

Прикладные проблемы

УДК [551.583 + 551.326.7]:338.4 (98)

Последствия изменения климата для морской деятельности в Арктике

© 2014 г. А.И. Данилов, Г.В. Алексеев, А.В. Клепиков

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург
aid@aari.ru

The consequences of climate change for maritime activity in the Arctic

A.I. Danilov, G.V. Alekseev, A.V. Klepikov

Arctic and Antarctic Research Institute, Sankt-Petersburg

Статья принята к печати 21 января 2014 г.

*Арктика, воздействия, изменение климата, морская деятельность, морской лёд, Северный морской путь.
Arctic, climate change, impacts, marine activities, North Sea Route, sea ice.*

Оценивается воздействие изменения климата в Российской части морской Арктики на судоходство, хозяйственную деятельность на шельфе и морские биоресурсы. В последнее десятилетие климат Арктики изменяется беспрецедентными темпами. Потепление климата и сокращение морского ледяного покрова обеспечивают более свободный морской доступ в Арктику, что увеличивает интерес к этому региону, где сосредоточены большие запасы нефти, природного газа и минеральных ресурсов, а также открываются новые возможности для трансарктического судоходства. Однако изменения в пространственном распределении льдов приведут к новым проблемам в этом регионе. Оценить последствия изменений климата для хозяйственной деятельности и разных секторов экономики в Арктике — задача сложная. При всей неоспоримости климатических изменений это — лишь один из факторов среди множества других. Поэтому перспективные оценки социально-экономических последствий изменения климата в Арктике должны проводиться в контексте междисциплинарных глобальных и региональных сценариев.

The review includes assessment of the impact of climate change on shipping, offshore business activities and marine bioresources in the Russian part of the Arctic Ocean. During the last decade the Arctic climate changed at an unprecedented rate. Assessment of the climate change consequences for the economical activity in the Arctic is a very complicated task. With all the evidences of the climate change, they are only one factor among many others.

Введение

Наблюдаемые в настоящее время изменения глобального климата наиболее активно протекают в арктическом регионе. Один из ярких региональных откликов на развивающиеся здесь процессы глобального потепления — быстрое сокращение протяжённости и толщины арктических морских льдов. Изменение ледовых условий в Северном Ледовитом океане может сильно повлиять как на окружающую среду (в первую очередь на морские экосистемы), так и на хозяйственную деятельность в регионе. Арктика наиболее уязвима к наблюдаемым и ожидаемым в будущем изменениям климата. Авторы Четвёртого оценочного доклада (2007 г.) Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) дали по этому поводу такое экспертное заключение: «В арктическом регионе (с высокой степенью вероятности) происходящие перемены будут иметь серьезные социальные и экономические последствия» [9]. Отметим, что ввиду разнообразия природно-климатических и социально-экономических условий в отдельных регионах Арктики ожидаемые экономические последствия (как положительные, так и отрицательные) будут существенно различаться.

Постановка проблемы

В последнее десятилетие климат Арктики изменялся беспрецедентными темпами. Стремительно повышалась температура воздуха на побережье и островах Северного Ледовитого океана, достигнув наибольших летних значений в 2012 г. [2]. Этот рост согласован с изменениями циркуляции атмосферы над Арктикой, которые сопровождались усиленным выносом льда из Арктического бассейна и поддерживали положительные аномалии температуры воздуха. В результате потепления площадь арктического морского льда к концу летнего сезона 2012 г. сократилась почти вдвое по сравнению с 1980–90-ми годами (рис. 1). Одновременно сокращалась толщина морского льда, прежде всего, в результате уменьшения количества многолетнего льда за счёт его выноса из Арктического бассейна и снижения темпов нарастания зимой. В среднем более чем на две недели увеличилась продолжительность летнего таяния льда. Сохранение наблюдаемых в последнее десятилетие темпов сокращения площади морского льда летом может привести к почти полному его исчезновению в конце лета 2030 г. Это означает, что морской лёд

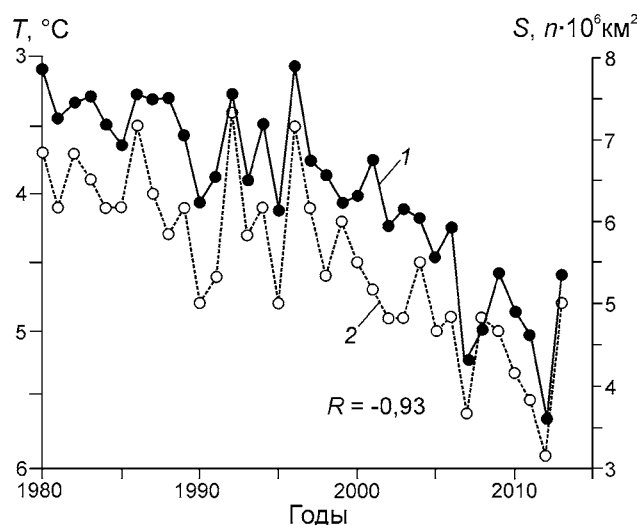


Рис. 1. Изменение за период 1980–2013 гг. значений площади льда в Арктике в сентябре (в млн км², кривая 1) по наблюдениям Национального центра данных по снегу и льду США (http://nsidc.org/data/seaice_index/index.html) и температуры воздуха в июне–августе (кривая 2) по данным 41 станции на побережье и островах Северного Ледовитого океана.

R — коэффициент корреляции

Fig. 1. Changes over the period 1980–2013 of the sea ice extent in the Arctic in September (in millions km², curve 1) from observations of the U.S. National Snow and Ice Data Center (http://nsidc.org/data/seaice_index/index.html) and of the air temperature in June and August (in degrees Celsius, curve 2) based on data from the 41 coastal and island stations of the Arctic Ocean.

R — correlation coefficient

в Арктике может стать сезонным, подобно льду на поверхности неарктических морей.

Увеличение объёма тающего льда летом сопровождается выделением дополнительного количества углекислого газа в атмосферу и в верхний слой океана. Повышение температуры воды в арктических морях в результате отступления морских льдов от берегов Сибири может дестабилизировать запасы метангидратов, содержащихся в осадочных породах на континентальном шельфе и вызвать выделение метана в водную толщу и, возможно, в атмосферу.

Считается, что основная причина глобального потепления климата в последние два десятилетия — рост концентрации парниковых газов в атмосфере в результате деятельности человека. В Арктике глобальное потепление усиливается за счёт увеличения переноса тепла и влаги из низких широт, который, в свою очередь, приводит в действие обратные связи в арктической климатической системе (рост поглощения тепла от Солнца в результате увеличения пространства с открытой водой, возрастание притока длинноволновой ра-

диации к поверхности за счёт роста концентрации водяного пара в атмосфере).

Заметные и быстрые изменения арктического климата обусловили необходимость рассматривать их как один из природных факторов, действующих на инфраструктуру, различные виды деятельности и население арктической зоны. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике до 2020 года» рассматривают в качестве приоритетных задачи по освоению минеральных ресурсов арктического шельфа и расширению транспортного потенциала Северного морского пути (СМП). Фактор климатических изменений очень важен для долгосрочного стратегического планирования этих видов деятельности и реализации проектов, рассчитанных на несколько десятков лет. Это подтверждают крупные оценочные доклады, в которых рассматривались возможные последствия климатических изменений в Арктике [6–8, 10, 11].

Арктическая морская транспортная система

Экономическая привлекательность и развитие СМП обусловлены рядом факторов: мировой конъюнктурой в области морских перевозок; ледовыми условиями; тарифами, прежде всего размером ледового сбора за ледокольное обеспечение; инфраструктурой СМП — порты и связанное с ними навигационно-гидроакустическое и гидрометеорологическое обеспечение, аварийно-спасательные службы и т.д.; расширением деятельности по освоению шельфовых и прибрежных месторождений углеводородов. Современные и будущие климатические и, следовательно, ледовые условия на трассах СМП в значительной степени определяют проектные решения для новых транспортных и ледокольных судов на ближайшие десятилетия; выбор оптимальных судоходных трасс, обеспечивающих безопасное и наименее затратное мореплавание; сохранение контроля Российской Федерацией над плаванием судов в пределах своей экономической зоны (в соответствии со статьёй 234 Конвенции ООН по морскому праву), позволяющее в определённой степени компенсировать издержки на содержание российских атомных ледоколов за счёт ледового сбора. Существующие перспективы и стратегические планы развития арктического судостроения, по существу, не учитывают возможные в будущем климатические изменения в Арктике и ориентируются на ледовые условия XX — начала XXI в. Экспертный анализ деятельности по созданию перспективных арктических судов различного назначения, который выполняется в рамках феде-

ральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники», подтверждает это.

Безусловно, возможное изменение климата в Арктике (в частности, изменение характеристик ледяного покрова) может существенно повлиять на тактику плавания, выбор оптимальных трасс и продолжительность навигации. Именно от изменений климата зависят следующие наиболее важные для судоходства параметры морского ледяного покрова: пространственное распределение льдов; продолжительность ледового периода на акватории СМП; опасные ледовые явления и образования; ледовые сжатия; торосистость ледяного покрова; айсберги; морфологические и физико-механические свойства льда — толщина, параметры торосов, прочностные свойства льда и ледовых образований [1]. При сохранении существующего климатического тренда ледовые условия на трассах СМП могут заметно измениться. Наблюдающееся сокращение площади льдов, особенно в летний сезон, наиболее отчётливо проявляется в окраинных арктических морях Российской Арктики (рис. 2). В то же время в отдельные периоды высокоширотная часть СМП (пролив Вилькицкого) может перекрываться льдами (рис. 3).

В перспективе в тёплый период вероятно полное очищение трасс СМП ото льда, однако зимой лёд будет повсеместно восстанавливаться на акваториях, через которые проходит СМП. Ожидаемые изменения свойств ледяного покрова в Российской Арктике можно охарактеризовать следующим образом. Средняя толщина ледяного покрова уменьшится, главным образом в результате практически полного исчезновения двухлетних льдов (в определённой степени за счёт некоторого уменьшения толщины однолетних льдов). В отдельные годы экстремальная толщина однолетних льдов на отдельных участках может быть близка к современной. В результате незначительного опреснения верхнего слоя океана возможны некоторые изменения прочностных свойств морского льда [1]. Сохранится, а возможно и несколько возрастет за счёт усиления ветровой активности, вероятность сильных сжатий льда, особенно в прибрежных зонах и в ледяных массивах. По этой же причине вероятен и рост торосистости ледяного покрова. Основные морфометрические параметры торосов и стамух изменятся незначительно. В северных частях арктических морей сохранится вероятность появления айсбергов [1].

Таким образом, анализ ледяного покрова показывает, что к наиболее существенным характеристикам для плавания по трассам СМП относят-

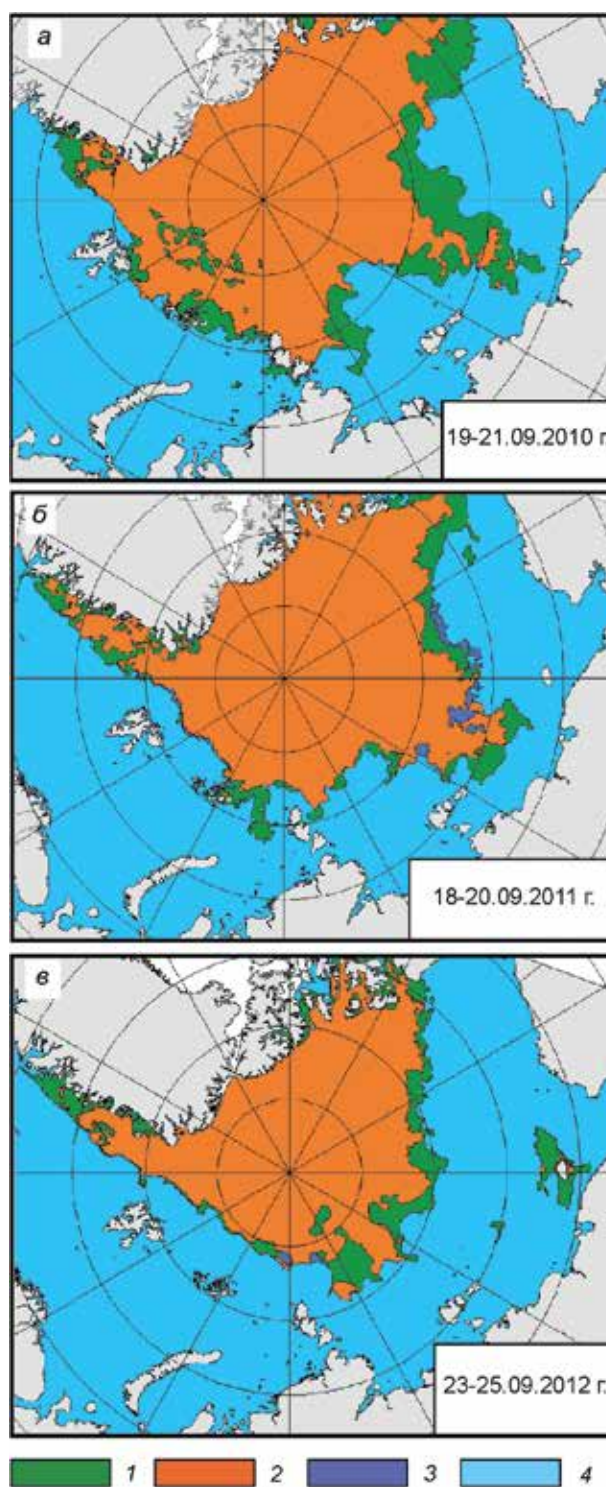


Рис. 2. Распределение сплочённости льда во второй половине сентября в 2010, 2011 и 2012 гг. (данные сайта ААНИИ <http://www.aari.ru/projects/ECIMO/index.php>):

1 — сплочённость льда 1–6 баллов; 2 — 7–10 баллов; 3 — нилас (толщина 0–10 см); 4 — лёд отсутствует

Fig. 2. Sea ice concentration in second half of September in 2010, 2011, 2012. (<http://www.aari.ru/projects/ECIMO/index.php>):

1 — sea ice concentration 1–6 tenths; 2 — 7–10 tenths; 3 — nilas (thickness 0–10 cm); 4 — ice free

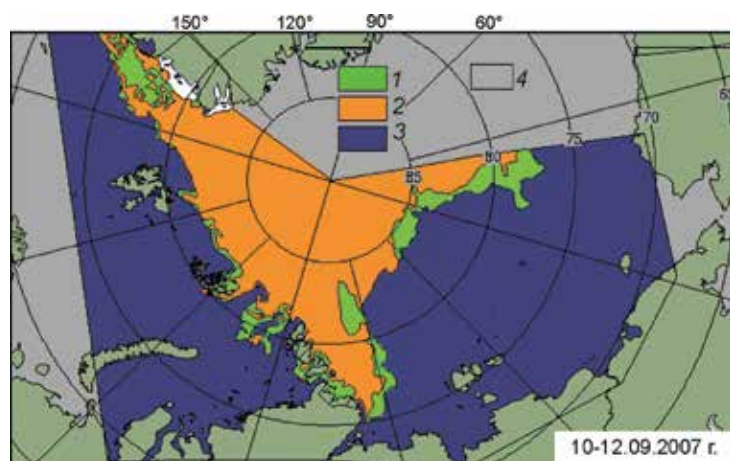


Рис. 3. Таймырский ледяной массив перекрывает пролив Вилькицкого в сентябре 2007 г. (второй после 2012 г. минимум площади льда в Арктике). Сайт ААНИИ (<http://www.aari.ru/projects/ECIMO/index.php>).

1 — сплочённость 1–6 баллов; 2 — сплочённость 7–10 баллов; 3 — лёд отсутствует; 4 — нет данных

Fig. 3. Taymyr ice mass blocks the Vilkitsky Strait in September 2007 (the second ice minimum of sea ice extent in the Arctic) (<http://www.aari.ru/projects/ECIMO/index.php>).

1 — sea ice concentration 1–6 tenths; 2 — sea ice concentration 7–10 tenths; 3 — ice free; 4 — no data

ся изменение пространственного распределения льдов, отступление кромки льдов далее к северу от побережья в летний период, а также расширение навигационного периода. Это сделает высокоширотные трассы более доступными для плавания и будет способствовать, в случае востребованности, круглогодичной навигации на трассах СМП.

Один из ключевых вопросов в условиях ожидаемых изменений климата — будущее ледокольного флота. Его развитие определяется прежде всего экономической целесообразностью освоения ресурсов арктического шельфа и перевозок по трассам СМП. Облегчение доступа судов в высокоширотные районы, рост экономической активности, превращение СМП в круглогодично действующую транспортную систему при сохранении морских льдов на трассах СМП большую часть года и вероятности возникновения сложных ледовых условий, безусловно, требует сохранения и развития российского ледокольного флота. Примером может служить зима 2003 г., когда в условиях уже теплеющей Арктики, в юго-восточной части Баренцева моря (Печорское море) наблюдались исключительно сложные ледовые условия, затруднившие грузовые операции у Варандейского терминала, а в районе Штокмановского газоконденсатного месторождения наблюдались десятки айсбергов (масса одного из них достигала 3,7 млн т). Обеспечение грузовых операций в Варандейском терминале потребовало тогда привлечение атомного ледокола. Причиной сложных ледовых условий стали устойчивые и продолжительные северные ветры, вызвавшие в относительно мелководной части Печорского моря мощное торошение и сжатия.

Обеспечение добычи и круглогодичная транспортировка углеводородов в районах, подобных принозовемельскому шельфу, безусловно, потребуют

серьёзной ледокольной поддержки. Смещение деятельности по освоению шельфа в высокоширотные районы, а также необходимость круглогодичного её транспортного обеспечения уже сейчас формирует запрос на ледоколы и суда высоких ледовых классов различного назначения. Это, в частности, проект «НК «Роснефть» на северо-восточных участках принозовемельского шельфа (нефть) и проект «Ямал-СПГ» по строительству в порту Сабетта завода по сжижению газа и морского порта в Обской губе. Распределяются лицензионные участки в морях Лаптева, Восточно-Сибирском и Чукотском.

Освоение минеральных ресурсов арктического шельфа

Сложные природно-климатические условия арктического шельфа — низкие температуры, вероятность сильных ветров, плохая видимость, атмосферное обледенение — создают высокие природные риски для безопасности морской инфраструктуры и увеличивают стоимость проектов. Из гидрологических неблагоприятных условий выделим морское волнение, значительные колебания уровня моря в результате приливов и штормовых нагонов, сильные течения [1]. Среди ледовых явлений наиболее серьёзные риски связаны с сильными ледовыми сжатиями, воздействиями льда на сооружения в виде крупных и гигантских ледяных полей и айсбергов (рис. 4), торосов и стамух (рис. 5), навалов льда на берег. К опасным ледовым явлениям относятся также ледовое пропахивание дна киями торосов, стамух или айсбергов, раннее ледообразование и др. Дополнительные риски могут быть связаны с разрушением берегов, сложенных многолетнемёрзлыми грунтами [1].

Изменения климата — фактор, требующий учёта при проектировании долговременных слож-



Рис. 4. Гигантский айсберг в Баренцевом море (72°41,69' с.ш, 45°8,21' в.д.) летом 2003 г. Фото ААНИИ.

Fig. 4. Giant iceberg in the Barents Sea (72°41,69' N, 45°8,21' E) in summer 2003. Photo AARI



Рис. 5. Всторошенный весенний лёд в Карском море. Фото ААНИИ

Fig. 5. Hummocked ice in spring in the Kara Sea. Photo AARI

ных морских объектов. Это означает, что недропользователи в своих проектах должны учитывать возможные изменения необходимых для проектирования параметров окружающей среды. По существу, это уточнения, поправки на климатические изменения параметров из перечня «Временных локальных технических условий» по морскому льду, метеорологии, гидрологии и инженерной геологии. Последние наименее подвержены влиянию климатических изменений в течение нескольких десятилетий, за исключением берегов и прибрежной зоны, поскольку подводная мерзлота, экранированная водой от атмосферы, очень инерционна.

Рост средних приземных температур в той или иной степени повлияет на различные компоненты природной среды, при этом оценить изменения экстремальных значений температуры достаточно сложно с учётом региональной специфики. Из-

менения температурного режима связаны с ростом циклонической активности, а также с вторжением холодных и тёплых воздушных масс. Вероятно, усиление ветровой активности, повышение частоты штормов и усложнение погодных условий (рост повторяемости дней с ограниченной видимостью, облачностью) будут негативно сказываться на авиационном обеспечении шельфовых объектов. Безусловен и рост количества оттепелей в холодный период года и опасностей атмосферного и брызгового обледенения. Очень вероятно повышение летних температур воды, прежде всего в поверхностном слое и на относительно мелководных участках шельфа глубиной несколько десятков метров. Сохранится наблюдаемый рост среднего уровня моря, что будет усиливать эффект штормовых нагонов в прибрежных зонах и воздействие моря на берега. Следует также ожидать некоторого роста высоты ветровых



Рис. 6. Обломки айсбергов вблизи побережья островов Северная Земля в море Лаптевых летом 2005 г. Фото Г.В. Алексеева

Fig. 6. Fragments of icebergs off the coast of Severnaya Zemlya islands in the Laptev Sea in summer 2005. Photo G.V. Alekseev

волн разной обеспеченности, что усилит волновые нагрузки на морские и прибрежные сооружения.

Ледовые условия определяют серьёзные природные риски для морских сооружений в Арктике и очень существенно влияют на экономическую эффективность проектов [4]. Ледовые нагрузки на сооружения зависят от массы воздействующего ледяного образования, его прочности и скорости движения. Существенны также продолжительность воздействия и возможные мультипликативные причины, например сильное волнение при наличии разреженного льда (ледовый шторм) [1]. Заметно может измениться и толщина льда. Дальнейшее сокращение доли многолетних, наиболее толстых льдов приведёт к абсолютному доминированию на российском шельфе однолетних льдов, что снизит мощность воздействия ледяных полей. Морфометрия торосов и стамух существенно не изменится. Рост ветровой активности может усилить торошение в локальных и относительно мелководных районах, но значительных изменений размеров торосов и стамух не произойдёт. Повышение температуры воздуха и воды будет способствовать уменьшению размеров их консолидированной части и, следовательно, некоторому снижению воздействий, которые они оказывают на сооружения. Оценить возможные изменения геометрии айсбергов трудно: слишком мало данных. Ещё более неопределёнными оценки долгопериодных трендов интенсивности продуцирования айсбергов выводными ледниками арктических архипелагов (рис. 6).

Не следует ожидать заметных изменений прочностных свойств ледяных полей, торосов и айсбергов. Некоторое прогнозируемое распреснение верх-

него слоя арктических вод существенно не изменит прочность ледяных полей. Повышение температуры повлияет на скорость разрушения айсбергов и уменьшит время их жизни. Возможен некоторый рост максимальных скоростей движения ледяных образований, что может увеличить силу их воздействия на морские объекты. Существенные изменения ожидаются в сроках начала ледообразования, в продолжительности ледового периода и сроках таяния льда, включая окончательное очищение акваторий. Будут более благоприятные условия для морских операций, сократится время воздействия льдов на сооружения, что снизит риски возникновения неблагоприятных ситуаций. В среднем, улучшится доступ к морским месторождениям российского шельфа, включая высокоширотные районы. Повышение уровня моря, рост числа и интенсивности штормов, увеличение продолжительности безлёдного периода в прибрежной зоне будут способствовать более интенсивному разрушению берегов, сложенных рыхлыми и льдистыми породами, что может угрожать прибрежной инфраструктуре.

Возможно увеличение частоты и интенсивности ледовых штормов, когда сильное ветровое волнение развивается в зоне разреженных льдов, состоящей из достаточно крупных обломков однолетнего льда. Печорское море представляет собой зону, где указанные факторы могут сочетаться при сильных продолжительных ветрах северо-западных направлений. Менее однозначная ситуация с ветроволновыми и другими воздействиями, не связанными со льдом. В условиях продолжающегося потепления можно рекомендовать недропользователям более тщательное проведение прогнозных оценок

по учёту указанных неблагоприятных тенденций. Целесообразно включить подобные рекомендации в нормативные документы, регламентирующие подготовку данных о параметрах окружающей среды для проектов по освоению арктического шельфа.

В такие современные шельфовые проекты, как Приразломное нефтяное месторождение, Штокмановское газоконденсатное месторождение, Варандейский терминал и другие, заложены природно-климатические условия XX — начала XXI в. Сохранение современных климатических трендов будет означать для этих объектов снижение ледовых угроз и рисков и некоторый рост рисков, не связанных со льдом. Целесообразно, чтобы фактор климатических изменений учитывался для всех сложных и опасных объектов с длительными сроками эксплуатации (20 лет и более). В настоящее время нормативные документы по подготовке данных об окружающей среде не содержат жёстких требований по учёту этого фактора. Такие оценки могут выполняться по требованию недропользователей, проектировщиков, возможно, страховых компаний, а также по предложению организаций, которые ведут информационное обеспечение проектов.

Климатические изменения и международно-правовой режим использования Арктики

Основополагающий документ, определяющий международно-правовой режим морских пространств Мирового океана, включая Северный Ледовитый океан, — Конвенция ООН по морскому праву, ратифицированная большинством стран. США — единственная арктическая страна, не ратифицировавшая Конвенцию, что позволяет ей занимать по ряду арктических проблем особую позицию. Упомянутая ст. 234 Конвенции прямо связывает морскую транспортную деятельность в высокоширотной экономической зоне с особенностями климата Арктики, а именно — с ледяным покровом. Международно-правовой режим большинства других видов морской деятельности не связывается непосредственно с климатическими условиями и их изменениями. Границы территориальных морей исключительной экономической зоны, а также внешняя граница континентального шельфа России отсчитываются от исходных линий материка и островов. Исходные линии, связанные с береговой линией, в ряде случаев могут изменяться под воздействием природных факторов. Так, разрушение берегов, сложенных рыхлыми и льдистыми породами, может быть значительным — до десятков метров в год. Увеличение продолжительности без-

лёдного периода в сочетании с ростом ветроволновой активности и температуры воздуха может ускорить отступление берегов, изменить исходные линии и тем самым вызвать соответствующие изменения границ исключительной экономической зоны и внешней границы континентального шельфа. Масштабы подвижек отдельных береговых точек могут достигать нескольких километров за столетие [1].

Прибрежное государство в исключительной экономической зоне имеет суверенные права в целях разведки, разработки и сохранения природных ресурсов, как живых, так и неживых, в водах, покрывающих морское дно, на морском дне и в его недрах. Это справедливо в плане управления такими ресурсами и в отношении других видов деятельности в исключительной экономической зоне — производство энергии путём использования воды, течений и ветра, создание и использование искусственных островов, установок и сооружений, морские научные исследования, защита и сохранение морской среды и т.п. Используя указанные права, прибрежное государство обязано учитывать права других государств в исключительной экономической зоне. Суверенные права установлены лишь в целях разведки, разработки и сохранения живых и неживых природных ресурсов. Это означает, в частности, что прибрежные государства осуществляют суверенные права в отношении всех рыбных ресурсов, включая прикрепленные к морскому дну (например, отряд ракообразных), минеральные ресурсы нефти, газа и др., а также энергию, получаемую в результате использования течений, ветра и воды. Указанные права носят исключительный характер: никакое другое государство не может без согласия прибрежного государства вести подобную деятельность в исключительной экономической зоне последнего.

Согласно современным оценкам, более 90% минеральных ресурсов Северного Ледовитого океана находится в исключительной экономической зоне арктических стран. Таким образом, активизация ресурсных интересов других стран в результате улучшения ледовых условий может распространяться только на районы за пределами исключительной экономической зоны и континентального шельфа. Именно к этим районам могут быть применены такие понятия, как конкуренция и даже борьба за ресурсы Арктики. В соответствии со ст. 234 Конвенции ООН по морскому праву принципиальные изменения правил мореплавания в арктической исключительной экономической зоне России возможны только при кардинальном сокращении ледяного покрова. Перспективные оценки изменений ледо-

вых условий в XXI в. показывают, что ледяной покров будет присутствовать на акватории Северного морского пути более шести месяцев в году, что служит основанием для регулирования Российской Федерации мореплавания в своей арктической исключительной экономической зоне.

Освоение морских биоресурсов

Современный уровень исследований не позволяет достоверно определить степень влияния (негативного или позитивного) ожидаемых изменений климата на коммерческое рыболовство в Арктике. При этом известно, что изменение климата морской среды может существенно повлиять на миграцию промысловых рыб и, как следствие, на географию рыбного промысла [3]. По мнению экспертов МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата), влияние изменений климата на рыболовство в Арктике будет различным в разных её регионах — с некоторыми преимуществами для одних промыслов и потерями для других [9]. Многие рыбы и киты питаются мелкими ракообразными, обитающими у кромки морского льда. Если граница льда отступит, то изменения в морских арктических экосистемах окажут прямое воздействие на добычу рыбы и традиционное питание жителей арктических территорий [12].

Лучше всего вопрос изменения путей миграции рыб исследован для Баренцева моря. География промысла здесь и трески, и мойвы обусловлена, в основном, колебаниями природных факторов, в том числе изменениями климата. Климатический фактор влияет двояким образом: 1) прогревом всё большей площади вод, в результате чего запасы промысловых рыб имеют более широкие ареалы распространения, что особенно заметно для таких массовых видов, как треска и пикша; 2) увеличением потока солнечной радиации, попадающей на поверхность воды, свободной от ледового панциря; это способствует росту продукции биомассы автотрофов (одноклеточных морских водорослей) и последующему росту биомассы на всех уровнях трофической пирамиды [5]. Поэтому для баренцевоморских промысловых рыб, большинство из которых — активные хищники, также отмечается рост их запаса и вылова. Современное состояние запаса мойвы также относительно благополучно — около 3 млн т, а ежегодный вылов находится на уровне приблизительно 80 тыс. т. В то же время для некоторых видов рыб изменения условий среды, привело к уменьшению численности рыб и биомассы промысловых запасов. Начиная с 2003—2006 гг. за-

пасы и вылов путассу в Баренцевом море уменьшились радикально: в последние годы они составляли около 980 и 40 тыс. т соответственно [5].

Таким образом, одно из важнейших следствий изменения климата — сдвиги границ ареалов промысловых видов рыб, что влечёт за собой смену районов дислокации промыслового флота и, как следствие, перераспределение промысловых нагрузок на морские экосистемы. В работе [4] сделан вывод, что морские экосистемы хорошо адаптированы к многолетней изменчивости условий среды и что «ситуация в рыбной отрасли зависит прежде всего от объемов добычи и перелова ценных рыб, а также законодательного регулирования промысла. Климатический фактор играет важную, но не решающую роль».

Заключение

Большинство публикаций по наблюдаемым и ожидаемым изменениям климата в Арктике подтверждают вывод, что глобальное потепление, уже сейчас проявляющееся в указанном регионе сильнее, чем в других, и далее, в вековом масштабе времени, будет развиваться за Полярным кругом интенсивнее по сравнению с более низкими широтами. При этом потепление может быть не монотонным: в масштабе десятилетий возможны и понижения температуры. Вместе с тем необходимо дальнейшее совершенствование глобальных и региональных климатических моделей для построения более надёжных и определённых региональных перспективных оценок изменений климата в Арктике, в частности, изменений ледяного покрова в арктических морях. Ещё более сложная задача — оценка последствий предстоящих изменений климата для природопользования, хозяйственной деятельности, секторов экономики и здоровья населения в Арктике. При всей неоспоримой важности климатических изменений, они — лишь один из факторов среди множества других. Существует много причинно-следственных (прямых и обратных) связей в интегрированной системе «климат — окружающая среда — социум — экономика — политика». Поэтому перспективные оценки социально-экономических последствий изменения климата в Арктике (как и в любом другом регионе земного шара) должны строиться в контексте междисциплинарных глобальных и региональных сценариев. Попытки количественных оценок последствий климатических изменений для секторов арктической экономики на сегодняшний день немногочисленны, что открывает широкое поле для исследований на стыке естественных и общественных наук. Важный аспект — налажива-

ние и развитие диалога относительно учёта фактора климатических изменений в морской деятельности между наукой и бизнесом. К элементам такого диалога относятся оценочные доклады (глобальные, региональные, отраслевые) с участием обеих сторон, а также подготовка и внедрение рекомендательных и нормативных документов по учёту этого фактора в хозяйственной деятельности.

Благодарности. Авторы благодарят С.М. Семенова (Институт глобального климата и экологии, Москва), О.А. Анисимова (Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург) и Д.В. Ковалевского (Фонд «Нансен-центр», Санкт-Петербург) за полезные советы при подготовке статьи.

Литература

1. Алексеев Г.В., Данилов А.И., Клепиков А.В. К вопросу прогноза и оценки последствий глобальных климатических изменений, происходящих в Арктической зоне Российской Федерации под влиянием естественных и антропогенных факторов, в среднесрочной и долгосрочной перспективе // Российские полярные исследования. 2013. № 4 (14). С. 26–28.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2012 год. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2013. <http://www.meteorf.ru>
3. Ковалевский Д.В., Алексеев Г.В., Кузьмина С.И. Изменения климата Арктики и их последствия для рыболовства и морских перевозок // Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Стратегические проекты освоения водных ресурсов Сибири и Арктики в XXI веке: концептуальное мышление и идентификация личности», Тюмень, 23 марта 2012 г. Т. 1. Тюмень, 2012. С. 167–170.
4. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Морская хозяйственная деятельность в российской Арктике в условиях современных климатических изменений // Арктика: экология и экономика. 2012. № 1 (3). С. 26–37.
5. Соколов К.М. Управление запасами биоресурсов Баренцева моря на фоне глобальных изменений. Стратегия морской деятельности России и экономика природопользования в Арктике // IV Всерос. морская науч.-практ. конф: Материалы конф. Мурманск, 7–8 июня 2012 г. Мурманск: изд. МГТУ, 2012. С. 138–139.
6. Цатуров Ю.С., Клепиков А.В. Современное изменение климата Арктики: результаты нового оценочного доклада Арктического совета // Арктика: экология и экономика. 2012. № (8). С. 76–81.
7. ACIA, 2005: Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press, 1042 p.
8. AMAP, 2011: Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA).
9. Anisimov O.A., Vaughan D.G., Callaghan T.V., Furgal C., Marchant H., Prowse T.D., Vilhjalsson H., Walsh J.E.. Polar regions (Arctic and Antarctic). Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds.: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson. Cambridge University Press, 2007. P. 653–685.
10. Arctic Marine Shipping Assessment // Report (AMSA). Arctic Council, April 2009.
11. Arctic Oil and Gas // AMAP: Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo, 2007.
12. Olsen M.S., Callaghan T.V., Reist J.D., Reiersen L.O., Dahls-Jensen D., Granskog M.A., Goodison B., Hovelsrud G.K., Johansson M., Kallenborn R., Key J., Klepikov A., Meier W., Overland J.E., Prowse T.D., Sharp M., Vincent W.F., Walsh J. The Changing Arctic Cryosphere and Likely Consequences: An Overview // *Ambio*. 2011. V. 40. P. 111–118. doi: 10.1007/s13280-011-0220-y.

Summary

The paper discusses Arctic maritime transport system, Arctic offshore mineral reserves and biological resources of the Arctic Ocean. The authors focus on analyzing climate changes and international legal aspects of the Arctic region development. Most publications on the already observed and expected climate change in the Arctic support the conclusion that the global warming in the Arctic today is more pronounced than in other regions. These publications suggest that the future climate warming in the long term will be stronger beyond the Arctic Circle than in the lower latitudes. The warming however may be not a monotonous process; during the coming decades, air temperatures might go down for some periods. Hence there is a need to further improve global and regional climate models in order to obtain a more reliable and region specific assessments of climate change in the Arctic, in particular, its effect on the ice cover variability in the Arctic seas. There is a more complicated problem of giving a quantitative assessment of the consequences of forthcoming climate change which is important for nature management, economic activity, and health of the population in the Arctic. It should be indicated that a climate change impact is only one of many factors to be considered because there are many cause-effect relations within the integrated system «climate – environment – society – economics – politics». That is why perspective evaluation of social-economic consequences of the Arctic climate change in the Arctic (like in any other region on the planet) should be made in the context of interdisciplinary global and regional scenarios. It is also important to promote a dialog between science and business to better understand and discuss a climate change impact on the marine activity in the Arctic Ocean.