не допустить повторения подобных событий необходимо превентивно разрабатывать адаптационные климатические проекты. В случае аномальных засух в краткосрочной перспективе это создание запасов воды и виртуальной воды, т.е. пищевых и иных жизненно необходимых продуктов, производство которых требует затрат значительного количества воды (Allan, 1998). Кроме того, необходима организация системы их доставки в регионы, испытывающие водный стресс. Проблема минимизации аномальных наводнений непосредственно в момент возникновения угрозы затопления территории

осуществляется путем создания преград для распространения паводковых вод, повышения интенсивности их стока (например, путем увеличения попусков через плотины) и отвода вод в понижения рельефа. Как это ни парадоксально, население во время наводнений нуждается не только в пище, но и в чистой воде. Паводковые воды нередко опасны для питья из-за содержащихся в них загрязнителей и патогенных микроорганизмов. Результативность всех этих действий значительно возрастает при предварительном планировании и разработке комплексных программ с учетом местных особенностей. Следовательно, на основании наблюдающихся тенденций изменения гидроклиматических условий необходимо определить регионы, в которых высока вероятность аномальных засух и наводнений. В совокупности эти действия представляют собой разработку краткосрочного адаптационного климатического проекта.

Потепление климата сопровождается повышением объема атмосферных осадков (Tabari, 2020; Bucherie et al., 2022), что должно приводить к увеличению мировых запасов пресной воды. Поэтому в долгосрочной перспективе проблемы аномальных засух и наводнений могут быть одновременно решены путем создания сети водноресурсной логистики (water resources logistics) т.е. гидротехнических систем, осуществляющих перераспределение водных ресурсов (Суздаева, 2017; 2020a; Suzdaleva et al., 2017). Экономическая целесообразность реализации этих проектов обусловлена в современном мире объективной необходимостью формирования международного рынка ресурсов пресной воды (Суздаева, Горюнова, 2014; Суздаева, 2015a). Стабильность подачи воды нуждающимся в ней регионам может быть обеспечена путем организации водных депозитариев – водохранилищ, предназначенных для накопления и хранения избыточных вод, образующихся в речных бассейнах в периоды наводнений (Суздаева, 2022b). Конечной целью этой деятельности является минимизация негативных последствий изменений климата. Следовательно, ее можно рассматривать как один из видов адаптационных климатических проектов. Их реализация позволит поддерживать благоприятную социально-экономическую и экологическую ситуацию как в регионах-донорах, страдающих от наводнений, так и в регионах-реципиентах, испытывающих катастрофический дефицит водных ресурсов.

### d) *Лесные пожары*

Масштаб этих явлений и общая площадь затронутых ими участков в последние десятилетия

значительно возросли (Ерицов и др., 2016; Williams et al., 2019; Abrametal., 2021; Tyukavina et al., 2022). Только в 2019 г. в России выгорело более 10 миллионов гектаров леса (Шац, Скачков, 2020). Распространено мнение, согласно которому причиной этого является потепление климата. Однако, как показывает анализ материалов, лесные крупные пожары периодически возникают далеко не на всех участках планеты, где отмечается тенденция повышения среднегодовой или среднесезонной температуры. Обычно таким событиям предшествует метеорологическая засуха, во время которых часть деревьев или их побегов погибает (Aldersley et al., 2011; Pontes-Lopes et al., 2021; Richardson et al., 2022). Высыхает лиственный опад и валежник на поверхности почвы. В результате возникают объективные предпосылки для пожара, в результате которого уничтожается лесная экосистема. Естественное восстановление растительности (сукцессия) обычно продолжается многие годы. Поэтому в настоящее время трудно оценить его результаты на участках выгоревшего леса. Но можно предположить, что при изменении климатических условий на выгоревших участках произойдет образование новой экосистемы, отличающейся от ранее существовавшей. В ряде регионов периодическое возникновение пожаров можно рассматривать как закономерное превращение части зоны лесных экосистем в лесостепные и степные экосистемы. С этой точки зрения, сохранение и восстановление лесов на данных участках является попыткой задержать развитие экосистем, отвечающих новым климатическим условиям. Поэтому в долгосрочной перспективе результативность деятельности вызывает сомнения. Вместе с тем, при возникновении лесных пожаров необходимо предпринимать оперативные действия по их тушению, а также по обеспечению безопасности населения и возможному сохранению биоты. Данное противоречие можно разрешить на основе скоординированной разработки краткосрочных и долгосрочных адаптационных климатических проектов. В ближайшей перспективе их целью должно являться снижение риска возникновения лесных пожаров и осуществление превентивных мер по их локализации (например, создание различных барьеров, препятствующих распространению огня). В долгосрочном плане целесообразно одновременно разработать проекты по управляемой замене подверженных выгоранию лесных экосистем, экосистемами, устойчивыми в новых климатических условиях. Главной задачей является минимизация переходного периода, для которого характерна гибель доминирующих древесных пород от недостатка влаги, высокой температуры в летней период и вспышек развития

организмов-вредителей леса. Например, в Московской области Российской Федерации в настоящее время наблюдается массовая гибель ели. Ослабленные деревья гибнут в результате массового развития паразитирующих на них жуков короедов-типографов (*Typograph bar kbeetle*) (лат. – *Ipstypographus*), численность которых многократно увеличилась. В результате возникают пожароопасные скопления сухостоя и валежника. Поэтому адаптационные климатические проекты данного направления могут предусматривать избирательную ликвидацию деградирующих лесов и утилизацию накопленного на этих территориях растительного материала. Одновременно эти климатические проекты должны предусматривать меры по сохранению лесной растительности на участках с подходящими для них условиями, а также создание рефугиумов для редких и эндемичных видов животных и растений.

#### е) *Снижение урожаев сельскохозяйственных культур*

В последние десятилетия в результате изменения климата значительно снизился мировой объем производства многих видов сельскохозяйственной продукции, в т.ч. основных зерновых культур (Lesk et al., 2016). Если раньше подобные явления были характерны, главным образом, для африканских стран, то в настоящее время они все более значимо проявляются и в других регионах, включая Западную Европу и США (Nelson et al., 2013). Потепление климата также оказывает негативное влияние и на такую важную область производства пищевых продуктов как аквакультура (Froehlich et al., 2018). В условиях непрекращающегося роста народонаселения планеты дальнейшее развитие этих тенденций создает угрозу глобального продовольственного кризиса (Суздалева, 2020b). Данная проблема отчасти решается путем поставок в регионы, не способные в новых условиях самостоятельно обеспечить себя достаточным количеством пищевых продуктов. Создание подобных логистических цепочек может рассматриваться как одно из направлений адаптационных климатических проектов. Но эти действия могут давать позитивный эффект лишь в течение ограниченного периода времени. Уже в ближайшем будущем страны, сельское хозяйство которых не испытывает ощутимого негативного воздействия изменений климата, не смогут удовлетворить запросы растущего народонаселения Земли. Поэтому решение проблемы в долгосрочной перспективе может быть основано только на увеличении производства пищевой продукции непосредственно в странах, испытывающих ее дефицит, на основе модернизации сферы сельскохозяйственного производства. Реализация

этой задачи может осуществляться несколькими путями. Во многих случаях результат может быть достигнут на основе строительства гидротехнических систем, функционирование которых позволит увеличить объем доступных ресурсов пресной воды (межбассейновое перераспределение речного стока, опреснение морских вод и др.) (Суздалева, Горюнова, 2018). Значительный эффект может дать выращивание новых сортов и видов сельскохозяйственных культур, внедрение в практику агротехнических инноваций (Bhatta et al., 2017; Palomo, 2017). В некоторых регионах необходимо будет предпринять действия, направленные на получение максимальной пользы от изменения климата. Например, в Китае потепление климата сделало возможным выращивание культур, дающих 3 урожая в год, в северных регионах страны (Liu, 2022).

#### f) *Экологические фрустрации*

Под эти термином понимаются различные формы лишения человека возможности удовлетворять свои потребности в области использования ранее доступных для него ресурсов окружающей среды (Суздалева, 2015b). Совокупность материальных и духовных благ, получаемых людьми при контакте с природой, обозначается термином экосистемные услуги (ecosystem services). По своему характеру они весьма многообразны (Performance ..., 2012; Pramova et al., 2012;). Но с точки зрения рассматриваемой проблемы основное значение имеют обеспечивающие услуги (provisioning services) – пищевые и непищевые продукты (например, древесина, необходимая для постройки жилищ и их отопления), получаемые от экосистем, и культурные услуги (cultural services), включающие рекреационное использование природных территорий и эстетическое удовлетворение от их зрительного восприятия. Ухудшение состояния окружающей среды, происходящее при трансформации экосистем в результате изменения климата, частично или полностью лишает население многих регионов использовать эти возможности (Nelson et al., 2013). Такая тенденция развивается на фоне негативных последствий роста народонаселения (урбанизации, загрязнения) и усиливает их эффект. Возникающие экологические фрустрации способны оказать серьезное влияние на психику, провоцируют развитие депрессий и агрессивного поведения, которое может стать причиной острых социально-политических конфликтов. Особенно болезненны экологические фрустрации для коренных народов (indigenous peoples), занимающихся традиционным природопользованием. Деграция ранее

существовавших экосистем, спровоцированная потеплением климата, одновременно лишает представителей этих народов как материальной основы жизни (пищи, воды), так и разрушает привычные для них условия среды. Следует обратить внимание еще на один важный феномен. При снижении качества жизни, которое нередко сопровождается крупномасштабную трансформацию условий окружающей среды в период глобальных климатических изменений, во многих регионах люди начинают более интенсивно осваивать природные ресурсы (Locatelli, 2016). Эта деятельность в большинстве случаев не контролируется и усиливает процесс деградации природных экосистем, что в свою очередь усиливает экологические фрустрации. Для решения данных проблем также необходима разработка адаптационных климатических проектов. В краткосрочной перспективе их главной целью является сохранение природных экосистем, их хозяйственного и рекреационного потенциала. Однако в условиях дальнейшего развития наблюдающихся тенденций процесс неотвратимой трансформации остановить нельзя, его можно только замедлить. Поэтому в долгосрочной перспективе целью адаптационных климатических проектов должно стать создание регулируемого взаимодействия социумов и окружающей среды, при котором экологические фрустрации не охватывают значительную часть социумов. Наиболее реальным решением данной задачи в условиях меняющегося климата и роста народонаселения является создание природно-технических систем, способных удовлетворять материальные и духовные запросы различных социумов. Такие системы представляют собой совокупность элементов природной среды, стабильное существование которых обеспечивается функционированием инженерно-технических объектов (Суздалева, 2016). Их примером являются многие современные национальные парки.

#### g) *Подъем уровня Мирового океана*

Неоднократно высказывалось предположение, что глобальное потепление может вызвать интенсивное таяние ледников Антарктиды и Гренландии, сопровождающееся изменением характера циркуляции и уровня Мирового океана на несколько десятков метров (Hansen et al., 2015). Существует и иная точка зрения, подкрепленная результатами исследований, согласно которым масса льда и снега на южном полюсе за последние 30-40 лет возростала (Шац, Скачков, 2020). Несмотря на различие во взглядах специалистов, человечество должно быть готово к худшему из сценариев, при котором может произойти

затопление многих прибрежных территорий. На них проживает большое количество людей. Их переселение в другие регионы страны, обеспечение работой и жильем потребует огромных финансовых затрат и, с высокой вероятностью, будет сопровождаться возникновением острых социальных проблем. Кроме того, для приморских районов также характерна высокая концентрация производственных объектов, затопление которых неизбежно вызовет экологическую катастрофу. Их перемещение на другие участки в некоторых случаях представляет собой трудновыполнимую задачу. Примером могут служить атомные электростанции, использующие для охлаждения ректоров морскую воду. Таким образом, без принятия своевременных мер подъем уровня Мирового океана неизбежно нанесет огромный экономический и экологический ущерб, а также вызовет резкое ухудшение социальной и демографической ситуации. Поскольку причиной возникновения всех перечисленных проблем будет являться дальнейшее развитие глобального потепления, то усилия по их решению можно рассматривать как одно из направлений адаптационных климатических проектов. Ощутимые результаты в относительно короткий срок могут быть получены путем строительства дамб и иных гидротехнических сооружений, которые изолируют от моря участки, подверженные затоплению. Подобная деятельность (создание полейдеров) осуществляется в Нидерландах уже сотни лет. В настоящее время полейдеры создаются и во многих других странах. Вместе с тем, практически всегда существует риск затопления этих территорий, что может иметь катастрофические последствия. Примером могут служить трагические события, произошедшие в Новом Орлеане в 2005 г. Прорыв заградительных дамб во время урагана Катрина привел к гибели более 1500 человек (Kates et al., 2006). При прогнозируемом повышении уровня Мирового океана, а также увеличении силы и частоты штормовых явлений вероятность повторения подобных событий возрастает. Поэтому в долгосрочной перспективе адаптационные климатические проекты данного направления заключаются в изменении характера морских берегов путем создания искусственных земельных участков. Эта деятельность получает все более широкое распространение. Ожидается, что к 2030 общая площадь искусственных земельных участков достигнет 12,5 млн. км<sup>2</sup> (Chee et al., 2017). На созданных таким образом территориях уже проживает значительное количество людей. Их безопасное существование зависит от степени учета возможного повышения уровня

Мирового океана при разработке проектов искусственных земельных участков.

#### h) *Расширение ареалов нежелательных организмов*

Нежелательные организмы (undesirable organisms) – это все виды микроорганизмов, растений и животных, способные создать угрозу для жизни и здоровья людей, нанести значительный материальный ущерб или вызвать ухудшение состояния окружающей среды, затрудняющей использование ее ресурсов (получение экосистемных услуг) (Суздалева, 2022с). Таким образом, состав этой группы весьма разнообразен, как и характер наносимого вреда. Нежелательными организмами являются: возбудители и переносчики заболеваний человека, животных и растений; хищники и ядовитые организмы, присутствие которых в среде создает угрозу для жизни людей; сорняки, затрудняющие выращивание и переработку сельскохозяйственных культур; организмы, вызывающие биологический помехи при эксплуатации оборудования. Одним из негативных последствий потепления климата является возникновение во многих регионах условий, пригодных для развития различных групп нежелательных организмов (Koncki, Aronson, 2015; Robinson et al., 2020; Dai et al., 2022). Интенсивное перемещение людей и грузов создает условия для их проникновения в эти участки планеты. Для обозначения таких явлений нам был предложен термин «техноклиматическая инвазия» (Суздалева и др., 2015). Экономический и экологический ущерб от расширения ареалов распространения нежелательных организмов постоянно возрастает. В некоторых случаях это создает угрозу для жизни людей. Действия по предотвращению таких явлений и минимизации их негативных последствий могут рассматриваться как один из видов адаптационных климатических проектов. В краткосрочной перспективе не допустить распространения нежелательных организмов в новые регионы можно путем определения районов, которые пригодны для распространения этих организмов (Bradley et al., 2010), организацией карантинных мер, а также проведением мониторинга появления инвайдеров и их оперативным уничтожением, в т.ч. с использованием пестицидов. Однако эти действия, как правило, могут дать лишь временный результат. Поэтому при решении проблемы в долгосрочной перспективе в качестве главной цели следует рассматривать не создание барьеров на пути распространения нежелательного организма, а ограничение его развития до уровня, при котором наносимый им вред минимален. Анализируя возможные пути достижения этой цели следует

вспомнить, что наиболее опасные явления наблюдаются непосредственно после инвазии. Для этого периода характерно экспоненциальное возрастания численности инвайдера, которая затем может резко снизиться до уровня, при котором негативные последствия его вселения уменьшаются. Это происходит в результате появления у данных видов биологических врагов. Следовательно задачей адаптационно климатического проекта, направленного на решение проблемы в долгосрочной перспективе, может стать превентивное создание условий, препятствующих вспышке развития нежелательного организма. Например, это может быть целенаправленная интродукция биологических врагов нежелательного организма.

## II. Заключение

Обобщение и классификация видов деятельности, которые по праву могут рассматриваться как эффективные адаптационные климатические проекты, важно для обоснования необходимости их финансирования из средств, выделяемых на борьбу с парниковым эффектом. Более того, они должны рассматриваться как приоритетное направление работы по предотвращению негативных последствий глобальных климатических изменений, поскольку результаты реализации таких проектов позволяют обеспечить безопасность жизнедеятельности население и сохранение природных объектов. В отличие от попыток коррекции биогеохимического цикла углерода, эта деятельность предполагает конкретизацию достигнутых эффектов и оценку эффективности финансовых затрат. Нетвызывает сомнений, что это вызовет сопротивление армии функционеров, личное благополучие которых строится на присвоении себе права контролировать промышленность и сельскохозяйственное производство. В современном мире их деятельность все большее приобретает политический оттенок. Лидеры борьбы с выбросами парниковых газов нередко делают успешную карьеру в органах власти. Вместе с тем, предпринимаемые ими меры пока не дали ощутимого эффекта. Несмотря на многочисленные конференции и программные заявления на самом высоком уровне, попытки изменить ход глобальных климатических процессов, скорее всего, не дадут результата и в будущем. Климат Земли и содержание в атмосфере  $\text{CO}_2$  во все периоды ее истории были подвержены значительным колебаниям. На их фоне ограничение объема антропогенной эмиссии парниковых газов не может играть существенной роли. Вместе с тем, разработка комплексных программ региональных и межрегиональных адаптационных климатических

проектов, а в конечном итоге и их глобальной системы позволит нивелировать негативные последствия изменения климата, не допуская катастрофического ухудшения условий в каком-либо участке планеты.

## Литература

1. Городницкий А.М. Страсти по глобальному потеплению//ГеоРиск. 2019. Т. XIII. №4. С.817, <https://doi.org/10.25296/1997-8669-2019-13-4-8-17>.
2. Ерицов А.М., Волков С.Н., Ломов В.Д. Катастрофические лесные пожары последних лет// Лесной вестник. 2016. №5. С.106-110.
3. Осипов В.И. Природные катастрофы в центре внимания ученых.//Вестник РАН, 1995. Т.65. №6. С.483-495.
4. Сорохтин О.Г. Причины изменения глобального климата Земли//Экология и промышленность России. 2008. №4. С.35-40.
5. Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство при организации рынка ресурсов пресной воды//Гидротехническое строительство. 2015а. №9. С. 48-54.
6. Суздалева А.Л. Экологические фрустрации и депривации как основа восприятия условий окружающей среды населением урбанизированных территорий//Экология урбанизированных территорий. №3. 2015b. С.12-17.
7. Суздалева А.Л. Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы// Безопасность в техносфере. 2016. Т.5 №3. С.6-14.
8. Суздалева А.Л. Водноресурсная логистика: международные аспекты//Мировая экономика и международные отношения. 2017. Т.61. №11. С.5-12.
9. Суздалева А.Л. Россия и глобальный водный кризис//Мировая экономика и международные отношения. 2020а. Т.64. №4. С. 53-59.
10. Суздалева А.Л. Экологическая глобалистика и устойчивое развитие на этапе техногенной трансформации биосферы//Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2020b. №1. С. 6-11.
11. Суздалева А.Л. Парадигмы климатических проектов//Естественные и технические науки. 2022а. №2(165). С.208-209.
12. Суздалева А.Л. Строительство водных депозитариев//Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2022b. №1. С.13-19.
13. Суздалева А.Л. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации//Естественные и технические науки. 2022с. №8 (171). С.114-115.
14. Суздалева А.Л., Безнососов В.Н., Горюнова С.В. Биологические инвазии в природно-технических

- системах//Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 3. С. 67-78.
15. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Экологические основы формирования международного рынка ресурсов пресной воды//Вестник Российского университета дружбы народов. Серия экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. №4. С.85-98.
  16. Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Мировой кризис водопотребления: проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды: монография. М.: МГПУ, 2018. 172 с.
  17. Шац М.М., Скачков Ю.Б.К. Дискуссии об основных тенденциях изменения климата Севера//Климат и природа. 2020. № 2(35). С. 3-18. – EDN PNLPNУ
  18. Abbass K., Qasim M.Z., Song H., Murshed M., Mahmood H., Younis I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures//Environmental Science and Pollution Research. 2022. V.29P.42539-42559 <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
  19. Abram N.J., Henley B.J., Sen Gupta A., Lippmann T.J.R., Clarke H., A.J. Dowdy A.J., Sharples J.J., Nolan R.H., Zhang T., Wooster M.J., Wurtzel J.B., Meissner K.J., Pitman A.J., Ukkola A.M., Murphy B.P., Tapper N.J., Boer M.M. Connections of climate change and variability to large and extreme forest fires in southeast Australia//Commun Earth Environ 2021. V.2:8. <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00065-8>
  20. Allan J.A. Virtual Water: a Strategic Resource. Global Solutions to Regional Deficits. Groundwater, 1998, no. 36(4), pp. 545-546.
  21. Aldersley A., Murray S.J., Cornell S.E. Global and regional analysis of climate and human drivers of wildfire//Sci. Total Environ. 2011. V.409: P.3472-3481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.032>
  22. Arnell N.W., Gosling S.N. The impacts of climate change on river flood risk at the global scale//Climatic Change. 2016. V.134. P. 387–401//doi 10.1007/s10584-014-1084-5
  23. Bhatta G.D., Ojha H.R., Aggarwal P.K., Sulaiman V.R., Sultana P., Thapa D., Mittal N., Dahal K., Thomson P., Ghimire L. Agricultural innovation and adaptation to climate change: empirical evidence from diverse agro-ecologies in South Asia//Environ. Dev. Sustain. 2017. V.19. N2. P.497-525. doi: 10.1007/s10668-015-9743-x
  24. Bradley B.A., Blumenthal D.M., Wilcove D.S., Lewis H.Z. Predicting plant invasions in an era of global change//Trends Ecology and Evolution. 2010. V. 25.P.310-318. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.12.003>
  25. Bucherie A., Werner M., Van den Homberg M., Tembo S. Flash flood warnings in context: combining local knowledge and large-scale hydro-meteorological patterns//Nat. Hazards Earth Syst. Sci.2022.V.22, P. 461-480 [doi.org/10.5194/nhess-22-461-2022](https://doi.org/10.5194/nhess-22-461-2022)
  26. Chee S.Y., Othman A.G., Sim Y.K., Adam A.N.M., Firth L.B. Land reclamation and artificial islands: Walking the tightrope between development and conservation//Global Ecology and Conservation. 2017. V.12. P.80-95. doi:10.1016/j.gecco.2017.08.005
  27. Dai Z-C., Zhu B., Wan J.S.H., Rutherford S. Editorial: Global Changes and Plant Invasions//Front. Ecol. Evol. V.10. Article 845816 doi: 10.3389/fevo.2022.845816
  28. Froehlich H.E., Gentry R.R., Halpern B.S. Global change in marine aquaculture production potential under climate change//Nature Ecology & Evolution. 2018. V.2.P.1745-1750 doi: 10.1038/s41559-018-0669-1
  29. Hansen J., Sato M., Hearty P., Ruedy R., Kelley M., Masson-Delmotte V., Russe G., Tselioudis G., Cao J., Rignot E., Velicognal, Kandiano E., von Schuckmann K., Kharecha P., Legrande A.N., Bauer M., LoK-W. Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2°C global warming is highly dangerous//Atmospheric Chemistry and Physics. 2015. V.15(14)P.20059-20179 doi:10.5194/acpd-15-20059-2015
  30. Held I.M., Soden B.J. Robust responses of the hydrological cycle to global warming//J. Clim. 2006. V.19. P.5686–99<https://doi.org/10.1175/JCLI3990.1>
  31. Hirabayashi Y, Kanae S., Emori S., Oki T., Kimoto M. Global projections of changing risks of floods and droughts in a changing climate//Hydrol Sci J. 2008.V.53:P.75//<http://dx.doi.org/10.1623/hysj.53.4.754>
  32. ISO 14080:2018 Greenhouse gas management and related activities -- Framework and principles for methodologies on climate actions. 44 p.// <https://www.iso.org/standart>
  33. Kates R.W., Colten C.E., Laska S., Leatherman S.P. Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: A research perspective//PNAS. 2006. V.103. N.40.P.14 653-14660 [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0605726103](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0605726103)
  34. Koncki N.G., Aronson M.F.J. Invasion risk in a warmer world: modeling range expansion and habitat preferences of three nonnative aquatic invasive plants//Invasive Plant Science and

- Management. 2015. V.8. 14 p. doi: 10.1614/IPSM-D-15-00020.1
35. Lehner B., Döl1P., Alcamo1J.,HenrichsT., KasparF. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis//Clim Chang. 2006. V.75. P. 273-299doi: 10.1007/s10584-006-6338-4
  36. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production//Nature. 2016. V.529. P.84-87 <https://doi.org/10.1038/nature16467>
  37. Liu C. Impact of Global Warming on China's Agricultural Production//ESAT 2022. E3S Web of Conferences 352, 03024 (2022) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235203024>
  38. Locatelli B. Ecosystem services and climate change. In: Routledge Handbook of Ecosystem Services. M. Potschin, R. Haines-Young, R. Fish and R. K. Turner (eds). Routledge, London and New York, 2016, pp. 481-490. ISBN 978-1-138-02508-0 <https://www.routledge.com/products/9781138025080>
  39. Muralikrishnan L., Padaria R.N., Choudhary A.K., Dass A., Shokralla S., El-Abedin T.K.Z., Abdelmohsen S.A.M., Mahmoud E.A., Elansary H.O. Climate change-induced drought impacts, adaptation and mitigation measures in semi-arid pastoral and agricultural watersheds//Sustainability 2022, 14, 6. <https://doi.org/10.3390/su14010006>
  40. Nelson E.J., Kareiva P., Ruckelshaus M., Arkema K., Geller G., Girvetz E., Goodrich D., Matzek V., Pinsky M., Reid W., Saunders M., Semmens D., Tallis H. Climate change's impact on key ecosystem services and the human well-being they support in the US//Front Ecol Environ. 2013. V.11 (9). P.483-493 doi:10.1890/120312
  41. Palomol. Climate change impactson ecosystem services in high mountain areas: a literaturereview// Mountain Research and Development 2017. V.37. N.2 P.179-187 <http://dx.doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-16-00110.1>
  42. Performance Standards on Environmental and Social Sustainability. 2012. 50 p. <https://www.ifc.org>
  43. Peters G.P., Andrew R.M., Canadell J.G., Friedlingstein P., Jackson R.B., Korsbakken J.I., Quéré C.L., Pregon A. Carbondioxide emissions continue to grow amidst slowly emerging climate policies//Nat. Clim. Chang. 2020. N.10. P.3-6. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0659-6>
  44. Pontes-Lopes A., Silva C.V.J., Barlow J., RincónL.M., CampanharoW.A., Nunes C.A., de Almeida C.T., Silva Júnior C.H.L., CassolH.L.G., DalagnolR., Stark S.C., GraçaP.M.L.A., AragãoL.E.O.C. Drought-driven wildfire impacts on structure and dynamics in a wet Central Amazonian forest//Proc. R. Soc. 2021. B 288: 20210094. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0094>
  45. Pramova E., Locatelli B., Brockhaus M., Fohlmeister S. Ecosystem services in the National Adaptation Programmes of Action//Climate Policy.2012. V.12, P.393-409.<https://www.cifor.org/knowledge/publication/3712https://doi.org/10.1080/14693062.2011.647848>
  46. Richardson D., Black A.S., Irving D., MatearR.J., MonselesanD.P., RisbeyJ.S., Squire D.T., Tozer C.R. Global increase in wildfire potential from compound fire weather and drought//Climate and Atmospheric Science. 2022. 5. 23. <https://doi.org/10.1038/s41612-022-00248-4>
  47. Robinson T.B., Martin N., Loureiro T.G., Matikinca P., Robertson M.P. Double trouble: the implications of climate change for biological invasions //NeoBiota. 2020. V.62. P.463-487. <https://doi.org/10.3897/neobiota.62.55729>
  48. Santos F.D., Ferreira P.L., Pedersen J.S.T. The Climate Change Challenge: A Review of the Barriers and Solutions to Deliver a Paris Solution//Climate. 2022, 10, 75.<https://doi.org/10.3390/cli10050075>
  49. Soon W., Baliunas S.L, Robinson A.B, Robinson Z.W. Environmental effects of increased atmospheric carbon dioxide//Climate Research. 1999. V.13 (2). P.149-164 doi: 10.3354/cr013149
  50. Suzdaleva A., Goryunova S., Marchuk A., Borovkov V. Mobilization strategy to overcome global crisis of water consumption//IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2017. V.90. 012201 doi:10.1088/1755-1315/90/1/012201
  51. Tabari H. Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability//Scientific Reports. 2020. 10:13768//<https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>
  52. Tosun J. Addressing climate change through climate action//Climate Action. 2022. V.1. N1. 8 p.<https://doi.org/10.1007/s44168-022-00003-8>
  53. Tyukavina A., Potapov P., Hansen M.C., Pickens A.H., Stehman S.V., Turubanova S., Parker D., Zalles V., Lima A, Kommareddy I., Song X-P., Wang L., Harris N. (2022) Global Trends of Forest Loss Due to Fire From 2001 to 2019//Front. Remote Sens.2022. 3:825190.doi: 10.3389/frsen.2022.825190
  54. Williams A.P., Abatzoglou J.T., Gershunov A., Guzman-Morales J., Bishop D.A., Balch J K., Lettenmaier D.P. Observed impacts of anthropogenic climate change on wildfire in California//Earth's Future. 2019. N7. P.892-910. <https://doi.org/10.1029/2019EF001210>
  55. Zika J.D., SklirisN., BlakerA.T., Marsh R., Nurser A.J.G., Josey S.A. Improved estimates of water cycle change from ocean salinity: the key role of

ocean warming//Environ. Res. Lett. 2018. 13.  
074036 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aace42>

