

Экономика и управление

УДК [332.14+332.025+551.581.21](470.1/.2+985)(045)

Тенденции и риски хозяйственной деятельности в Арктике в условиях долговременных климатических изменений



© **Селин** Владимир Степанович, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Института экономических проблем Кольского научного центра РАН, заслуженный экономист РФ. Научные интересы: региональная экономика, экономический анализ и прогнозирование, организация и управление народным хозяйством, экономика инноваций. E-mail: silin@iep.kolasc.net.ru



© **Васильев** Владимир Васильевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник Института экономических проблем Кольского научного центра РАН. Область научных интересов - развитие и размещение производительных сил в регионах Севера России. Подготовил методики и проекты нормативных актов по районированию территорий РФ. Тел. 8-499-740-1702

Изменения климата последние 30 лет приобретают все более отчетливый характер и уже в обозримом периоде могут оказать серьезное влияние на социально-экономические процессы. Однако в различных регионах они имеют разную степень интенсивности и даже различную направленность. В Арктической зоне России проявляются признаки активного потепления, последствия которых достаточно противоречивы. Так, в арктических акваториях снижение ледовитости может значительно улучшить экономические параметры судоходства, а на суше оттаивание многолетней мерзлоты, наоборот, повысит издержки эксплуатации большинства капитальных сооружений. Отдельный вопрос геополитического характера представляет юрисдикция РФ в отношении Северного морского пути. Попытка рассмотреть основные тенденции и риски хозяйственной деятельности в этих условиях предпринята в предлагаемой статье.

Ключевые слова: Арктика, Север, хозяйственная деятельность, экономика, риски, климатические изменения, тенденции, последствия, механизмы.

Trends and risks of economical activity in Arctic in long-term climate change

© Vladimir S. Selin, the Doctor of Economics, the professor, the main scientific employee of Institute of economic problems of the Kola centre of science the Russian Academy of Sciences, E-mail: silin@iep.kolasc.net.ru

© Vladimir V. Vasilev, the candidate of geographical sciences conducting scientific employee of Institute of economic problems of the Kola centre of science the Russian Academy of Sciences

Abstract

Climate changes get last 30 years more and more distinct character and in the foreseeable period can already make serious impact on social and economic processes. However in various regions they have different degree of intensity and even a various orientation. In the Arctic zone of Russia signs of the active warming which consequences are inconsistent enough are shown. So, in the Arctic water areas decrease ice can improve considerably economic parametres of navigation, and on a land thawing of a long-term frozen ground, on the contrary, will raise costs of operation of the majority of capital constructions. The separate question of geopolitical character is represented by jurisdiction of the Russian Federation concerning Northern sea way. Attempt to consider the basic tendencies and risks of economic activities in these conditions is undertaken in offered article.

Keywords: *Arctic regions, the North, economic activities, economy, risks, climatic changes, tendencies, consequences, mechanisms.*

Российские и зарубежные исследования последнего времени показывают, что, прогнозируемое потепление климата будет ощущаться в полярных регионах в большей степени, чем во многих других регионах мира. Там, где температуры близки в среднем к точке замерзания, глобальное потепление приведет к таянию льдов как на суше, так и на море и в результате к повышению уровня моря. Однако во внутренних частях ледовых шапок повышение температуры вряд ли будет достаточным для того, чтобы привести к таянию льда и снега, и, очевидно, приведет к увеличению накопления снега [1].

По мере потепления ледяной покров в Арктике будет, вероятно, становиться все меньше и тоньше. Навигация в прибрежной зоне и на реках усилится, и возникнут новые возможности для водного транспорта. Прогнозируемые для Арктики изменения в ледяном покрове моря будут иметь крупные стратегические последствия для торговли, особенно между Азией и Европой.

В минувшем столетии средняя годовая температура воздуха на Земле увеличилась приблизительно на 0,6 градуса. А вот области распространения вечной мерзлоты потептели значительно больше: местами до 5 градусов. Одновременно теплеют и верхние слои многолетнемерзлых грунтов. С 1960-х годов на территории Центральной Якутии температуры почвы выросли на один-полтора градуса, а в Западной Сибири - до одного градуса. Даже при столь небольшом потеплении изменяются физико-механические свойства почв, за счет чего уменьшается не-

сущая способность фундаментов. Как итог, у зданий, мостов, опор ЛЭП и других сооружений, построенных на вечной мерзлоте, происходят просадка фундамента, деформация опор и разрушение дорожного полотна.

В Якутске из-за просадок мерзлого грунта за последние 30 лет серьезные повреждения получили более 300 зданий. За десятилетие - с 1990 по 1999 год - число зданий, получивших повреждения из-за неравномерных просадок фундаментов, увеличилось по сравнению с предшествующим десятилетием в Норильске - на 42%, в Якутске - на 61% и в Амдерме - на 90% [2].

Глобальные климатические изменения будут проявляться на территории Арктической зоны Российской Федерации неравномерно. Большинство населенных пунктов в пределах Арктической зоны России располагаются на многолетнемерзлых грунтах. Их общее число превышает 300 н.п. с преобладанием сельских поселений с числом жителей менее 3000 человек.

Одним из главных параметров, определяющих несущую способность многолетнемерзлых пород как оснований инженерных сооружений, является их температура, зависящая и от температуры воздуха на поверхности горных пород. Колебания последней вызывают изменения несущей способности оснований инженерных сооружений, которые необходимо учитывать при проектировании. В противном случае при положительном развитии существующих на данный момент сценариев потепления климата произойдет резкое ухудшение несущей способности многолетнемерзлых пород как оснований инженерных сооружений. Это в итоге может привести к повреждению или даже разрушению существующих и строящихся на сегодняшний момент инженерных сооружений в районах распространения многолетнемерзлых пород. Для районов Воркуты, Якутска и Тикси на случай глобального повышения температуры воздуха к 2030 г. на 4–5°C долговечность оснований зданий, построенных по I принципу, может снизиться в 15–25 раз, а построенных по II принципу - в 5–15 раз [3].

Разработка нового типа фундамента базируется на совмещении функции несущей и охлаждающей грунт конструкции, что осуществляется посредством отсыпаемого на мерзлом основании промежуточного слоя. Промежуточный слой под пространственным фундаментом, выполняемый из непучинистого материала, значительно снижает интенсивность криогенных процессов при тепловом и механическом взаимодействии зданий с мерзлым основанием. Фундамент возводится без нарушения мерзлотно-грунтовых условий на строительных площадках, что позволяет ликвидировать временной технологический разрыв, который необходим при устройстве свайных фундаментов для их вмещения в окружающий мерзлый грунт.

Это позволяет уменьшить или полностью исключить сезонное протаивание подстилающих мерзлых грунтов основания при строительстве по первому принципу, то есть с сохранением мерзлого состояния грунтового основания; создать искусственное основание заданной прочности с меньшими деформативными свойствами; перераспределить напряжения, локализовав максимальные в пределах более прочного (по сравнению с нижележащим естественным основанием), искусственно созданного промежуточного слоя, используя известный в механи-

ке грунтов эффект снижения по глубине напряжений от дополнительного давления, передаваемого фундаментом.

В энергетике следовало бы разработать и реализовать систему мероприятий по повышению энергонезависимости и автономности системы энергоснабжения арктических территорий России, включающих разработку методов дистанционного слежения, оценки рисков аварий и катастроф и потребности в действиях по защите линий электропередач, трубопроводов и других инженерных коммуникаций в Арктике.

Потребуется очень серьезные усилия, огромные финансовые и людские ресурсы, чтобы ликвидировать последствия таких изменений. Предварительные экспертные оценки показывают, что эксплуатационные затраты могут вырасти в 2-4 раза в зависимости от места расположения объекта, что, вероятно, выведет большинство из них за грань хозяйственной рентабельности.

Единственным положительным результатом потепления климата для коммунальной инфраструктуры арктических населенных пунктов следует признать сокращение отопительного периода вследствие повышения среднемесячных температур. Это приведет к значительной экономии топлива, расходуемого на отопление, а следовательно к сокращению общей стоимости функционирования коммунальной структуры региона.

Наиболее авторитетной международной организацией, занимающейся оценкой изменений климата, является Межправительственная группа экспертов по проблемам изменения климата (МГЭИК/IPCC), образованная в 1988 году совместно Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде. Каждые 3-4 года МГЭИК публикует Оценочные доклады (ОД), составленные ведущими климатологами мира, которые отражают изменения глобального и регионального климата в настоящем, прошлом и будущем, воздействия климатических изменений и возможности адаптации к ним, а также возможностей уменьшения антропогенного воздействия. По оценкам МГЭИК, начиная со второй половины XIX века по настоящее время, в глобальной климатической системе наблюдались значительные изменения температуры воздуха у поверхности Земли, сопровождавшиеся изменениями других климатических характеристик. Среднегодовая глобальная температура воздуха согласно Третьему ОД (2001 г.) за весь XX век возросла на $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$, уровень океана поднялся на 18-20 см [4].

В 2007 году подготовлен четвертый Оценочный доклад, из которого следует, что рост температуры составляет уже $0,74^\circ\text{C}$, а поднятие уровня океана – 30 см. МГИЭК разработала также пакет сценариев изменений климата в зависимости от сценариев выбросов парниковых газов, роста населения, применения более эффективных технологий и экономического роста. На базе сценариев (жесткого, умеренного и мягкого антропогенного воздействия) были сделаны несколько модельных расчетов изменения средней глобальной температуры на период до 2100 г. По разным прогнозам средняя приземная температура воздуха возрастет от $1,4$ до $5,8^\circ\text{C}$ к концу текущего столетия [5].

На фоне глобального потепления наблюдаются значительные изменения климата высоких широт, прежде всего, в Северном полушарии. В Арктике зафиксировано значительное потепление, которое усиливается в течение последних десятилетий и сопровождается сокращением площади и толщины морского льда в Северном Ледовитом океане. По мнению ведущих отечественных и зарубежных исследователей-климатологов, Арктический регион в целом и Западная Арктика, в частности, являются районами наиболее чувствительными к глобальным климатическим изменениям, а также надежными индикаторами этих процессов. В связи с этим на министерском совещании Арктического Совета, прошедшем в октябре 2000 г. в Барроу (Аляска), была разработана и принята программа АСИА (Arctic Climate Impact Assessment/ACIA), в соответствии с которой эксперты пятнадцати стран проанализировали климатические изменения и их последствия в Арктике. Результаты этих исследований представлены в ноябре 2004 года в докладе «Оценка последствий изменения климата в Арктике». В последние десятилетия в большей части Арктики температура выросла, особенно в зимний сезон. Зимнее потепление на Аляске и в Западной Канаде составило 3-4°C за последние 50 лет. За последние 30 лет среднегодовая площадь морского льда уменьшилась примерно на 8%, кроме этого, лед стал тоньше в среднем по Арктике на 10-15%, а в отдельных районах между 1960-ми и концом 1990-х годов произошло уменьшение его толщины на 40% [6].

Ярким проявлением экстремальных условий в Западной Арктике выделяется зимний период 2002-2003 годов, когда кромка льда в апреле в Баренцевом море опустилась до широты 72° с.ш. на меридиане 40° в.д. (очень редкое явление с повторяемостью 1 раз в 50 лет). Крайне южное положение в море заняли двухлетние льды Карского происхождения. В северо-восточной части моря (74°40' с.ш., 43° в.д.), т.е. в 100 км от Штокмановского ГКМ, были зафиксированы двухлетние льды толщиной до 2,7 м. На самом Штокмановском ГКМ было отмечено большое количество айсбергов и их обломков (порядка 110 единиц), с максимальными размерами 190x430 м и массой 3,67 млн тонн. Столь редкое явление было обусловлено 3-4-летними положительными аномалиями температуры воздуха, состоянием ледового покрова (в августе-сентябре 2000 и 2001 годов море было свободно ото льда, в августе-сентябре 2002 г. площадь льдов составила всего 5%) и аномально высокими тепловыми потоками атлантических вод. Таяние ледников Земли Франца-Иосифа и Новой Земли обусловило их сброс и образование айсбергов. Под действием ветровых потоков и поверхностных течений с северной и северо-восточной составляющей айсберги достигли столь южного положения и в конце апреля были зафиксированы на Штокмановской структуре. Одновременно в юго-восточной части моря в марте-апреле 2003 года ветры северного и северо-западного направлений привели к уплотнению ледяного покрова, его торошению 4-5 баллов (высота торосов составила 4-5 метров, скорость дрейфа 170 м/с, кили торосов до глубины 18 метров), наблюдалось большое количество стамух (отдельные глыбы льда, стоящие на мели). В этот навигационный период танкер ледового класса «Волгоград» водоизмещением 20 тыс. тонн, загруженный нефтью с терминала «Варандей» не смог выйти из ледяного мешка протяженностью порядка 200 км даже с помощью дизельного ледокола «Капитан Николаев». Сезон 2002/2003 годов внесен в 10 самых тяжелых по ледовым условиям лет с 1928 по 2005 гг. [7].

Следует отметить, что начало освоения ШГКМ (разведочное бурение, оценка запасов, создание российских и международных консорциумов по его освоению) совпало с периодом 1988–1996 годов, когда появление айсбергов в центральной части Баренцева моря оценивалось как достаточно редкое явление. Максимальная масса айсберга, заложенная в проектную документацию, полученная в результате экспертной оценки на основании немногочисленных наблюдений, составляла 1,45 млн тонн. Однако экспедиционные исследования последних лет в корне изменили оценки вероятности нахождения айсберга и его сближения с платформой в районе ШГКМ. В период принятия решений по разработке Штокмановского ГКМ вероятность (>95 %) столкновения айсберга с платформой составляла один раз в 295 лет, а с учетом данных 2003 года, вероятность превышает 95% один раз в 35 лет [8].

Уменьшение ледовитости¹ арктических морей, увеличение повторяемости и силы штормовых ветров и высоты волн в совокупности с повышением уровня моря могут привести к разрушению берегов, сложенных вечномерзлыми породами. В Восточно-Сибирском море береговая абразия² уже сегодня составляет десятки метров за год. Значит, сооружения береговой инфраструктуры (газо-нефтехранилища, трубопроводы, порты, терминалы) могут быть подвержены существенным рискам.

В таблице №1 авторами предпринята попытка объединить ожидаемые социально-экономические последствия и риски от прогнозируемых в начале XXI века изменений климата в Арктическом регионе. При наличии некоторых положительных тенденций представляется, что проблемы, требующие уже сейчас системных решений, станут более весомыми. В первую очередь к ним относятся:

- комплекс негативных явлений, связанных с оттаиванием вечной мерзлоты и просадкой грунтов (разрушение дорог, фундаментов зданий, опор линий электропередач, мостов и т.п.);
- ухудшение транспортной доступности (срока завоза грузов) в районы, связанные с деятельностью транспорта по зимникам и льду рек;
- рост повторяемости ледовых штормов, увеличение интенсивности разрушения берегов, увеличение риска появления айсбергов в местах расположения перспективных месторождений углеводородного сырья.

С большой степенью вероятности можно говорить, что в ближайшие 10-15 лет ледовые условия в целом станут легче. Вместе с тем более 6 месяцев в году Арктика будет закрыта льдом,

¹ Ледовитость моря, площадь, которую занимают льды в навигационный сезон на поверхности моря (в процентах от его общей площади). В навигационные месяцы – август и октябрь – ледовитость Карского моря составляет около 50%, моря Лаптевых – около 53%, Восточно-Сибирского моря – около 75%, Чукотского моря – около 35%. Ледовитость Баренцева моря в мае – августе – 40%. URL: <http://wiki.rgo.ru/1946-page2333.html> (дата обращения 18.02.2011)

² Абразия (от латинского *abrasio* — соскабливание, сбривание), разрушение волнами и прибоем берегов морей, озёр и крупных водохранилищ. Процесс механического разрушения волнами и течениями коренных пород. Особенно интенсивно абразия проявляется у самого берега под действием прибоя. URL: <http://www.edudic.ru/geo/764/> (дата обращения 18.02.2011)

начиная от Карских ворот и далее на восток. Несмотря на более благоприятные в среднем условия плавания в случае, если потепление продолжится, в ряде районов сохранится вероятность возникновения очень тяжелых ледовых условий вследствие подвижек ледовых массивов. Необходимо произвести переоценку полученных ранее экстремальных высот волн, масс и размеров айсбергов, предусмотреть создание специальных служб контроля айсберговой и ледовой опасности и строительство ледоколов.

Таблица 1

Ожидаемое изменение климата в XXI веке в Арктическом регионе и его природные и социально-экономические последствия

Проявления изменений климата	Последствия	
	условно положительные	условно отрицательные
Рост температуры воздуха	<p>Сокращение отопительного периода, улучшение теплового режима зданий.</p> <p>Уменьшение толщины морского льда и ледовитости морей: облегчение доступа по морю к нефти, газу, минеральным ресурсам Северного Ледовитого океана; удлинение периода навигации морского и речного судоходства; неблагоприятные последствия для зависящих ото льда морских млекопитающих.</p> <p>Расширение зоны бореальных лесов, сокращение зоны тундры: расширение возможностей лесного хозяйства; смещение границ обитания птиц, животных, некоторых видов рыб.</p> <p>Увеличение возможности коммерческого выращивания сельскохозяйственных культур: фуражных (люцерна), некоторых зерновых (ячмень) и овощных (картофель).</p> <p>Расширение ареалов распространения некоторых видов насекомых-вредителей, паразитов, сорняков.</p>	<p>Сокращение сезона промерзания почвы: сокращение времени доступа к ресурсам по материке.</p> <p>Оттаивание вечной мерзлоты: просадки грунта, оползни, солифлюкция (течение грунта по склонам), термокарст: разрушение дорог, аэропортов, нефтепромысловых и др. промышленных объектов; деформация и разрыв трубопроводов, водопроводно-канализационных систем; деформация фундаментов зданий, опор ЛЭП, мостов; угроза разрушения хранилищ радиоактивных отходов;</p> <p>сложности в доставке грузов вследствие сокращения сроков использования зимников.</p> <p>Возрастание ветровых нагрузок вследствие сокращения площади льда, образование ледовых торосов, морских брызг: рост повторяемости ледовых штормов, увеличение интенсивности разрушения берегов, сложенных вечномерзлыми породами; обледенение судов; ограничение работ на нефтяных и газовых платформах в открытом море; ограничение рыболовства и транспортного морского сообщения.</p> <p>Увеличение вероятности появления айсбергов: затруднение судоходства и эксплуатации Штокмановского месторождения.</p> <p>Более позднее замерзание и более раннее вскрытие льда на реках и озерах: сокращение периода доставки грузов сухопутным путем в труднодоступные районы по замерзшим руслам; изменение величины испарения, скорости течения, уровня растворенного кислорода и воздействия ультрафиолетовой радиации на пресноводные организмы; изменение параметров наводнений.</p> <p>Повреждения леса вследствие учащения пожарной опасности и нашествия древесных вредителей (еловый жук-короед, еловая листовертка-почкоед).</p> <p>Опустынивание некоторых территорий (вместе с ростом температуры растут испарение и отток воды от грунта протаявшей мерзлоты), замена хвойных лесов осиновыми.</p> <p>Рост некоторых инфекционных болезней: увеличение случаев заболеваний клещевым энцефалитом, увеличение числа кишечных инфекций за счет нарушения деятельности водопроводно-канализационных сооружений и др.</p> <p>Угроза традиционному укладу коренного насе-</p>

Проявления изменений климата	Последствия	
	условно положительные	условно отрицательные
		ления
Рост количества осадков, учащение случаев ливневых осадков		Эрозия почвы, повышение уровня грунтовых вод, подтопление обширных районов. Наводнения, каменные осыпи и лавины: разрушение объектов инфраструктуры
Рост температуры воды	Рост продуктивности отдельных видов промысловых океанических рыб (треска, сельдь, камбала) и неракообразных беспозвоночных, снижение запасов мойвы (угроза большинству коммерческих рыбных ресурсов, китам и морским птицам), появление более южных видов рыб (макрель), радикальные изменения видового состава в некоторых районах.	Смещение к северу предприятий аквакультуры (рост рыбных болезней, цветение ядовитых водорослей), увеличение затрат. Сокращение зоны обитания некоторых арктических пресноводных видов (сиговых, арктического гольца, арктического омуля) из-за неоптимальных термических условий и соперничества с видами, перемещающимися с юга
Рост уровня моря (за счет теплового расширения)		Затопление низменных прибрежных территорий, увеличение эрозии берегов, наводнения в прибрежной зоне: разрушение инфраструктуры береговой зоны (трубопроводы, нефтехранилища, терминалы, порты, населенные пункты). Уменьшение зоны тундры: сокращение площади оленьих пастбищ
Изменение атмосферной циркуляции, увеличение скорости ветра	Развитие ветроэнергетики	Увеличение повторяемости штормов и скорости дрейфа ледяных полей: затруднение многих видов морских операций. Увеличение числа аварий на АЭП. Удорожание строительно-монтажных работ на открытом воздухе.
Большая межгодовая изменчивость гидрометеорологических параметров (ледовитости, скорости ветра, высоты волн)		Трудности планирования морских перевозок и разработки шельфовых месторождений. В отдельные годы продолжительность отопительного периода значительно превысит средние нормы. В отдельные годы очень сложная ледовая обстановка на Северном морском пути, ограничивающая период безледокольного плавания
Резкие суточные колебания метеорологических параметров (температура воздуха, атмосферное давление), увеличение вероятности продолжительности экстремальных явлений с критическими значениями метеорологических параметров, изменение сезонных особенностей погоды		Высокая степень изменчивости ледовой и метеорологической обстановки будет осложнять морские операции. Ухудшение условий эксплуатации зданий, уменьшение их долговечности. Ухудшение самочувствия и здоровья населения: повышение уровней заболеваемости и смертности от ишемической болезни сердца, инсульта заболеваний органов дыхания, нервной системы

Зарубежные организации и фирмы считают оживление транзита по СМП вполне реальным, особенно в ожидании дальнейшего изменения климата. Канадская фирма Bore/OmniTRAX заявила в 2007 году о намерении реализовать совместно с российскими компаниями международный проект «Арктический мост» для крупномасштабных перевозок транзитных грузов по трассе в направлении Запад-Восток. Аналогичную схему предложила Академия торгового мореплавания США: транспортно-технологическую систему между портами Нью-Йорк – Рейкьявик – СМП – Петропавловск-Камчатский – Брементон (Западное побережье США) с использованием атомного контейнеровоза вместимостью 8000 TEU. Плавание судна в Арктике будет осуществляться круглогодично без ледокольной проводки. Финская судостроительная корпорация Aker Arctic Technology совместно с Institute of North (Аляска) выполнила еще в 2006 году модельные исследования по эксплуатации арктического контейнеровоза вместимо-

стью 5000 TEU на направлении Алеутские острова – СМП – Исландия. Результаты моделирования показали возможность работы контейнеровоза на трассах СМП до 6 мес. в году без ледокольной поддержки. Оценка стоимости транспортировки контейнера составляет 526 долл./TEU, что значительно ниже стоимости доставки контейнеров южным путем [9].

Таким образом, резкое нарастание грузопотоков на трассе СМП весьма вероятно уже в ближайшие 5 лет, и российские транспортные системы должны быть к этому готовы, чтобы не отдать стратегические преимущества и соответствующие финансовые потоки в другие руки.

Принимая во внимание, что статья 234 Конвенции по морскому праву предоставляет приарктическим государствам в покрытых льдом большей части года районах 200-мильной исключительной экономической зоны право принимать законы, направленные на защиту морской среды, правила, принятые Россией, могут содержать более строгие меры в отношении конструкции и оборудования судов, а также квалификации экипажа, чем на международном уровне. Это позволяет России устанавливать особый режим плавания по Севморпути и делает тезис Запада о необходимости добиваться максимальной интернационализации Северного морского пути беспочвенным.

Литература

1. Изменения климата. Обобщенный доклад. 2001 г. ВМО, ЮНЕП, МГЭИК. 2003. 68с.
2. Хрусталева Л.Н., Медведев А.В., Пустоваят Г.П. Многолетнее изменение температуры воздуха и устойчивость проектируемых в криолитозоне сооружений // Криосфера Земли, 2000, т. IV, № 3, с. 35-41.
3. Хрусталева Л.Н., Гарагуля Л.С., Гордеева Г.И. и др. Прогноз среднегодовой температуры воздуха на территории Республики Саха (Якутия) по результатам ретроспективного анализа. - Криосфера Земли, 2002, т. VI, № 2, с. 66-74.
4. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 5. С. 48-60.
5. ACIA. Impacts of Warming Arctic: Arctic Climate Impacts Assessment. Cambridge University Press, 2007. 92 с.
6. Алексеев Г.В., Данилов А.И., Клепиков А.В. Климатические изменения в Арктике и их возможные последствия для морской экономики // Национальная морская политика и экономическая деятельность в Арктике. I Всероссийская научно-практическая конференция. Мурманск 10-11 сентября 2010 года. URL: <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/ier-4.pdf> (дата обращения: 01.02.2011).
7. Зубакин Г.К., Бочков Ю.А., Бузин И.В. Экстремальные ледовые условия и процессы в Баренцевом море в 2002/2003 гг. // Научно-практическая конференция «Нефть и газ Арктического шельфа» Мурманск с 15 по 17 ноября 2006 года. URL: <http://www.arcticshelf.ru/files/Abstracts2006/Russian/Workshop2/2-16-15-20.pdf> (дата обращения: 01.02. 2011).
8. Наумов А.К., Зубакин Г.К., Гудошников Ю.П., Бузин И.В., Скутин А.А. Льды и айсберги в районе Штокмановского газоконденсатного месторождения // Труды RAO-03-Санкт-Петербург, 16-19 сентября 2003. – СПб, 2003. С. 120-131.
9. 75 лет Северному морскому пути / Пресс служба ААНИИ. URL: <http://www.aari.ru/docs/pressrelcase/2008.02.21> (дата обращения: 20.12. 2008).

Рецензент – Зальковский Н.П.,
доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Российской Федерации