

УДК 551.343:551.8

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ СПЕЦИФИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА

М.М. Шац, Ю.Б. Скачков

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск,
E-mail: mmshatz@mail.ru, ubskachkov@mpi.ysn.ru*

В статье освещены основные пути выбора стратегии дальнейшего развития цивилизации применительно к последствиям изменения климата – управление и адаптация. Рассмотрены специфика обоих подходов применительно к отдельным отраслям народного хозяйства разных стран. В заключение отмечено, что наиболее разумно и эффективно для хозяйства целесообразное сочетание подходов, учитывающее специфику отдельных регионов и тенденции самого изменения климата.

Ключевые слова: пути выбора стратегии; последствия изменения климата; управление и адаптация; специфика отдельных регионов и тенденции изменения климата.

DOI: 10.24412/2410-1192-2021-16005

Дата поступления 15.12.2020

В числе множества вопросов, связанных с проблемой изменения климата и последствиями этого глобального процесса, в последнее время появился относительно новый аспект, которому уделяется все большее внимание специалистов и общественности. Речь идет о выборе пути дальнейшего подхода к стратегии деятельности по оптимизации развития человечества в условиях меняющегося климата.

В общем виде в решении проблемы возможны два основных пути. Первый из них заключается в попытках вмешательства в ход современных климатических флуктуаций разными способами, т.е. в управлении ими. Второй путь предусматривает приспособление различных процессов развития цивилизации к происходящим изменениям климата, т.е. адаптация к ним. Под этим обычно понимается приспособляемость естественных или антропогенных систем в ответ на реальные или ожидаемые климатические изменения, которая позволяет уменьшить собственную уязвимость и использовать благоприятные условия.

Основным показателем изменения климата считается увеличение средней глобальной температуры, что может вызвать различные побочные последствия, такие как [1]:

- изменение характера распространения садков;
- подъём уровня моря; увеличение частоты экстремальных погодных явлений;
- изменение вегетационного периода растений;
- распространение тропических болезней за пределы привычной зоны распространения;
- изменение водородного показателя (PH).

Прогнозируемая потенциальная опасность включает повышение уровня мирового океана на величину в диапазоне от 110 до 770 мм за период с 1990 по 2100 годы.

Одним из основных вызовов нашего времени является управление изменениями климата. Многие специалисты, сторонники их техногенных причин, предупреждают, что при непринятии срочных мер по снижению темпов роста, а через несколько лет и сокращению вы-

бросов парниковых газов, последствия климатических изменений могут оказаться губительными для всей цивилизации. По их мнению, негативные последствия скажутся, в первую очередь, на самых бедных слоях населения во всем мире и будут наиболее ощутимыми именно в развивающихся странах.

Особо следует отметить, что глобальное изменение климата в Арктике происходит вдвое активнее, чем в других регионах планеты, а его последствия приводят к изменениям в широко развитых там уязвимых экосистемах с многолетнемерзлой литогенной основой, оказывают воздействие также и на здоровье, уровень жизни и благосостояние северян, на сектора экономики, инфраструктуру северных регионов [2].

Влияние изменения климата на общество должно рассматриваться в совокупности с последствиями арктических трансформаций в социально-экономических системах. Их сопряженный эффект связан с необходимостью устойчивого развития полярных регионов на перспективу, возможными рисками и выгодами, и предполагает ответные действия для приспособления к настоящему и будущим изменениям.

13 декабря 2019 года Евросоюз представил свою стратегию по защите климата до 2050 года. Согласно ей, выброс парниковых газов в странах Евросоюза должен быть сведен к нулю в ближайшие 30 лет. В документе говорится в первую очередь об отказе от использования нефти, природного газа и каменного угля, при сгорании которых в атмосферу выбрасывается углекислый газ. Западные государства, уже подписавшие соглашения, пока к этому не готовы и трудно представить, когда приступят к его исполнению. Хотя один из самых радикальных «зеленых планов» принят в мощнейшей экономике Евросоюза – ФРГ.

Трудно, а скорее невозможно поверить в реальность реализации подобных «событий». На фоне этой всемирной

экономической и политической истерии давно позабыт главный вопрос - а насколько реальны угрозы, которыми так умело, запугали все человечество борцы с выбросами парниковых газов? Оказывают ли вообще жизнедеятельность людей и промышленное развитие сколько-нибудь значительное влияние на глобальное потепление нашей планеты? Его сторонники «проталкивают» свои соображения, не стесняясь в средствах. Так в Австралии на огромных площадях ведутся угольные разработки открытым способом. В начале нашего века эта отрасль подвергалась активному давлению со стороны представителей А. Гора, требовавших немедленного закрытия подобных карьеров [3]. «Борцы за чистоту природы» не обращали внимания, что это важная составляющая топливной энергетики Австралии, чтобы затруднить ее развитие. Для того чтобы выполнить их требования и снизить выбросы парниковых газов, нужно полностью модернизировать всю промышленность многих стран и не все из них это выдержат. Адаптация и снижение уязвимости общества перед новыми вызовами, вместе с сохранением глобального климата за счет снижения выбросов и перехода на низкоуглеродное развитие, становится важным компонентом климатической политики арктических стран.

Меры по смягчению последствий изменений климата и адаптации вполне совместимы с общими задачами развития человечества. Опыт многочисленных межправительственных организаций показывает, что разумное сочетание разнообразных подходов может оказывать положительное влияние не только на поведение и уровень жизни населения, но и способствовать росту экономического развития, содействуя привлечению инвестиций в дружественные климату технологии и виды деятельности. При этом требуется полная трансформация мышления и переход к комплексному планированию развития тер-

риторий с учетом фактора изменений климата.

Работа по управлению характером изменения климата обуславливается проблемами, зависящими от специфики развития общества, и ориентирована на его нужды. Она стремится разъяснить политический подтекст проблемы, определить его основной характер, а также способствует вовлечению всех заинтересованных сторон в процесс достижения приемлемых решений. Изменение климата различного уровня от локального до глобального – явление безусловное и в настоящее время обсуждению не подлежит. Хотя еще до начала XX века считалось, что климат со временем меняется мало, но вскоре стала понятна ошибочность этой точки зрения. Позднее были установлены его значительные колебания и в XX веке земной шар, по сравнению с концом XIX века, в среднем стал теплее на 0,7–0,8°C [4]. Следует отметить, что современное потепление происходило в основном после 1970-го года, то есть всего около 50 лет, хотя и в 30–40-х годах XX столетия тоже было потепление, которое особенно отчетливо проявилось в Арктике, чем обусловило в это время её бурное освоение.

В настоящее время факт изменения региональных температур воздуха не оспаривается, но гораздо меньше уверенности в масштабах и временных рамках этой динамики. Еще большие разногласия заключаются в конкретизации тенденций изменений – «потепление» или «похолодание». При этом по большинству сопутствующих аспектов мнения специалистов расходятся, порой и диаметрально. Так по проблеме причин динамики климата за последние 50–60 лет существуют две основные точки зрения.

Сторонники первой по хронологии считают этот процесс следствием антропогенной деятельности и одной из главных, если не основной, причин происходящих на российском Севере де-

формаций и обрушений геотехнических объектов. Более подробно эволюция представлений сторонников теории глобального потепления климата – первый выделенный нами этап, была освещена ранее [5, 6–8]. Авторы считают, что в настоящее время завершается второй этап решения проблемы оценок преобладающих тенденций динамики климата со смещением акцентов к вероятному похолоданию. Третий этап формирования представлений на проблему находится на начальной стадии и заключается в признании этого похолодания.

Ученые ИМЗ СО РАН особо подчеркивают, что криолитозона по своей физической сущности является чрезвычайно инерционной природной системой, различные колебания поверхностных условий внутри которой распространяются медленно, неглубоко и быстро затухают. Демонстрацией этих процессов могут служить нижеследующие рисунок 1 и таблица 1.

Среднегодовая температура воздуха в Якутске за последние 30 лет неуклонно повышалась, имея статистически значимый тренд. В то же время за последние 12 лет температура многолетнемерзлых пород в слое годовых теплооборотов (до 20 м) изменялась незначительно.

Опасаться следует только перехода температуры поверхности мерзлых пород в область положительных значений, что приводит к значительному увеличению слоя летнего оттаивания грунтов либо к началу протаивания ММП сверху. Это приводит к кардинальной смене геосистем, потере устойчивости и надежности систем жизнеобеспечения и инженерной инфраструктуры, с их деформациями, а порой и полным разрушением. Прогнозы подобных событий на очень длительный срок мало достоверны, особенно учитывая значимость и непредсказуемость техногенного фактора. Подробно соображения ученых–мерзлотоведов изложены в специальной работе [9].

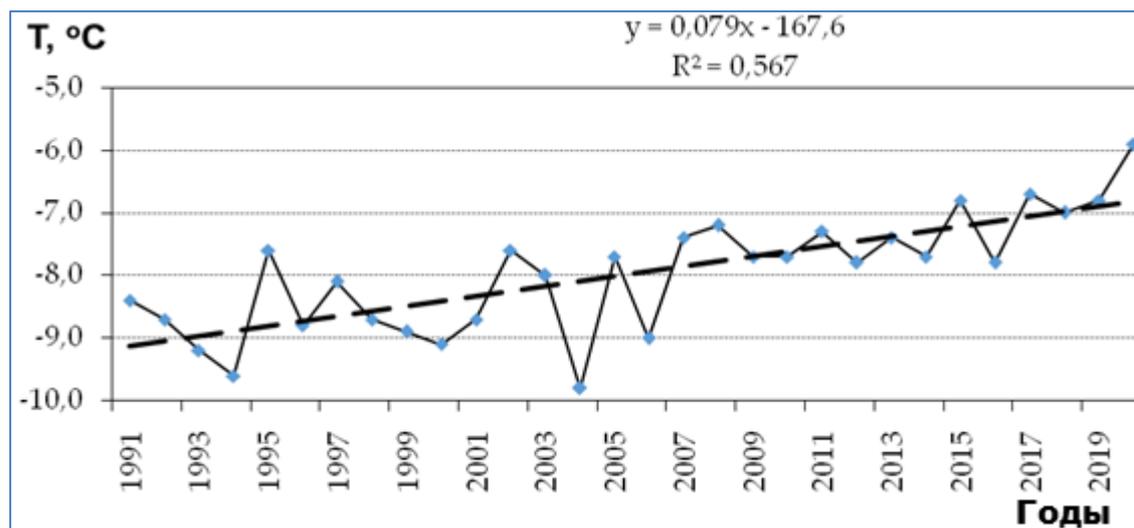


Рис. 1. Многолетняя изменчивость среднегодовой температуры воздуха в Якутске, °С
Пунктирная линия – линейный тренд.

Таблица 1
Температура пород на геокриологическом стационаре «Туймаада»,
Якутск, ИМЗ СО РАН, °С

Глубина, м	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0	0,2	0,2
3	-0,9	-1,1	-0,9	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-0,9	-1,1	-0,9	-0,9
5	-1,7	-2,0	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,5	-1,5	-1,6	-1,9	-1,7	-1,5
10	-2,0	-2,2	-2,0	-1,8	-1,7	-1,5	-1,6	-1,7	-1,8	-2,0	-1,9	-1,8
15	-2,0	-2,2	-2,1	-1,9	-1,9	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,9	-2,0	-1,9
20	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-2,0	-2,0
30	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1
40	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
50	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
60	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3
70	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3

Обращаем внимание читателей, что в связи с основной специализацией Института мерзлотоведения СО РАН в данной публикации рассматривается изменение климата применительно к современному периоду.

Еще один принципиальный вопрос при разработке мер, направленных на противодействие изменениям климата, сколько времени осталось в распоряжении человечества для принятия конкретных решений. Климатологи все больше склоняются к единому мнению о существовании предельно допустимого порога изменений и сходятся на том, что повышение средней глобальной

температуры на 2 °С по сравнению с доиндустриальными уровнями является максимально приемлемым. Выше этой отметки резко возрастает риск внезапных и катастрофических изменений климата, подобных таянию ледникового щита Гренландии.

Климат в России, как и везде на планете, также заметно меняется. Чаще стали наблюдаться резкие изменения погоды, аномально высокие и низкие значения температур природных сред. По данным Минприроды РФ, в нашей стране с 1990 по 2010 год количество природных катастроф, таких как паводки, наводнения, сели и ураганы, возрос-

ло почти в четыре раза и продолжает увеличиваться примерно на 6–7% в год. Экологи предсказывают, что в течение следующих десяти лет их число может еще удвоиться [10]. По оценке Всемирного банка, ежегодный ущерб от воздействия опасных гидрометеорологических явлений на территории России составляет 30–60 млрд. рублей.

По расчетам Росгидромета, в России средняя годовая температура растет в 2,5 раза быстрее, чем во всем мире. Наиболее активно потепление идет в северных районах РФ. Так, в Арктике к концу XXI века температура может вырасти на 7 °С. Уже к середине XXI века средняя температура зимой на всей территории России может увеличиться на 2–5 °С.

По мнению экс-главы Росгидромета Александра Фролова потепление климата для России несет не только риски, но и преимущества.

К числу угроз, связанных с потеплением, он относит:

- рост повторяемости, интенсивности и продолжительности засух в одних регионах, экстремальных осадков, наводнений, случаев опасного для сельского хозяйства переувлажнения почвы – в других;

- повышение пожароопасности в лесах и на торфяниках;

- нарушение привычного образа жизни коренных северных народов;

- деградацию «вечной мерзлоты» с ущербом для строений и коммуникаций;

- нарушение экологического равновесия, вытеснение одних биологических видов другими;

- увеличение расходов электроэнергии на кондиционирование воздуха в летний сезон для значительной территории страны.

В то же время потепление несет и ряд положительных изменений:

- потепление в Арктике увеличит продолжительность навигации по Северному морскому пути и облегчит

освоение нефтегазовых месторождений на шельфе;

- сократится отопительный сезон, и, соответственно, снизится расход энергии;

- северная граница земледелия сместится на север, благодаря чему вырастет площадь сельскохозяйственных угодий, особенно в Западной Сибири и на Урале.

Целью данной статьи является анализ основных существующих представлений по проблеме выбора путей и подходов развития цивилизации в условиях меняющегося климата. Статья будет полезна для студентов и специалистов по климатологии, географии, инженерной геологии и др.

Управление изменением климата

Управление изменением климата, а на современном этапе точнее говорить о попытках вмешательства в его естественную динамику, пока не имеют какой-либо научно-обоснованной базы. Усилия многочисленных межправительственных и национальных организаций, действующих на всех уровнях управления от национального, регионального до глобального, ориентированы на повышение потенциала для эффективного совместного действия и решения таких разнообразных проблем, как искоренение голода, недостаточное питание и нищета. Минимизация негативных последствий изменения климата ведет к обеспечению возможности перехода к устойчивому ведению промышленной деятельности, сельского хозяйства и рациональному использованию природных ресурсов, обеспечению здоровья населения и безопасности продовольственных и сельскохозяйственных систем. Растет признание того, что климатические воздействия несут более сильные и стремительные последствия, чем предполагалось в оценках буквально десять лет назад.

Поскольку изменение климата нарастает, города становятся особенно

уязвимыми к таким воздействиям, как тепловой стресс, и могут играть ключевую роль в сокращении выбросов на местном и глобальном уровнях.

Авторы этой статьи подробно рассмотрели перспективы изменения климата [6–8]. Анализ имеющихся материалов свидетельствует, что последний период потепления XX века, начавшийся около 70-х годов, был связан с восходящей фазой шестидесятилетней солнечной активности, тогда как в XXI веке уже началась ее нисходящая тенденция, приводящая, вероятно на ближайшие 30 лет к длительному похолоданию климата.

Из приведенных оценок следует важный практический вывод: даже значительные выбросы техногенного углекислого газа в земную атмосферу фактически не меняют осредненные показатели ее теплового режима и парникового эффекта. Вместе с тем, увеличение концентрации этого газа в земной атмосфере, безусловно, является полезным фактором, существенно повышающим продуктивность сельского хозяйства и способствующим более эффективному восстановлению растительной массы в районах сведения лесов. Все изложенное выше, свидетельствует, что антропогенное влияние на глобальное потепление климата остается скорее мифом, чем реальностью, а нынешнее «Парижское соглашение», пришедшее на смену «Киотскому протоколу», ничего, по сути, не меняет.

Не менее важно избегать выбросов в атмосферу не именно углерода, а отравляющих веществ - серы, мышьяка, отходов химической промышленности. Подобные выбросы уже убили Аральское море, то же, но менее активно происходит с Байкалом, долиной нижней Волги. Не менее опасная ситуация с радиоактивными захоронениями по многим мелководным морям. Так в Балтийском и в Северном морях в 1947 году затоплено химическое оружие гитлеровского Рейха [3]. Время и морские

воды не пощадили емкости с отравляющими веществами, которые могут в любой момент всплыть из морских глубин на поверхность. Кавказское побережье тоже загрязнено и давно пора внедрять «зелёные технологии, предложенные профессором Германом Кричевским.

Также опасна система угроз, включающих природные катастрофы: климатические (торнадо, смерчи и т.д.), землетрясения с цунами, которые пока не поддаются прогнозу. Так землетрясение на Суматре в 2009 году унесло 200 тысяч человеческих жизней. И лишь в последнее время приступили к созданию систем оповещения и спасения в случае возникновения подобных явлений. Особую угрозу для человечества представляет периодически активизирующийся в США Йеллоустонский супервулкан.

Европейское космическое агентство и Европейская комиссия подвели итоги уходящего года, основываясь на данных, которые были получены со спутникового мониторинга. Лесные пожары на территории Сибири и Амазонии назвали беспрецедентными, они поразили огромные площади, а общий выброс углекислого газа составил 6,7 тысячи мегатонн – это на 0,7 больше по сравнению с предыдущим годом [3]. По словам экспертов, пожары в Сибири стали максимальными по площади, интенсивности и длительности». Всего за пожароопасный сезон 2019 года в России огнем было охвачено свыше 10 миллионов гектаров леса, но эксперты уверяют, что в целом в период с 2003 года мировая тенденция по выбросу газов от лесных пожаров направлена в сторону понижения. Самым масштабным является 2003 год, когда в атмосфере зафиксировали выбросы в размере 8 тысяч мегатонн CO₂.

При этом не следует считать, что возможности управления изменения климата отсутствуют вообще и в принципе невозможны. В литературе и в СМИ приводятся многие частные и ве-

домственные решения задач данного направления. Так, Андреас Буш [10] описывает усилия специалистов Великобритании по созданию технологий по управлению изменения климата, которые предлагают подходы, базирующиеся на заделах нефтегазовой отрасли. Уже есть эффективные инженерные решения по частным путям управления изменением климата и ограничения глобальных температур выше 1,5 °С. Но политики и ученые пока не убеждены в целесообразности и эффективности подобных решений из-за их запредельной стоимости.

По оценкам компании «MorganStanley», реализация даже частных подобных технологий потребует \$ 50 трлн, что примерно в 50 раз больше, чем стоимость корпорации «Apple». Эти гигантские затраты необходимы для создания возобновляемых источников энергии, электромобилей, улавливания и хранения углерода и биотоплива в специальных хранилищах и т.п. Многие из этих технологий основаны на использовании геологических недр для производства тепла в форме геотермальной энергии, для постоянной консервации углекислого газа или для временного хранения водорода. При этом вещества закачиваются в пористые подземные горизонты, такие как водоносные соляные пласты или истощенные нефтяные и газовые резервуары на глубину 1 км и более, где плотный герметизирующий слой предотвращает утечку этих веществ к поверхности.

Адаптация к глобальному изменению климата и вызванным им потеплению – это возможность приспособляемости естественных или антропогенных систем в ответ на реальные или ожидаемые климатические изменения, которая позволяет уменьшить собственную уязвимость использовать благоприятные условия [1].

Одним из наиболее наглядных примеров адаптации служит обращение с водными ресурсами. В последнем отчете

Межправительственной экспертной группы по изменению климата (МЭГИК) четко заявлено, что вода – ключевой фактор стихийных бедствий [1]. Глобальное потепление и связанные изменения климата могут создать в этом отношении серьезные проблемы в будущем. До последнего времени много внимания уделялось изменению температурного режима и подъему уровня воды мирового океана. Значительные работы были выполнены по изучению некоторых последствий этих явлений, таких как изменения количества выпадающих осадков и угрозы все более интенсивных наводнений и засух. Однако почти не проводились исследования по выяснению масштаба потенциальных воздействий изменения климата на состояние водных ресурсов на региональном, национальном или местном уровне.

Эксперты отмечают, что независимо от масштаба компенсационных мер, адаптационные мероприятия обязательны. Это свидетельствует, что комплексный подход к учету изменения климата, включающий как смягчение, предусматривающее меры по предотвращению изменений климата, так и адаптацию, предполагающую мероприятия по приспособливанию к таким изменениям необходим. В этом контексте, проблемы управления водными ресурсами особенно актуальны в плане теории, что изменения климата должно существенно повлиять на обеспечение и потребление водных ресурсов.

Первым, на что следует обратить особое внимание, является тот факт, что если наши глобальные подходы к использованию энергетических ресурсов являются сферой применения смягчающих мер, то методы использования и управления нашими водными ресурсами должны стать сферой применения адаптационных мероприятий.

Насколько значимы относительно небольшие изменения температур воздуха, составляющие всего несколько

десятих градусов, свидетельствует тот факт, что в ряде случаев это может привести к увеличению стока рек и водообеспеченности на 10–40% в одних регионах, в то время как в других они уменьшатся на 10–30% [11]. Также необходимо отметить, что изменения климата будут особенно ощутимы именно в водной среде. Если сейчас не будет осознана всю серьезность ситуации и не принято решение по проблемам влияния изменений климата на мировые водные ресурсы, то появится риск столкнуться с неустойчивостью водоснабжения жителей растущих городов, промышленности и сельского хозяйства.

В случае недооценки ситуации, принятии неверных решений при климатических изменениях могут реально усугубить проблемы и повысить уязвимость общества при природных и антропогенных катастрофах. Разработка адаптационных мер должна проводиться на начальных стадиях реализации любого проекта, иначе будет упущена возможность обеспечения его более устойчивого будущего при наименьших финансовых затратах.

Поэтому как для специалистов водного хозяйства, так и водопользователей важна реальная картина – что же их ждет в ближайшем будущем. Нужен новый подход к управлению водными ресурсами, который позволит типизировать предстоящие проблемы, наметить и прояснить их вероятные последствия. Не менее важно стимулировать лучшее, более научно-обоснованное управление водными ресурсами с учетом специфики изменения климата и стратегии развития общества.

И хотя должно пройти определенное время до момента, когда полностью проявятся и получат научное обоснование воздействия изменения климата и их последствия для состояния водных ресурсов, очевидно и вполне понятно насколько важно заняться этими проблемами как можно раньше, а не запоз-

дать с адаптацией к будущим изменениям, которые, как многие полагают, уже начали проявляться. Кроме того, наращивание потенциала стран для решения сегодняшних проблем, связанных с изменением климата, является наилучшим подходом для укрепления их возможностей адаптации к изменениям климата в будущем.

При этом в равной степени важны как многолетняя, так и сезонная адаптации при циклических изменениях климата [12, 13], особенно при оценке воздействия долгосрочных изменений климата. Поэтому другим наиболее важным аспектом является вопрос, как усовершенствовать методы, которыми мы управляем при использовании наших водных ресурсов сегодня, чтобы легче решать проблемы, которые возникнут завтра. Помимо акцентирования на появившейся необходимости в адаптации, важно признать, что современное водопользование вносит свой вклад в изменение климата, и что другие подходы к управлению водными ресурсами могут так же способствовать снижению уровня этих воздействий.

Более совершенное управление водными ресурсами сыграет значительную роль при адаптации к изменяющемуся климату. Важно, что все это потребует определенных изменений в сельскохозяйственной практике, промышленности и в обществе в целом.

Методология адаптации предусматривает разработку и последующее использование новых решений в отношении различных целей управления водными ресурсами, включая экологическую устойчивость, экономическую эффективность и социальную справедливость. Она способствует широкому участию общества в целом и экономических секторов, на которые оказывается воздействие, в поиске и поддержке выигрышных решений, а также обеспечивает лучшее понимание ограничений и водных проблем обществом.

Одним из способов управления воздействиями изменчивости климата на водные ресурсы является регулирование речного стока и создание запасов воды в водохранилищах, которые способствуют накоплению и сохранению стока при превышении потребления пользователей, и обеспечивают попуски воды в межливневый период, когда расходы воды в реках недостаточны, что также способствует сохранению водных экосистем [14]. Пиковые паводковые стоки должны быть накоплены и позже, при необходимости, сброшены в реку, избегая ущерба от интенсивных паводков за счет уменьшения максимальных расходов. Обе функции важны для обеспечения водой поселков и предотвращения ущерба, вызываемого наводнением и засухами.

Другой важной составляющей инфраструктуры водных ресурсов являются каналы, туннели, и трубопроводы, служащие не только удовлетворению потребностей людей по их прямому назначению, но также, благодаря объединению многих источников, снижающие уровень изменчивости климата и повышающие надежность водообеспечения населенных пунктов.

Системы отвода сточных и ливневых вод позволяют поддерживать их производственную деятельность и охранять здоровье людей при ЧС, связанных с погодными условиями. Другие технологические решения, включая повторное использование сточных и опреснение солоноватых вод, также могут способствовать решению проблем, хотя их стоимость часто является серьезным препятствием для реализации.

Однако, другой факт, который необходимо отметить, является отсутствие простых и надежных технических решений, таких как инженерные сооружения, по защите от паводков, способных предотвратить небольшие наводнения, но способных сделать их более уязвимыми и усугубить разрушения от наводнения при ЧС, как это произошло

при катастрофе в Новом Орлеане (США). А энергоемкие решения, такие как опреснение воды, могут, в свою очередь, усугубить изменение климата при неразумно крупномасштабном применении.

В нашей стране так же имеются примеры широкомасштабной деятельности по предотвращению или минимизации активных воздействий процессов, вызванных изменениями климата. В Санкт-Петербурге в 2010-2014 годах была разработана «Стратегия развития адаптационных мероприятий по изменению климата», которая сейчас подготовлена для включения в «Стратегию социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года». Кроме того, в «Генеральный план развития ...» будут включены вопросы по обеспечению реакции на климатические изменения. В частности, одним из грандиозных сооружений по регулированию водотехнической деятельности, явилось создание знаменитой дамбы в Северной столице.

Немного о возникшей в Санкт-Петербурге проблеме, связанной с результатом сложного взаимодействия метеорологических и гидрологических процессов. Город известен своими наводнениями, возникающими при нарушении равновесия водных масс Балтийского моря и Финского залива, когда, в случае прохождения над ними циклонов, в Балтийском море образуется так называемая длинная нагонная волна, идущая через Финский залив и доходящая не только до дельты Невы, но и до самого Санкт-Петербурга. Эта волна, в сочетании с ветровым нагоном и колебаниями воды, вызывает кратковременные, резкие подъемы уровня воды в восточной части Финского залива и непосредственно в городе [15].

Наводнения случаются в любое время года, но самыми частыми и опасными являются осенние – именно во время них происходят самые значительные и катастрофические подъемы воды.

Наводнения в далеком прошлом, когда уровень воды в Неве поднимался выше уровня Балтийского моря на 3–4 метра, иногда сопровождались человеческими жертвами. Исследования ученых показали, что в Северной столице могут возникнуть наводнения с уровнем воды до 5,4 метров.

Непосредственные работы по сооружению защитной дамбы были начаты в конце 60-х годов XX века, когда была создана гидравлическая модель Невской губы. В 1974 году начались предварительные работы по возведению сооружения, а 1 октября 1980 года был заложен первый камень, но в 1987 году стройка была остановлена. Только в 2001 году, строительство дамбы, находящейся в 60% готовности, возобновляется и 12 августа 2011 года сооружение было введено в эксплуатацию и уже несколько раз предотвращало затопления в Северной столице.

«Парижское соглашение» уделяет внимание не только проблеме снижения выбросов парниковых газов, но и вопросам адаптации к изменениям климата, и характеризует необходимость перехода мирового сообщества на низкоуглеродное развитие. Его задачи решаются путем внедрения энергосберегающих технологий, снижения материалоемкости, развития возобновляемых источников энергии. Результатом перехода станет снижение спроса на ископаемое органическое топливо и повышение роли возобновляемых и других источников энергии.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации осуществляется разработка комплексной системы государственного регулирования выбросов парниковых газов, включающей и подготовку новых стратегических документов, определяющих государственную политику в области изменения климата, формирование законодательной базы в указанной области, совершенствование российской системы оценки поглощения парниковых

газов и адаптации экономики к неблагоприятным изменениям климата.

Национальный план разработан Минэкономразвития России, направлен на укрепление глобального реагирования на угрозу динамики климата, в том числе посредством повышения способности адаптироваться к неблагоприятным воздействиям. Первый этап адаптации экономики России к изменениям климата направлен на реализацию до 2022 года организационных и нормативно-правовых мер и содержит 3 основных блока [1]: федеральный, отраслевой и региональный.

Итоги реализации Национального плана с оценкой эффективности и достаточности проводимых мероприятий станут основой для подготовки второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года.

Планы по минимизации ущерба от изменения климата, должны охватить все сферы деятельности человека, в том числе здравоохранение, сельское хозяйство и инфраструктуру. В России, например, во многих городах нужно менять ливневую канализацию, готовиться к штормовым ветрам с пересчетом прочности конструкций, изменять систему пожаротушения [16]. Однако у отдельных государств разные возможности уменьшить влияние изменения климата. Так, например, Голландия и Бангладеш испытывают одинаковые проблемы: стало больше штормов, повысился уровень океана. Но в Голландии уже есть план действий, они знают, как будут усиливать дамбы, откуда возьмут средства. А в Бангладеш ничего этого нет, причем в 10 раз длиннее береговая линия и в 10 раз больше население, и на опасных территориях проживают 100 млн человек, которых нужно будет куда-то переселить. Большая часть мер, необходимых для адаптации, достаточно просты и понятны, но для их реализации необходимы средства и эффективное планирование.

Деятельность по адаптации к изменениям климата осложняется разногласиями между богатыми и бедными странами. Переход на экологически чистые источники энергии требует значительных финансовых затрат и развитые страны настаивают, чтобы вклад в эти усилия вносили все участники переговоров. В свою очередь развивающиеся страны считают, что ответственность за изменение климата несут в основном индустриальные державы, которые уже давно загрязняют атмосферу парниковыми газами.

По мнению генерального секретаря ООН Пан Ги Муна, особая ответственность в борьбе с изменением климата и последствиями этого явления лежит на развитых странах. В 2010 году для помощи развивающимся странам под эгидой ООН создан «Зеленый климатический фонд» (Green Climate Fund), средства в который выделяют большей частью развитые государства. Планируется, что к 2020 году объем фонда должен составить \$100 млрд, однако пока в нем чуть более \$10 млрд [16].

Сейчас развитые страны испытывают серьезную нагрузку на госбюджеты, поэтому предпочитают, чтобы климатическое финансирование шло через частные инвестиции или кредиты и займы.

Россия не имеет обязательств по внесению средств в «Зеленый климатический фонд», но готова на добровольной основе его поддерживать. В первую очередь это касается стран СНГ. Недавно фонд одобрил выделение \$168 млн на первые восемь проектов помощи развивающимся странам в адаптации к негативным последствиям изменения климата - три проекта в Африке, три - в Азиатско-Тихоокеанском регионе и два - в Латинской Америке.

В Канаде природные условия близки к российским, поэтому будет интересно сравнить адаптационную деятельность в этих двух странах [17]. Обе страны характеризуются умеренным климатом и преобладанием таежных,

бореальных, лесов. Только в Канаде и России есть огромные неосвоенные лесные пространства с неразвитой транспортной инфраструктурой и большими площадями первозданных лесов. И в Канаде, и в России леса преимущественно находятся в собственности государства. При этом возможности федеральных органов власти относительно небольшие, а основное управление лесами осуществляется на уровне канадских провинций и субъектов РФ.

Одним из наиболее распространенных механизмов организации лесотехнической промышленности в обеих странах стала аренда лесных участков. Большинство арендаторов – это крупные лесопромышленные компании. Изучение опыта адаптации лесного сектора Канады к изменениям климата позволяет определить первоочередные действия в этом направлении в России.

В результате широкого обсуждения проблемы с участием ученых и заинтересованных представителей лесного сектора в Канаде был предложен 141 индикатор влияния изменений климата на леса. Из них для мониторинга и привлечения внимания к изменениям в лесах выделили семь индикаторов, относящихся к трем группам [17]:

- климатические – засуха, продолжительность пожароопасного сезона;
- лесные – распределение древесных пород, пожарный режим, усыхание лесов;
- экономические – стоимость охраны лесов от пожаров, эвакуация населения вследствие лесных пожаров.

Для понимания изменений климата, их воздействия на леса и для анализа возможных вариантов управленческих решений предлагаются официальные справочники, базы данных. Моделирование изменений климата включает исторические данные и прогнозы температуры, распределения осадков, продолжительности вегетационного периода и других климатических показателей средствами визуализации результатов.

Картирование современных и прогнозируемых, произрастающих в лесах Канады 3000 видов растений, способствуют оптимальному выбору посадочного материала, сведения о котором позволяют выбрать его с учетом не только местных особенностей, но предполагаемых изменений климата. Инвентаризация лесов Канады фиксирует происходящие в них изменения, так биоклиматическое картирование отражает современную картину распространения более 1500 видов лесных насекомых-вредителей и болезней и позволяет проектировать их климатические трансформации. Предлагаемые модели принятия решений дают возможность анализировать различные сценарии использования лесов.

В Канаде важность проблемы изменений климата и необходимости адаптации к ним лесного сектора на федеральном уровне была осознана уже в 2005–2010 годах. Именно в это время официально признали, что изменения климата очень серьезно влияют на леса страны: гигантские вспышки размножения насекомых-вредителей, увеличение площади лесных пожаров [17]. А еще ранее – в 2002 году было зафиксировано, что вследствие климатических изменений эмиссия лесами парниковых газов из отрицательной стала положительной. Составлены официальные оперативные прогнозы изменений климата, предложен набор адаптационных мер: использование новых специальных древесных пород, комплексный мониторинг, научные исследования и системы содействия внедрению их результатов, участие в международных соглашениях по изменениям климата и т. д.

В то же время, большая часть лесов Канады является собственностью провинций и территорий, а возможности федеральных органов власти корректировать управленческие решения на региональном уровне ограничены. В каждой провинции опыт, понимание проблемы и готовность принимать адапта-

ционные меры разные, так Британская Колумбия – крупнейший лесозаготовительный регион Канады, в котором эта готовность и возможности наиболее высока. Эта провинция испытала в 2005–2015 годы последствия вспышки массового размножения горного соснового лубоеда, которой в значительной степени способствовали наблюдавшиеся изменения климата – ослабление морозов зимой и продолжительное, и жаркое лето. На огромной территории погибли сосновые леса и образовался гигантский объем поврежденной древесины.

В пораженных лесах возникла необходимость масштабных санитарных рубок для утилизации больной древесины, лесовосстановительных работ, профилактики лесных пожаров и эффективного реагирования при их возникновении. Вследствие резкого снижения качества лесосырьевой базы существование десятков предприятий и лесных поселков оказалось под угрозой.

Для лесной промышленности Канады серьезность климатических проблем очевидна, а предприятия добровольно обязуются сокращать выбросы парниковых газов за счет использования энергетического потенциала древесного сырья вместо ископаемого топлива. Лесная промышленность Канады предлагает правительству страны на практике поддержать концепцию использования древесины и изготовленной из нее продукции как экологически и климатически предпочтительной замены применению металлов, цемента, пластмасс. Планируется обеспечить благоприятные условия, прежде всего, нормативно-правовые, для развития деревянного домостроения, в том числе многоэтажного [17].

Учет климатического и адаптационного факторов при лесопользовании обеспечит соблюдение требований систем независимой сертификации, в которых все большее внимание уделяется организации плановых рубок и повышению устойчивости лесов, в том числе

в условиях климатических изменений, сохранению и усилению их экосистемных функций.

Безусловно, целесообразно распространить опыт Канады на деятельность лесопромышленного комплекса России. При этом, проблема последствий климатических изменений пока не отражена в российском лесном законодательстве и не учитывается при разработке, принятии и выполнении государственной программы развития лесного хозяйства, стратегическом планировании в лесной промышленности, и при разработке национального проекта «Экология». Ни детального официального прогноза динамики климата, ни учета последствий этих изменений для лесного комплекса, ни методической базы по адаптационным мерам, пригодных для принятия управленческих решений, в Российской Федерации нет. В нашей стране учет изменений климата и адаптация к ним пока не являются основными принципами управления лесами на федеральном уровне.

На уровне субъектов Российской Федерации, кроме осознания важности проблемы изменений климата и, в некоторых случаях, начала реализации адаптационных мер, необходим анализ мирового опыта в этом направлении, подготовка соответствующих специалистов, разработка методик и т.д. Попытка включить в разработанные в 2018 году лесные планы субъектов Российской Федерации раздел, посвященный адаптации к изменениям климата, результатов почти не дала. Катастрофические вспышки насекомых-вредителей, местами массовое усыхание лесов, высокий риск лесных пожаров указывают на необходимость резкого повышения эффективности системы управления лесами в современных условиях.

В лесопромышленном комплексе РФ пока не задумываются, насколько серьезными вскоре могут стать последствия изменения климата. При этом, с одной стороны, промышленность долж-

на обеспечить в короткий срок эффективное использование древесины из лесов, поврежденных в результате пожаров, вспышек насекомых-вредителей и прочих негативных факторов, с другой – необходимо заблаговременно принять меры для повышения устойчивости лесов в новых климатических условиях [16]. При этом в лесном секторе Канады подобные наработки уже есть и было бы не лишне некоторые из них российским специалистам изучить с тем, чтобы взять на вооружение.

Еще одной отраслью, где устойчивость и адаптация к изменению климата играет важнейшую роль, является сельское хозяйство. Устойчивость сельскохозяйственных систем к изменению климата и их способность к восстановлению определяет перспективы продовольственной безопасности в глобальном масштабе [18].

Повышение температуры и экстремальные погодные явления все больше влияют на продовольственную безопасность, поскольку оказывают негативное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, животноводство, лесное хозяйство, рыболовство и аквакультуру. Изменение климата также влияет на возникновение и повторное появление заболеваний.

Необходимо срочно усовершенствовать управление сельскохозяйственными системами и природными ресурсами с тем, чтобы фермерские сообщества и практика ведения сельского хозяйства обеспечивали достаточную стабильность и устойчивость для того, чтобы справиться с влиянием изменения климата. В этом плане предполагается, в том числе, раннее и своевременное выявление возбудителей и переносчиков заболеваний, а также ограничение распространения трансграничных поражений животных и растений.

Сельское хозяйство по своей природе подвержено ряду рисков и воздействию факторов неопределенности, часть из них абиотические - вода, свет,

излучение, температура, влажность, почва, биотические - вредители и заболевания, или возникают в связи с культурными или экономическими условиями. Многие из этих факторов риска имеют климатическую составляющую, и большинство из них сопряжено с изменением климата по интенсивности, масштабам или частоте.

Особое значение для смягчения последствий изменения климата, имеет для городов, обуславливая необходимость усилить устойчивость и надежность их инфраструктуры [8, 19]. Изменение климата влияет на все населенные пункты с некоторыми региональными и местными отличиями. Города являются особо уязвимыми к экстремальным погодным явлениям, в частности, к сильным наводнениям, тепловым волнам или бурям. Жители многих из них уже ощутили на себе другие влияния изменения климата, а именно негативное воздействие на здоровье, повреждение зданий, сбои в поставке электроэнергии и воды, нарушения в работе транспорта, а также повышение энергопотребления для обогрева и охлаждения, способствующее еще большему изменению элементов климата и увеличению расходов за энергопотребление.

Адаптация к изменению климата применительно к городам необходима для усиления устойчивости социально-экономических систем к негативному влиянию климатических флуктуаций. Интегрированный подход к смягчению последствий и адаптации создает множество возможностей – сокращение выбросов углекислого газа, ограничение общих расходов на ликвидацию последствий негативных явлений, экономию природных и человеческих ресурсов, а также стимуляцию экономического роста.

Внедрение адаптации в политику смягчения последствий и планирования может дать руководителям возможность сделать свои города более подходящими местами для проживания. Разруше-

ние стереотипов в городском развитии стимулирует инвестиционные и инновационные концепции в таких секторах, как жилищное строительство или создание общественных зеленых зон. Усиление участия заинтересованных сторон закладывает основание для успешного сотрудничества между гражданами и государственными органами, от которого может также в будущем выиграть дальнейшая политика. Инвестируя в готовность к последствиям изменения климата, города становятся привлекательными, более здоровыми и безопасными.

Для России эти положения, особенно важно учитывая, что наша страна северная и литогенной основой большей части ее городов являются многолетне-мерзлые породы – компонент термодинамически крайне неустойчивый. Подробнее этот аспект был рассмотрен в ряде специальных публикаций [12, 20].

Как уже отмечалось выше, даже если будут приняты все возможные меры по замедлению потепления, оно все равно будет происходить, по крайней мере, в ближайшие десятилетия или столетия. И к ним человечеству в любом случае придется приспособливаться. А для своевременной выработки мер по адаптации необходимы как можно более точные прогнозы хотя бы на несколько десятков лет вперед. Однако последствия изменений климата будут широко варьировать в разных регионах, поэтому и мероприятия по адаптации там должны быть разными. Но, как ни странно, составлять климатические прогнозы на отдельные регионы гораздо труднее, чем в глобальном масштабе [16]. Поэтому необходимо, чтобы климатические исследования как можно скорее привели к созданию климатических технологий и услуг для выработки наиболее надежных прогнозов и реализации, наилучших мер по адаптации индивидуально для каждого региона.

Заключение

Мнение подавляющего большинства научной общественности сегодня сводится к необходимости быть готовыми к новым вызовам окружающей среды, решать вопросы, связанные с адаптацией к глобальному изменению климата, включая новые технологии в промышленности, сельском хозяйстве, вопросы инфраструктуры, логистики, устойчивого развития общества. Группа учёных-экспертов в области научной политики сделала выводы о том, что меры по адаптации к изменению климата будут более эффективными, чем меры по сокращению выбросов парниковых газов. Одним из наиболее радикальных способов адаптации к изменениям климата некоторые исследователи и политики считают геоинжиниринг, предполагающий активное воздействие на атмосферу Земли с целью противодействия глобальному потеплению.

Нужна своевременная оценка климатических рисков и адаптация к новым климатическим условиям, особенно в Арктике, на Дальнем Востоке, на юге России и в горных районах. Риски и адаптация касаются практически всех сторон жизни: жилья и транспортной инфраструктуры, охраны природы и здоровья населения. Природоохранная организация WWF делает основной акцент на охрану природы, но и условия жизни людей и зеленое развитие регионов в новых условиях хозяйствования тоже должны быть в центре внимания - меры комплексными.

Нельзя сказать, что деятельности по адаптации к последствиям изменения климата в РФ не уделяется никакого внимания. В 2014–2016 годах международная природоохранная организация (WWF) выполнил уникальный проект по оценке климатических рисков для арктического острова Вайгач, относительно небольшой территории, но его опыт можно применить гораздо шире. В 2016 году был выполнен проект

по исследованию тающих ледников Дагестана.

В 2017 году WWF начал широко-масштабный семилетний проект в арктических регионах России, посвященный созданию недостающих особо охраняемых природных территорий с учетом адаптации к изменениям климата. Включает проект и более совершенные прогнозы «анормальности» климата в ближайшие десятилетия и оценку их воздействия на экосистемы и виды. На 2021 год намечено начало широкомасштабного адаптационного проекта на Дальнем Востоке, в бассейне реки Амур.

В нашей стране работы по адаптации к изменениям климата координируются правительством согласно первому этапу национального плана, рассчитанному на период до 2022 года.

Вынуждены в очередной раз отметить, что в мире наблюдается значительный перекося в сторону борьбы с изменением климата в ущерб таким приоритетам как ликвидация голода, преодоление бедности и неравенства, сохранение биоразнообразия и т.д. Декларируется необходимость сокращения выбросов CO₂ и общая декарбонизация энергетики. «Синдром Греты Тунберг» овладел многими государственными деятелями и экспертами, попирается профессиональный анализ и научный подход ко многим важнейшим проблемам. То есть, осознание того факта, что эффективная экологическая политика, решение проблем, связанных с глобальным потеплением, крайне затруднены в условиях падающей экономики, сегодня редки среди чиновников, не говоря уже о широкой общественности.

Учёный-экономист, директор Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, академик Б.Н. Порфирьев затронул эту и другие острые и актуальные проблемы на лекции, прочитанной в Санкт-Петербургском Гуманитарном университете профсоюзов 27 января 2020 года. Лекция посвящалась

реализации «Повестки дня в области устойчивого развития», принятой ООН еще в 2000 году». Профессор в ходе лекции постоянно заставлял задуматься, ставил и задавал множество вопросов, связанных с особенностями поведения многих политиков в современных условиях. Они говорят, что, если мы сократим потребление энергии, уменьшим выбросы, сократим поголовье крупного рогатого скота, потребление мяса и так далее, это будет хорошо для климата. Возникает принципиальный вопрос: климат для человека или человек для климата?

При этом же никто из адекватных специалистов не отрицает последствий глобального потепления, но почему-то некоторые политики и экологи переставляют акценты в удобных для них моментах. Что же до изменений клима-

та, то, по мнению Б.Н.Порфирьева, вместо борьбы с ним целесообразнее сосредоточиться на адаптации, чем человечество уже занималось на протяжении всей своей истории.

Игнорирование предупреждений климатологов о грядущих изменениях климата недопустимо, поскольку возможный экономический ущерб от бездействия может оказаться гораздо больше, чем стоимость принятых компенсационных мер.

Таким образом, все должно сводиться к управлению рисками, связанными с потеплением. Это поможет существенно уменьшить антропогенные выбросы парниковых газов в сочетании со своевременной и грамотной адаптацией к изменениям климата и их последствиям [16].

Список литературы

1. Википедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Ревич Б. А. Чем грозит нашему здоровью изменение климата // *Фундаментальные науки – медицине*. – 2009. – № 3. – С. 37–44.
3. Городницкий А. Девочка и миф // *Огонек*. – 2020. – №1. – С.31–34.
4. Академик Владимир Котляков. Льды – это сама жизнь // *Наука и жизнь*. – 2019. – №7. – С. 22–36.
5. Глобальные изменения климата. Часть 4. Что делать? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/globalnye-izmeneniya-klimata-chast-4-cto-delat-40875.shtml>.
6. Шац М.М., Скачков Ю.Б. Климат Севера: Потепление или похолодание? // *Климат и природа*. – 2016. – № 2(19). – С. 27–37.
7. Шац М.М., Скачков Ю.Б. Основные тенденции и последствия динамики современного климата Севера. // *Климат и природа*. – 2017. – № 1(22). – С.3–15.
8. Шац М.М., Сериков С.И., Скачков Ю.Б. Роль техногенеза в современной динамике мерзлых толщ горных пород // *Климат и природа*. – 2017. – №4 (25). – С.3–169.
9. Шац М.М., Скачков Ю.Б. Последствия динамики современного климата Севера для многолетнемерзлых пород // *Известия АО РГО*. – 2017. – № 3 (46). – С.38–53.
10. Буш А. Технологии для управления изменением климата уже существуют [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.climateimpactnews.com/solutions/4345-technologies-to-manage-climate-change-already-exist>.
11. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И. Защита населения и территорий Российской Федерации в условиях изменения климата. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. – 388 с.
12. Уменьшение негативного воздействия изменения климата и адаптация к изменению климата [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.toolkit.balticclimate.org/ru/izmenenie-klimata/umenshenie-negativnogo-vozdeystviya-izmeneniya-klimata-i-adaptatsiya-k-izmeneniyu-klimata>.

13. Шергина Н.Н., Навоковский А.Б., Батурина М.А., Газирова О.А. Информация об изменении климата для эффективной адаптации. – Сыктывкар, 2016. – С. 22–31.
14. Вольфсон Р. Энергия, окружающая среда и климат. – Нью-Йорк: Западная компания, 2008. – 165 с.
15. Защитная дамба Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.spb-guide.ru/page18961.htm>.
16. Адаптация в любом случае необходима. Глобальные изменения климата. Часть 4 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/globalnye-izmeneniya-klimata-chast-4-chto-delat-40875.shtml>.
17. Адаптация к изменению климата. Лесной сектор Канады [Электронный ресурс]. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5361>.
18. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Климатические изменения в Арктике: последствия для окружающей среды и экономики // Арктика: экология и экономика. – 2012. – № 2 (6). – С. 66–79.
19. Сериков С.И., Шац М.М. Морозобойное растрескивание грунтов и его роль в состоянии поверхности и инфраструктуры г. Якутска // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 1 (29). – С.57–70.
20. Анисимов О.А., Жирков А.Ф., Шерстюков А.Б. Современные изменения криосферы и природной среды в Арктике // Арктика. XXI век. Естественные науки. – 2015. – № 2. – С. 24–47.

References

1. Vikipediya. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Revich B. A. С Чем грозит нашему здоровью изменение климата // Fundamental'nye nauki – medicine. – 2009. – № 3. – S. 37–44.
3. Gorodnickij A. Devochka i mif // Ogonek. – 2020. – №1. – S.31–34.
4. Akademik Vladimir Kotlyakov. L'dy – eto sama zhizn' // Nauka i zhizn'. – 2019. – №7. – С.22–36.
5. Global'nye izmeneniya klimata. С Hast' 4. С Hto delat'? [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/globalnye-izmeneniya-klimata-chast-4-chto-delat-40875.shtml>.
6. Shac M.M., Skachkov YU.B. Klimat Severa: Poteplenie ili pohlodanie? // Klimat i priroda. – 2016. – № 2(19). – S. 27–37.
7. Shac M.M., Skachkov YU.B. Osnovnye tendencii i posledstviya dinamiki sovremennoho klimata Severa. // Klimat i priroda. – 2017. – № 1(22). – S.3–15.
8. Shac M.M., Serikov S.I, Skachkov YU.B. Rol' tekhnogeneza v sovremennoj dinamike merzlyh tolshch gornyh porod // Klimat i priroda. – 2017. – №4 (25). – S.3–169.
9. Shatz M.M., Skachkov Y. B Consequences of the dynamics of the modern climate of the North for permafrost // Bulletin of the Altay branch of the Russian geographical society. – 2017. – № 3 (46). – P.38–53.
10. Bush A. Tekhnologii dlya upravleniya izmeneniyem klimata uzhe sushchestvuyut. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://ru.climateimpactnews.com/solutions/4345-technologies-to-manage-climate-change-already-exist>.
11. Akimov V.A., Durnev R.A., Sokolov YU.I. Zashchita naseleniya i territorij Rossijskoj Federacii v usloviyah izmeneniya klimata. – М.: FGBU VNII GO CHS (FC), 2016. – 388 s.
12. Umen'shenie negativnogo vozdejstviya izmeneniya klimata i adaptaciya k izmeneniyu klimata. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.toolkit.balticclimate.org/ru/izmenenie-klimata/umenshenie-negativnogo-vozdejstviya-izmeneniya-klimata-i-adaptaciya-k-izmeneniyu-klimata>.

13. Shergina N.N., Navokovskij A.B., Baturina M.A., Gazirova O.A. Informaciya ob izmeneniya klimata dlya effektivnoj adaptacii. – Syktyvkar, 2016. – S. 22–31.
14. Vol'fon R. Energiya, okruzhayushchaya sreda i klimat. – N'yu-Jork: Zapadnaya kompaniya, 2008. – 165 s.
15. Zashchitnaya damba Sankt-Peterburga. [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.spb-guide.ru/page_18961.htm.
16. Adaptaciya v lyubom sluchae neobhodima. Global'nye izmeneniya klimata. CHast' 4. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/globalnye-izmeneniya-klimata-chast-4-chto-delat-40875.shtml>.
17. Adaptaciya k izmeneniyu klimata. Lesnoj sektor Kanady. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5361>.
18. Katcov V.M., Porfir'ev B.N. Klimaticheskie izmeneniya v Arktike: posledstviya dlya okruzhayushchej sredy i ekonomiki // Arktika: ekologiya i ekonomika. – 2012. – № 2 (6). – S. 66–79.
19. Serikov S.I., SHac M.M. Morozobojnoe rastreskivanie gruntov i ego rol' v sostoyanii poverhnosti i infrastruktury g. YAKutska // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. – 2018. – № 1 (29). – S.57–70.
20. Anisimov O.A., Zhirkov A.F., SHerstyukov A.B. Sovremennye izmeneniya kriosfery i prirodnoj sredy v Arktike // Arktika. XXI vek. Estestvennyye nauki. – 2015. – № 2. – S. 24–47.

BASIC APPROACHES TO ASSESSING THE SPECIFICS OF MODERN CLIMATE CHANGE

M.M. Shatz, Y. B. Skachkov

*Leading Researcher FGBUN Institute of Permafrost. P.I. Melnikov, SB RAS, Yakutsk,
E-mail: mmshatz@mail.ru, ubskachkov@mpi.ysn.ru*

The article highlights the main ways of choosing a strategy for the further development of civilization in relation to the effects of climate change – management and adaptation. The specifics of both approaches in relation to individual sectors of the national economy of different countries are considered. In conclusion, it was noted that the most reasonable and effective for the economy is a suitable combination of approaches that takes into account the specifics of individual regions and the trends of climate change itself.

Key words: ways of choosing a strategy; the effects of climate change; management and adaptation; specifics of individual regions and climate change trends.

Received December 15, 2020