

УДК 332.14: 504.5

ОЦЕНКА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РИСКОВ И ГЛОБАЛЬНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БАССЕЙНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

© 2019 г. Б. А. Моргунов, А. А. Терентьев*, М. Л. Козельцев

*Институт экономики природопользования и экологической политики НИУ
“Высшая школа экономики”, Москва, Россия*

**e-mail: aterentiev@hse.ru*

Поступила в редакцию 28.09.2016 г.; после доработки 16.10.2018 г.; принята в печать 30.11.2018 г.

В условиях изменения климата современные вызовы и угрозы устойчивому развитию, включая безопасное использование трансграничных ресурсов рек и морей Арктики, связаны с совокупным влиянием многих факторов. Происходящие экологические изменения носят трансграничный характер и окажут существенное влияние в международном масштабе. Характер и синергетический эффект при наложении факторов воздействия, механизмы их взаимосвязанного влияния и возможные негативные последствия изменений климата для мировой экономики, окружающей природной среды и здоровья населения изучены недостаточно. Основными препятствиями на пути смягчения их влияния на состояние бассейнов крупных северных рек и морей Арктики являются: недостаточность информации и данных об их современном состоянии, отсутствие адекватных концепций смягчения влияния климатических изменений на морские экосистемы Арктики; несогласованное и недостаточно эффективное регулирование и управление; отсутствие унифицированного межстранового механизма пространственного планирования морским природопользованием. В настоящей статье даны результаты анализа рисков и глобальных последствий происходящего в настоящее время изменения климата для водных ресурсов, обсуждаются приоритетные проблемы и лежащие в их основе корневые причины; охарактеризованы риски, связанные с динамикой многолетнемерзлых грунтов и ростом термальной эрозии берегов, и роль трансграничного сотрудничества в Арктике для устойчивого регионального развития. Предложены меры по решению указанных проблем, основой для которых может служить подготовленная Минэкономразвития России Стратегическая программа действий по охране окружающей среды российской части Арктики.

Ключевые слова: изменение климата, оценка и анализ рисков, загрязнение рек и морей, экосистемный подход, крупные северные реки, Арктический регион, вечная мерзлота, трансграничное водное сотрудничество.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587-556620192100-108>

Одной из главных обновленных целей устойчивого развития ООН является обеспечение всех жителей Земли доступом к воде в необходимых объемах и адекватного санитарного состояния на основе устойчивого управления водными ресурсами [13]. Реки и их бассейны относятся к основным источникам водных ресурсов и являются основой водного фонда России. Они используются для самых разных целей – водоснабжения населения и промышленности, орошения в сельском хозяйстве, в качестве возобновляемого источника энергии как гидроэнергетический ресурс, как поставщик биоресурсов, для транспортной и рекреационной целей и т.д.

Территория Российской Федерации богата водными ресурсами. По разным оценкам на территории нашей страны формируется около 10% мирового речного стока, значительная часть которого приходится на крупные реки бассейна Северного Ледовитого океана и его морей, причем для Сибирского округа эта величина составляет 43% ресурса речного стока страны. К бассейнам Северного Ледовитого относятся такие крупные реки, как Северная Двина, Печора, Обь, Енисей, Лена, Колыма, Яна, Индигирка и др. Важнейшим моментом является и то, что к этим бассейнам относится и более половины всей территории России (около 65%). В арктическом циркумполярном регионе эти реки вы-

полняют важные ресурсные, транспортные, биосферные, ассимиляционные и иные функции. Реки Арктического региона России не только являются транспортными артериями для малонаселенных северных районов страны, но и центрами притяжения населения, проживающего по их берегам. Основные города Российского Севера также расположены по берегам крупных рек. Кроме того, бассейны северных рек формируют экосистемы, выполняющие глобальные биосферные функции, включая климато- и водорегулирующие [2].

ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В АРКТИКЕ

Российская Арктика – регион, где изменения климата приобретают наиболее высокие значения, превосходящие по темпам и абсолютным величинам другие регионы Земли в несколько раз. Это касается среднегодовой и сезонных температур воздуха, количества осадков, в том числе снега, ледовитости, глубины протаивания мерзлоты, скорости ветра и др. [2]. Согласно многим оценкам, в том числе прогнозу Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [10], в случае недостаточно активных совместных действий стран произойдут еще более разрушительные изменения климата вследствие ожидаемого увеличения выбросов парниковых газов на 50%, в основном за счет 70%-ного роста выбросов CO_2 при производстве энергии [11].

Одним из факторов влияния парниковых газов на климат является накопление метана. Продолжительность его жизни в атмосфере меньше, чем углекислого, но агрессивность в отношении влияния на климат гораздо выше. В результате, к концу XXI столетия ожидается повышение средней приземной температуры на 3–6°C, что может превысить согласованное на международном уровне пороговое значение роста температуры на 2°C относительно доиндустриального уровня. Обязательства стран по снижению выбросов парниковых газов, предусмотренные международными договоренностями, являются недостаточными для предотвращения повышения средней температуры свыше порогового значения в 2°C, если только после 2020 г. не будут оперативно реализованы весьма дорогостоящие меры по снижению этих выбросов.

Необходимость принятия безотлагательных мер по ограничению влияния хозяйственной деятельности на климат для повышения устойчивости к климатическим изменениям, для снижения уязвимости и повышения способности адаптироваться к ним в стремлении достичь низкоуглеродную и климатически устойчивую модель роста вызвала необходимость перехода

к новой парадигме развития. Итогом этих целенаправленных и долгосрочных усилий явилось подписание 177 странами мира в конце 2015 г. на Парижской конференции сторон Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН) *Парижского соглашения по климату*. Данное Соглашение придет на смену Киотскому протоколу в 2020 г. Его основная цель – обеспечить удержание роста глобальной средней температуры воздуха в пределах 2°C. При этом, особо подчеркнута роль лесов как основных поглотителей парниковых газов [12]. Важным является и то, что разработанные в рамках модельных расчетов возможные сценарии изменения климата в XXI в., проанализированные в Докладе о влиянии изменения климата на пресноводные системы Арктики, подготовленном Арктическим советом и Международным арктическим научным комитетом [9], и Втором Оценочном докладе Росгидромета [8] предсказывают общее увеличение стока арктических рек к 2050 г. от 10 до 20%, или на 300–400 км³, а зимнего стока – на 40–50%. Таким образом, в условиях изменения климата годовой объем стока северных рек будет увеличиваться (в отличие от рек, протекающих в низких широтах, где сток уменьшается). Это повлечет за собой изменения окружающей среды не только в Арктическом регионе, но и в глобальном масштабе.

Ключевые выводы о роли изменения климата и его влиянии на реки Арктического региона даны в Программе по оценке климатических воздействий в Арктике (АСИА). Результаты АСИА являются научно обоснованной оценкой изменений климата Арктики и оценкой влияния этих изменений на регион и на весь мир в целом. Эта оценка является результатом четырехлетней совместной работы сотен ученых разных стран и включает также соответствующие знания коренных народов Севера [4]. В Программе отмечено, что одни районы Арктики демонстрируют более сильное потепление, чем другие, а в некоторых районах даже наблюдается небольшое похолодание, но для Арктики в целом есть четкий тренд потепления. Внутри этого тренда есть разные тенденции, например, в большинстве регионов зимние температуры растут быстрее, чем летние. Так, на Аляске и в Западной Канаде за последние 50 лет зимние температуры выросли на 3–4°C [4].

Наблюдения также подтверждают, что количество осадков во всей Арктике выросло примерно на 8% за последние 100 лет, хотя неточности при измерении количества осадков в холодных условиях Арктики и достаточно редкая наблюдательная сеть в отдельных частях региона ограничивают степень достоверности этих данных.

ОСНОВНЫЕ РИСКИ И УГРОЗЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕСУРСОВ РЕК И МОРЕЙ АРКТИКИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

В условиях изменения климата современные вызовы и угрозы устойчивому развитию, включая безопасное использование трансграничных ресурсов рек и морей Арктики, связаны с совокупным влиянием многих факторов. Происходящие экологические изменения носят трансграничный характер и окажут существенное влияние в международном масштабе. Характер и синергетический эффект подобного воздействия при наложении его различных факторов, механизмы их взаимосвязанного влияния и возможные негативные последствия для мировой экономики, окружающей природной среды и здоровья населения изучены недостаточно и требуют дальнейшего детального анализа.

Основными препятствиями на пути смягчения влияния климатических изменений на состояние бассейнов крупных северных рек и морей Арктики являются такие факторы, как недостаточность критически важных информации и данных; отсутствие современных концепций смягчения влияния климатических изменений на речную и морскую среду Арктики; несогласованное и недостаточно эффективное регулирование и управление; отсутствие унифицированного межстранового инструментария морского пространственного планирования.

Анализируя риски и глобальные последствия происходящих в настоящее время изменений климата и их влияния на водные ресурсы Арктики, следует отметить, что, согласно “Диагностическому анализу состояния арктической зоны Российской Федерации”, выполненному в рамках широкомасштабного проекта Глобального экологического фонда (ГЭФ) и Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) “Российская Федерация – Поддержка Национального плана действий по защите арктической морской среды” [2], наблюдаемые в арктическом регионе изменения климата характеризуются существенным ростом температуры в холодные сезоны года, ростом испаряемости при сохранении и даже при снижении количества атмосферных осадков в теплый период года, изменением годового стока рек и его сезонным перераспределением, изменением условий ледовитости в морях Северного Ледовитого океана и в устьевых областях северных рек.

В связи с этим существенно возрастают и риски, связанные с сокращением площади морских льдов (порядка 10–15%), о чем свидетельствуют инструментальные наблюдения и данные мониторинга, проводимого Росгидрометом в течение

последних нескольких десятилетий [8]. При этом сокращается не только площадь морских льдов Северного Ледовитого океана, но и масштабы наземного оледенения. Так, согласно тем же данным, площадь наземного оледенения архипелагов в российской части Арктики за последние полвека сократилась более чем на 700 км². Важным моментом является и то, что около 70% территории российской части Арктики находится в зоне вечной мерзлоты. Рост среднегодовых температур воздуха, вызывающий сезонное оттаивание вечномерзлотной толщи, неизбежно приведет к обширным провалам грунта во многих районах, изменению состояния экосистем и их деградации, изменению водного режима, высыханию одних территорий и заболачиванию других. Баланс подобных изменений трудно спрогнозировать. Оттаивание вечной мерзлоты может иметь и иные последствия, например, изменения, касающиеся состояния древесной растительности и вероятное перемещение различных видов животных на другие территории.

Но самым главным фактором влияния таяния вечномерзлотных толщ является выделение метана, например, из содержащегося в мерзлоте его гидрата. Причем оно происходит как на суше, так и в шельфовой зоне арктических морей. По современным оценкам в Арктике общая площадь вечной мерзлоты составляет свыше 13 млн км² и уровни выделения метана при ее таянии могут быть очень велики. Ряд научных исследований, в частности исследований, совместно проводимых Томским политехническим университетом и Тихоокеанским океанологическим институтом Дальневосточного отделения РАН, подтвердил, что важным дополнительным фактором образования парниковых газов (СО₂ и СН₄) и их выделения в атмосферу в арктической зоне России являются выбросы в связи с образованием проталин в толще вечной мерзлоты, а также таянием прибрежной подводной мерзлоты на шельфе морей. Как показали упомянутые исследования, еще одним важным фактором, связанным с изменением климата, является рост асидификации (закисления) и изменение экологического состояния вод на шельфе Восточно-Сибирских морей России, вызванные возрастающим транспортом углерода с речным стоком вследствие таяния мерзлоты [14].

Как уже было отмечено, в целом для Арктики наблюдается четкий тренд потепления климата. Внутри этого общего тренда также есть различные тенденции, например, в большинстве регионов Арктики зимние температуры растут быстрее, чем летние. При этом отмечается общее повышение температуры морской воды, а также все усиливающееся таяние ледников суши. Эти процессы неизбежно приводят к повышению

уровня океана и арктических морей. Так, согласно проведенным исследованиям, за последние сто лет уровень Мирового океана и уровень арктических морей выросли в среднем на 10–20 см. Усиливается и эрозия берегов, скорость которой в ряде мест уже сейчас превышает 10 м в год. В некоторых регионах арктической зоны на реках отмечаются такие явления, как более позднее замерзание воды и более раннее вскрытие ото льда, приводящее к сокращению длительности периода ледостава, иногда достигающего от одной до трех недель [14].

Важным моментом является и прогнозируемая в связи с изменением климата вероятность того, что растительные зоны сдвинутся дальше к северу: так, лесная зона распространится в тундру, а тундра продвинется в полярные арктические пустыни [2]. Площадь тундры сократится на 42%. Ожидается также, что изменится и углеродный цикл. При этом, скорее всего произойдет замена арктической растительности более продуктивными видами растений, что со временем приведет к росту поглощения CO₂, но, с другой стороны, приведет и к росту эмиссии метана за счет потепления в районах заболоченных земель и уже описанного таяния вечной мерзлоты.

Важным глобальным аспектом проявления изменения климата является не столько однонаправленное изменение температурного режима, сколько более явный рост частоты возникновения и увеличение повторяемости случаев опасных и экстремальных гидрометеорологических явлений, а также резких изменений погоды. Данный феномен в полной мере характерен и для Арктической зоны Российской Федерации. Неравномерность климатических изменений проявляется, например, в значительном росте температурных показателей в холодные сезоны года, ростом испаряемости при неизменном уровне количества осадков, или даже при сокращении этого количества в теплый период года, сезонным перераспределением стока северных рек и изменением объемов этого стока, как правило, в сторону увеличения.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И УГРОЗЫ УСТОЙЧИВОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕСУРСОВ БАССЕЙНОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Прогнозируемые изменения климата арктического региона имеют как определенные положительные, так и отрицательные социально-экономические последствия. К сожалению, отрицательные последствия изменения климата в Арктике серьезно перевешивают потенциа-

льные выгоды. К подобным отрицательным последствиям и рискам можно отнести такие проблемы, как:

- риск сокращения площади морских льдов в Северном Ледовитом океане и таяния вечной мерзлоты и ледников на арктической суше, приводящий к их деградации;

- риск уменьшения средней толщины морских льдов и их общего объема;

- увеличение глубины оттаивания мерзлого грунта в летний период и уменьшение глубины его промерзания зимой, приводящие к росту активного слоя почвы и глубины залегания многолетнемерзлых грунтов;

- изменение характера и объемов переноса загрязняющих веществ, как в водных системах, так и в атмосфере в связи с увеличением количества атмосферных осадков в Арктике, ростом атмосферного меридионального обмена из-за возрастания циклонической активности в средних и высоких широтах Северного полушария, увеличение (до 20%) стока арктических рек и увеличение продолжительности безледного периода в арктических морях [2].

Влияние речных вод на ледовый и гидрохимический режимы арктических морей прослеживается на расстоянии нескольких сот километров от устьев рек. Под воздействием арктической осцилляции (низкое атмосферное давление) пресные речные воды перемещаются из Евразийского бассейна в Североамериканскую часть Арктики, в основном в море Бофорта.

В условиях изменения климата современные вызовы и угрозы устойчивому развитию, включая безопасное использование трансграничных ресурсов рек и морей Арктики, связаны с целым рядом рисков. Ниже перечислены основные подобные факторы риска.

1. Сосредоточение и локализация объектов хозяйственной инфраструктуры в прибрежных зонах арктических рек и морей, например, ключевые порты Северного морского пути находятся в заливах арктических морей и дельтах северных рек. Изменение климата оказывает существенное влияние на жизнеобеспечение населения, проживающее в прибрежной зоне, а также на объекты экономической деятельности в связи с ростом рисков эрозии берегов, наводнений, заболачивания, учащения и усиления штормовых и нагонных явлений и т.д.

2. Влияние изменения климата на жизнь местного населения, в первую очередь, коренных народов Севера. Это вызывает возникновение таких рисков, как:

- угроза слаборазвитой и уязвимой инфраструктуре; изменения мест обитания животных, являющихся объектами традиционного промысла коренных народов Севера и потенциальное

сокращение численности этих животных в связи с миграциями и влиянием климатических факторов;

– необратимые изменения пресноводных водоемов – объектов традиционного рыболовства (обмеление рек, гибель нерестилищ, осушение и эвтрофирование озер) и разрушение рыболовных промыслов коренных народов, а также из-за снижения солености морей в связи с ростом речного стока;

– риск утраты или сокращения площадей традиционных пастбищ домашнего северного оленя, сокращения путей сезонных кочевков, приводящий к деградации оленеводческих хозяйств Севера.

3. Накопление экологического ущерба в устьевых областях рек в результате сверхнормативного загрязнения речного стока, например, характерно заметное увеличение количества загрязняющих веществ на устьевых участках рек в зонах смешения пресных и морских вод, играющих роль “геохимических барьеров” для многих растворенных химических веществ, опасных как для здоровья населения, так и экосистем в целом.

4. Стремление к извлечению максимальных экономических выгод от морской деятельности в ущерб устойчивому функционированию крупных морских экосистем. Зачастую морские акватории используются для захоронения промышленных отходов, взрывчатых и химических веществ, радиоактивных отходов, сброса сточных вод, грунта, изъятых при дноуглубительных работах и т.д.

Вследствие воздействия перечисленных и ряда других факторов риска возникают серьезные экологические проблемы. К числу основных из них можно отнести следующие.

1. Прогрессирующее ухудшение качества вод в устьевых областях рек и морских прибрежных акваториях, формирование экотоксичных условий.

2. Усиление влияния на крупные морские экосистемы глобальных климатических процессов и хозяйственной деятельности на водосборах.

3. Ухудшение качества прибрежной окружающей среды и изменение условий жизнедеятельности, в первую очередь коренных народов, проживающих в Арктике.

4. Истощение коммерческих запасов и неустойчивый промысел живых водных ресурсов.

Следует особо подчеркнуть, что характер и синергетический эффект при наложении факторов риска, механизмы их взаимосвязанного влияния и возможные негативные последствия для мировой экономики, окружающей природной среды и здоровья населения также недостаточно изучены.

Как отмечено в упомянутом “Диагностическом анализе”, существенным моментом является

и то, что природно-климатические и социально-экономические особенности арктической зоны определяют необходимость комплексного рассмотрения вопросов адаптации хозяйства и населения к глобальным изменениям климата в увязке с решением целого комплекса природоохранных задач.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА ДЕЙСТВИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ АРКТИКИ

Важным документом Арктического совета, имеющим непосредственное отношение к рассматриваемой проблеме, является подготовленная Минэкономразвития России Стратегическая программа действий по охране окружающей среды российской части Арктики (СПД Арктика), одобренная Морской коллегией при Правительстве Российской Федерации 19 июня 2009 г. Она направлена на охрану и сохранение окружающей среды Арктики и избегание негативных последствий экономической и других видов деятельности. Стратегическая программа согласуется с общепринятыми принципами международного права, учитывающими особенности национального законодательства и природоохранного регулирования [7]. Вслед за этим была принята “Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года” [6]. Она подготовлена во исполнение “Основ государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу”, утвержденных Президентом Российской Федерации 18 сентября 2008 г. [5]. Согласно этим документам природопользование в Арктике должно быть совместимо с ценностями малых коренных народов Севера и согласовываться с требованиями биоразнообразия ландшафтов. Оно также должно опираться на дружественные к природной среде технологии и современные методы дистанционного мониторинга и оценки природных ресурсов и экологических рисков. А это, в свою очередь, подразумевает использование природных ресурсов в контексте широкого экосистемного подхода [7].

Помимо этого, Стратегия развития Арктической зоны предусматривает, что использование природных ресурсов Арктики должно согласовываться с требованиями экологической безопасности, для чего предполагается совершенствование и развитие системы природоохранного законодательства, стандартов, нормативов и экологических требований к хозяйственной деятельности, адаптированной к специфическим условиям региона.

Специальное внимание в рамках Стратегии уделено вопросам изменения климата, ока-

зывающего серьезное воздействие на местное население, включая коренные народы Севера, а также на хозяйственную деятельность и состояние инфраструктуры. Так, в Стратегии отмечено, что одной из ее задач является “прогноз и оценка последствий глобальных климатических изменений, происходящих в Арктической зоне Российской Федерации под влиянием естественных и антропогенных факторов, в среднесрочной и долгосрочной перспективе, включая повышение устойчивости объектов инфраструктуры” [6, с. 7]. В этой связи ответом на возникающие климатические риски и проблемы должно стать совершенствование управления окружающей средой и природными ресурсами. Это в полной мере относится и к водным ресурсам арктического региона.

Риски и возможности, связанные с влиянием изменения климата, подразделены в Стратегии на три уровня – глобальный, региональный и локальный. К глобальному уровню важности отнесены риски, связанные с таянием и истончением арктических льдов, расширением зоны, свободной ото льда и пригодной для плавания судов, что облегчает доступ к природным ресурсам Арктики. Изменения климата позволят также увеличить грузопоток по трассе Северного морского пути и активнее вовлекать арктический регион в глобальную торговлю.

На региональном уровне климатические изменения могут вызвать серьезные нарушения стабильности транспортной и социальной инфраструктуры. Нарушения транспортной инфраструктуры могут быть связаны с повреждением и затоплением трубопроводов, оползнями и просадками грунта, разрушением зданий и сооружений и т.д. Согласно Стратегии, в бассейнах крупных рек арктического региона мощность весенних паводков может увеличиться до двух раз, что будет приводить к значительному ущербу, связанному с наводнениями. Стратегия также предусматривает, что таяние полярных льдов приведет к росту уровня арктических морей, следствием чего станет затопление прибрежной суши Арктической зоны. В качестве ответных мер Стратегией предусматривается совершенствование взаимодействия и повышение слаженности действий региональных и местных властей для реагирования в чрезвычайных ситуациях.

Влияние изменения климата на локальном уровне неизбежно приведет к росту затопления береговой зоны, эрозии берегов и нарушению прибрежной инфраструктуры. Помимо разрушения постоянных путей, рост температуры воздуха будет сокращать возможности использования сезонных путей – зимников, что может осложнить доступность ряда населенных пунктов арктической зоны. Ожидается, что таяние вечной

мерзлоты и береговая эрозия окажут отрицательное воздействие и на качество питьевой воды. Для нейтрализации влияния изменения климата и эффективного использования возникающих новых возможностей целесообразна разработка системы адапционных и компенсационных мер на местном уровне, что не только позволит своевременно реагировать на негативное влияние изменения климата, но и максимально эффективно использовать новые открывающиеся возможности при условии согласованных и гармонизированных действий органов власти муниципального и регионального уровней.

Помимо риска эрозии берегов и затоплений, изменения климата могут влиять на увеличение заболочиваемости территорий, а также рост частоты и амплитуды экстремальных гидрометеорологических явлений, в частности штормов. Изменение климата также может привести к необратимым нарушениям и изменениям пресноводных водоемов, в частности рек и озер, являющихся местами традиционного промысла для местного населения. Это может проявляться в обмелении рек, гибели нерестилищ различных видов рыб, эвтрофикации озер и т.д.

ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ РЕАГИРОВАНИЯ И АДАПТАЦИИ

С целью нейтрализации негативного влияния изменения климата в арктической зоне, а также максимально эффективного использования новых возникающих возможностей целесообразно разработать комплекс адапционных мер, которые позволят минимизировать потенциальные риски и повысить эффективность использования некоторых преимуществ климатических изменений. Как уже было показано в упомянутом ранее “Диагностическом анализе...” [2], природно-климатические и социально-экономические особенности Российской Арктики вызывают необходимость комплексного рассмотрения вопросов адаптации экономики и населения к глобальным изменениям климата. При этом адаптационные меры должны обязательно включать в себя комплекс природоохранных мер.

Применительно к воздействию климатических изменений в бассейнах крупных арктических рек меры реагирования и готовности должны быть в первую очередь направлены на минимизацию негативного воздействия таких явлений, как таяние ледников и увеличение стока рек (возможно, до 20%), поскольку это повлечет за собой повышение уровня океана и изменения экосистем, состава и численности прибрежной биоты. На многих реках арктического региона можно ожидать рост числа заторных явлений. Для адекватного реагирования

на подобные риски необходимо предусмотреть соответствующие меры для укрепления существующей инфраструктуры, строительства и обустройства дамб и защитных гидротехнических сооружений и т.д.

Климатические изменения неизбежно окажут влияние и на характер и объемы переносов загрязняющих веществ, как в водных системах, так и в атмосфере. Можно ожидать рост выноса загрязняющих веществ со стоками крупных рек, в том числе в результате таяния в весенний период снежного покрова и речных льдов. Источниками подобного загрязнения могут быть сбросы промышленных предприятий в водные объекты, транспорт, нефтепроводы, объекты ЖКХ и т.д. Лед и снег, образовавшиеся в холодный период года, содержат накопленные в них за зиму загрязняющие вещества, принесенные атмосферными потоками с удаленных территорий. Для адекватного реагирования на рост уровней загрязнения и борьбу с ним потребуются разработка системы соответствующих мероприятий.

Важным моментом является и готовность реагирования на уже упомянутое вероятное ухудшение качества питьевой воды вследствие оттаивания вечной мерзлоты, береговой эрозии и других изменений в природной среде. Для этого потребуются комплекс соответствующих медико-гигиенических мер и мер, направленных на очистку источников питьевого водоснабжения.

Потенциальное повышение влажности воздуха в районах, свободных от вечной мерзлоты, может привести к повышению уровня грунтовых вод. Положительной стороной этого процесса можно считать рост количества влаги, пригодной для использования. С другой стороны, это также может сказаться на росте риска наводнений и паводковых явлений в весенний период. Эти явления, наблюдаемые в других регионах страны, также требуют разработки комплекса соответствующих мер готовности и реагирования для арктической зоны России. Кроме того, можно ожидать, что изменение климата приведет к дальнейшему росту эрозии речных берегов, а также берегов морей и озер, развитию склоновых и оползневых процессов, образованию оврагов, для чего также потребуются соответствующие меры реагирования. Местные и региональные власти должны быть соответствующим образом осведомлены и готовы к их принятию.

Осведомленность и наличие соответствующей информации о потенциальных климатических изменениях, адекватная научная оценка связанных с ними рисков, уязвимости, а также потенциальных выгод и возможностей может

обеспечить заблаговременность адаптационных мер и их адекватное применение в случае необходимости. В этом смысле чрезвычайно важна достоверная и адекватная информация и данные, которые могут использовать органы власти и местное население, поскольку это позволяет минимизировать угрозы в отношении сохранения экосистем, ухудшения состояния здоровья людей и безопасной эксплуатации объектов инфраструктуры.

Подспорьем в этой связи могут быть правильно применяемые природоохранные экономические инструменты, способные обеспечить привлечение инвестиций для решения целого ряда экологических проблем, экономические оценки выгод и затрат от использования адаптационных мер, проведение стратегической экологической оценки (СЭО), которые с успехом используются и в Российской Арктике [1], и в других странах.

В “Диагностическом анализе” и ряде других документов показано, что потепление климата может привести к более широкому распространению ряда инфекционных заболеваний. В этом плане свести к минимуму негативные последствия для здоровья коренного населения возможно путем проведения превентивных мероприятий в области здравоохранения, соответствующих мер в сфере реформы образования с учетом специфики коренных малочисленных народов, поиска и обустройства соответствующих территорий для сохранения и развития их традиционного образа жизни.

Важным аспектом реагирования на климатические изменения и адаптации к ним может стать сохранение и улучшение качества окружающей среды, особенно среды обитания коренных народов Севера и условий их традиционного природопользования, проведение комплексной оценки антропогенного загрязнения арктических экосистем и усиление контроля за трансграничным переносом загрязняющих веществ в Арктике, оперативный обмен информацией и данными о роли и влиянии климатических изменений в рамках международного сотрудничества.

Всеми странами арктического региона признана важность оценки рисков в связи с изменением климата, а также необходимость определения как можно более широкого диапазона видов воздействия на состояние окружающей среды. “Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации ...” предусматривает “укрепление на двусторонней основе и в рамках региональных организаций добрососедских отношений Российской Федерации с приарктическими государствами, осуществление регулярного обмена информацией о состоянии окружающей среды, а также данными о кли-

мате Арктики и его динамике, развитие международного сотрудничества в области совершенствования систем гидрометеорологических наблюдений за климатом Арктики, в том числе из космоса” [6, с. 9].

Помимо обмена информацией и опытом в области оценки рисков изменений климата и адап-

таций к ним международное научное и природоохранное сотрудничество позволяет совместно решать целый ряд проблем, общих для всех приарктических государств, как в рамках Арктического совета и Международного арктического научного комитета, так и других межправительственных и международных структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вильчек Г.Е., Тишков А.А., Вайсфельд М.А., Волкова И.В., Логинов А.Р. Стратегическая экологическая оценка как инструмент оптимизации проектов на шельфе // Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 5. С. 7–27.
2. Диагностический анализ состояния окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации (Расширенное резюме). ЮНЕП, ГЭФ / отв. ред. Б.А. Моргунов. М.: Научный мир, 2011. 200 с.
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме. М.: Росгидромет, 2014. 94 с.
4. Оценка климатических воздействий в Арктике (ASIA), АСИА, АМАП, КАФФ, МАНК. Великобритания: Издательство Кембриджского ун-та, 2004. URL: <http://www.acia.uaf.edu>
5. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Указом Президента Российской Федерации 18.09.2008 г. № Пр – 1969.
6. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года, утвержденная Президентом Российской Федерации 8 февраля 2013 г. указом № Пр–232. С. 6–14.
7. Стратегическая Программа Действий по охране окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации. М.: Министерство экономического развития Российской Федерации, 2009.
8. Цатуров Ю.С., Клепиков А.В. Современное состояние климата Арктики: результаты нового оценочного доклада Арктического совета // Арктика: Экология и экономика. ИБРАЭ РАН. 2012. № 4 (8). С. 76–81.
9. The Arctic Freshwater System in a Changing Climate, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), International Arctic Science Committee (IASC). Gylling, Denmark: Narayana Press, 2016. 26 p.
10. OECD Environmental Outlook to 2050. Paris: OECD publishing, 2012.
11. OECD Environment Working Papers № 66. Integrated Assessment of Climate Change Impacts. Paris: OECD publishing, 2014.
12. Transforming our World, the 2030 Agenda for Sustainable Development, Resolution adopted by the UN General Assembly on 25 September 2015, United Nations, 2015. URL: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
13. Paris Agreement, UN FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1 / Conference of the Parties. 21 session. (Paris, 30 November to 11 December 2015).
14. Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V., Lobkovsky L., Yusupov V., Salyuk A., Salomatin A., Chernykh D., Kosmach D., Pantelev G., Nicolsky D., Samarkin V., Joye S., Charkin A., Dudarev O., Meluzov A., Gustafsson O. The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice // Philosophical transactions of the Royal Society A. (October 13, 2015).V. 373. Iss. 2052. P. 1–13.

REFERENCES

1. Vilchek G.E., Tishkov G.A., Vaisfeld M.A., Volkova I.V., Loginov A.R. Strategic environmental assessment as a tool for optimization of projects on the shelf. *Izv. RAN. Ser. Geogr.*, no. 5, 2012. pp. 7–27.
2. Diagnostic Analysis of the Environmental Status of the Russian Arctic (Advanced Resume), GEF, NPA-Arctic, UNEP, Ministry of Economic Development of Russian, Morgunov B., Ed. Scientific World, Moscow, 2011.
3. *Vtoroi otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii* [Second Assessment Report of Roshydromet on Climate Changes and Their Impact on the Territory of the Russian Federation]. Moscow: Rosgidromet Publ., 2014. 1009 p.
4. Arctic Climate Impact Assessment, AMAP, CAFF, IASC, Cambridge University Press, 2004. 144 p.
5. *Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v Arktike na period do 2020 goda i dal'neishuyu perspektivu* [Basics of the State Policy of the Russian Federation in the Arctic for the Period up to 2020 and Beyond], approved by the Order of the President of the Russian Federation No. Pr–1969 on September 18, 2008.
6. *Strategiya razvitiya Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii i obespecheniya natsional'noi bezopasnosti na period do 2020 goda* [Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security for the Period up to 2020], approved by the Order of the President of the Russian Federation on No. Pr–232 on February 8, 2013.

7. *Strategicheskaya Programma Deistvii po okhrane okruzhayushchei sredy Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii* [Strategic Action Program for the Protection of the Russian Arctic Environment], Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Moscow, 2009.
8. Tsaturov Yu.S., Klepikov A.V. Contemporary state of the climate of the Arctic: the results of the new Assessment Report of the Arctic Council. *Arktika: Ekologiya i Ekonomika*, 2012, no. 4 (8), pp. 76–81. (In Russ.).
9. *The Arctic Freshwater System in a Changing Climate*. Gylling, Denmark: WCRP Climate and Cryosphere (CliC) Project, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), International Arctic Science Committee (IASC), 2016. 26 p.
10. *OECD Environmental Outlook to 2050. The Consequences of Inaction*. Paris: OECD Publishing, 2012. 353 p.
11. Sue Wing I., Lanzi E. *Integrated Assessment of Climate Change Impacts: Conceptual Frameworks, Modelling Approaches and Research Needs*. OECD Environment Working Papers, No. 66, Paris: OECD Publishing, 2014. 55 p.
12. Millennium Development Goals, Open Working Group of the General Assembly of Sustainable Development Goals, <http://undocs.org/A/68/90>
13. Paris Agreement, UN FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1, Conference of the Parties, 21st session, Paris, 30 November to 11 December 2015.
14. Shakhova N., Semiletov I., Sergienko V., Lobkovsky L., Yusupov V., Salyuk A., Salomatina A., Chernykh D., Kosmach D., Panteleev G., Nicolsky D., Samarkin V., Joye S., Charkin A., Dudarev O., Meluzov A., Gustafsson O. The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 2015, vol. 373, no. 2052.

Assessment of Transboundary Risks and Global Effects of Climate Change and Economic Activities in the Basins of the Arctic Seas

B. A. Morgunov, A. A. Terentiev*, and M. L. Kozeltsev

*Institute of Natural Resources Economics and Environmental Policy,
National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*

*e-mail: aterentiev@hse.ru

Received September 28, 2016; revised October 16, 2018; accepted November 30, 2018

Contemporary challenges and threats to sustainable development including safe use of transboundary resources of rivers and Arctic seas in condition of climate change are connected with cumulative impact of numerous factors. Ongoing environmental changes have transboundary nature and will have significant impact in international scale. In case of overlapping of factors of impact their nature and synergetic effect, mechanisms of their interrelated influence and possible negative consequences for global economy, environment and human health are not adequately known. Among the main obstacles to mitigation of climate change impact on the state of big river basins in the Arctic and Arctic seas are: the lack of critically important information and data, absence of modern concepts of climate change mitigation measures connected with impact on Arctic seas, uncoordinated and inefficient regulation and management, absence of unified interstate tools of marine spatial planning. The article contains the analysis of risks and global consequences of the ongoing climate change for water resources; characteristic of priority issues and their underlying root causes. It also contains the results of the analysis of risks connected with melting of permafrost and increase in thermal coast erosion, assessment of the role of transboundary cooperation in the Arctic for sustainable regional development. The authors also propose some measures for addressing the above issues based on the Strategic Program of Actions on the Protection of the Russian Part of the Arctic developed by the Ministry of Economic Development of Russia.

Keywords: climate change, risk assessment and analysis, pollution of rivers and seas, ecosystem approach, big northern rivers, Arctic region, permafrost, transboundary cooperation on water resources.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587-556620192100-108>