УДК 330.15

Оценка влияния изменения климата на экономику Севера (обзор литературы)

Economic impacts assessment of climate change in the North (a literature review)

Прокопьев Егор Александрович

Prokopyev Egor Alexandrovich
кандидат экономических наук,
научный сотрудник
Институт экономики КарНЦ РАН, (Петрозаводск)

e_prokopiev@mail.ru

Рослякова Наталья Андреевна

Roslyakova Natalya Andreevna
научный сотрудник
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, (г. Москва)

roslyakovana@gmail.com

Аннотация

В статье приведён обзор отечественной и зарубежной литературы по вопросам влияния глобального потепления на экономику. Для уязвимых к

климатическим изменениям территорий Севера приведены оценки последствий глобального потепления для сельского и лесного хозяйства, энергетики и транспорта. Выявлено отсутствие отечественных исследований по оценке экономической значимости временных зимних дорог.

Abstract

A review of scientific literature on the global warming impact on the economy is presented. Assessments of the global warming effects on agriculture and forestry, energy and transport are given for vulnerable to climate change regions in the North. The paper describes that there is a lack of Russian studies to assess the economic significance of temporary winter roads.

Ключевые слова: глобальное потепление, сельское хозяйство, лесное хозяйство, энергетика, транспортная инфраструктура, снежно-ледяные дороги, зимники, север.

Key words: global warming, agriculture, forestry, energy, transport infrastructure, snow-ice roads, winter roads, north.

Во второй половине XX в. мировое сообщество осознало существование глобальных проблем, среди которых одной из первых была признана проблема изменения климата. Неоценимый вклад в её изучение вносят Комиссия по окружающей среде и развитию ООН (UNEP), организация Greenpeace, Римский клуб, Всемирный Фонд Дикой Природы (WWF), Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC), Международный союз охраны природы и природных ресурсов (IUCN) и многие другие. Тема климата прочно вошла в перечень вопросов для обсуждения на саммитах мировых лидеров. А реакция мирового сообщества и американской общественности на заявление (01.06.2017)

президента Дональда Трампа о выходе США из Парижского соглашения в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата подтверждают, что проблема не утратила актуальности.

В настоящее время подавляющее большинство учёных-климатологов поддерживают концепцию глобального потепления [Cook, 2016 и 2013], называя антропогенный фактор в качестве одной из причин потепления. Даже с учётом проводимой политики по снижению выбросов CO_2 существует 90% вероятность увеличения глобальной температуры к 2100 г. на 2,0-4,9°C [Raftery]. Потепление глобального климата будет проявляться по-разному, но сильнее всего оно будет заметно в средних и высоких широтах из-за таяния льда [Делюсина; Гулёв]. Для оценки последствий климатических изменений возникает несколько смежных задач (я бы написала с одной стороны,) разработка региональных моделей будущих климатических изменений [Kjellström];, с другой стороны, поиск способов адаптации разных видов деятельности к будущим климатическим изменениям. Тем не менее, первоочередной задачей будет определение сфер жизнедеятельности, подверженных влиянию климатического фактора, и установление зависимости результатов их работы от погодных условий. В данном контексте подобные исследования представляются чрезвычайно важными и актуальными.

Очевидно, что последствия климатических изменений, в первую очередь, заметны в сельском хозяйстве. Также к зависимым от погодных условий секторам относят энергетику, туризм, транспорт, лесной комплекс и добычу полезных ископаемых [Катцов.]. Заметим, что перечисленные сектора экономики обеспечивают более 30% отечественного ВВП. Сами последствия изменения климата будут проявляться в постепенном изменении среды (рост среднегодовой температуры), и в учащающихся случаях появления экстремальных природных явлений (наводнений, лесных пожаров, волн жара и холода и пр.) [Kumar]. При этом, если последнее рассматривается в исключительно негативном ключе, приводящим к

экономическим потерям [Порфирьев и Макарова; Порфирьев 2011; Оценка и], то изменение среды может предоставлять как новые угрозы, так и новые возможности для развития экономики для северных территорий.

Исходя из современного тренда изменения климата для высокоширотных стран прогнозируется получение дополнительных выгод в сельском хозяйстве: для России их оценка составляет 124-351 млрд долл.; для Канады – 19-49 млрд долл.; для США – 17-35 млрд долл.; для Китая – 39-65 млрд долл. [Mendelsohn]. На северо-западе России потепление климата приведёт к незначительному росту урожайности зерновых, для картофеля и других овощных рост урожайности оценивается в пределах 5-10% [Шкиперова; Друж и др]. Авторы констатируют, что больший эффект принесут переход на более современные технологии и переход к новым более теплолюбивым культурам. С другой стороны сельхозпроизводителей ожидают проблемы, связанные с увеличением популяции теплолюбивых вредителей и с расширением ареала их обитания на север [Порфирьев книг, 2011]. Для животноводства наибольшую проблему представляет увеличение количества дней с аномальной температурой: летом – с высокой; зимой – с низкой при высокой влажности. Так летом «при наступлении теплового стресса надои сокращаются в среднем на 10%, в период поздней стельности снижается вес теленка при отеле» [Суровцев]. Адаптация к новым погодным условиям увеличивает капитальные затраты на строительство коровников и текущие на электроэнергию. Надо отдавать себе отчёт, что сельское хозяйство не является основой северной экономики, которая в большей степени опирается на другие природоэксплуатирующие сектора (добыча полезных ископаемых, лесной сектор).

Я бы указала ещё СМП, на который весь мир облизывается☺ и последствия потепления для него.

Примечательно, что изменение климата принесёт для лесного хозяйства аналогичные сельскому хозяйству эффекты. Ожидается увеличение продуктивности бореальных (таежных) лесов. Сами леса будут

расширяться на север, заменяя до 50% территории, занимаемой в настоящее время тундрой [Kirilenko]. Одновременно с этим будет происходить обезлесивание этих лесов на их современных южных границах [Wang; Kirilenko]. Изменение климата может передвинуть текущие границы лесных вредителей и болезней на территории с лесами, не обладающими выработанными защитными механизмами [Kirilenko]. Наиболее острой проблемой потепления климата для лесного хозяйства станет рост числа лесных пожаров [Тулохонов; Wang; Gaudreaua; Davis; Lee]. В работе [Maa] была предложена методика оценки последствий изменения климатических изменений (это верная формулировка?) для лесов, находящихся в центральном регионе США. Модель учитывает породный состав, естественный прирост древесины, лесные пожары, плотность населения и климатические изменения, а оценка осуществляется по стоимости леса на корню. Исследователи приходят к выводу о сокращении стоимости текущих запасов леса (уменьшится количество и ухудшится породный состав) с 1,3 трлн до 529-599 млрд долларов (в ценах 2015 г.) в течение следующих 90 лет [Maa]. Данная оценка была представлена исходя из сложившихся в настоящий момент цен на древесину на глобальном рынке. Между тем для прогнозирования будущих выгод или потерь, необходимо понимание соотношения спроса и предложения на мировом рынке древесины [Sohngen]. Для лесного сектора Канады прогнозируются потери из-за снижения цен на лесопродукцию, связанного с расширения ресурсной базы и развитием лесной отрасли в других областях мира [From Impacts to Adaptation Can].

В области генерации, передачи и потребления энергии изменение климата будет иметь как положительные, так и отрицательные моменты. Рост среднегодовой температуры на 2°C приведёт к снижению потребления электричества в большинстве стран Европы (обследовано 26 стран: Норвегия и страны ЕС за исключением Греции, Мальты и Кипра) [Damm]. Было выявлено, что снижение потребления электроэнергии на отопление в зимний период будет превышать его увеличение на охлаждение. Наибольшее

сокращение потребления электроэнергии ожидается в странах северной Европы. В лидерах со снижением потребления от -3,6% до -5,2% окажется Норвегия [Damm], где 73% домохозяйств используют электричество для отопления. На 58 дней к 2050 г. по сравнению со средним показателем 1961-1991 гг. сократиться отопительный сезон в Финляндии в случае реализации климатического сценария A2 [Pilli-Sihvolaa]. Для значительной части территории России будет происходить сокращение отопительного сезона: по прогнозам, ожидается его дальнейшее что? до 5-10% к 2050 г. [Порфирьев, 2011]. Во время аномальной тёплой зимы 2006-2007 г. экономия топлива составила порядка 30-35% [Сергеев]. В российских регионах, где зимы 2000-2007 гг. не отличались аномальной мягкостью (в 1999-2001 гг., 2005 г., 2007 г.) имел место энергетический кризис [Смолина, 2013]. Напротив, из-за роста среднегодовой температуры на 5°C будет снижаться на 1,5-2,5% экономичность газотурбинных ТЭЦ [Порфирьев книг, 2011]. Тут про РФ как-то не оч понятно.

Прогнозируемое с потеплением климата увеличение водных ресурсов годового стока рек бассейна Северного Ледовитого океана должен благоприятно сказаться на выработке электроэнергии ГЭС [Порфирьев книг, 2011]. В расчётах по Норвегии к 2050 г. благодаря изменению климата ожидается дополнительный рост мощности ГЭС на 5-20 ТВт-ч [Seljom]. Глобальное потепление неблагоприятно сказывается на функционировании ключевого сектора российской экономики – нефтегазового [Смолина, 2009]. Основная проблема – таяние вечной мерзлоты [Второй оценочный доклад], в зоне распространения которой сосредоточено подавляющее большинство отечественных газовых месторождений. Деградация вечной мерзлоты снижает несущую способность вмороженных фундаментов [Кислов], что создаёт проблемы для эксплуатации магистральных трубопроводов, повышая риски наступления аварийных ситуаций. Кроме того, повышение температуры воздуха выше 15°C ведёт к снижению мощности турбин компрессоров и давления в газопроводах [Порфирьев книг, 2011].

Помимо новых возможностей и угроз изменение климата будет влиять опосредованно на перечисленные сектора экономики Севера через транспортную инфраструктуру. Например, при скорости ветра более 16 м/с прекращаются полеты авиации, обслуживающей нефтяные компании [Порфирьев книг, 2011]. Упомянутая выше деградация вечной мерзлоты приводит к деформациям не только трубопроводов, но и фундаментов домов, автомобильных и железных дорог. В России по имеющимся оценкам [Второй оценочный доклад] за последние 40 лет климатические изменения привели к уменьшению несущей способности многолетней мерзлоты в среднем на 17%, а в отдельных регионах – до 45%.

К положительным изменениям климата на севере России будут увеличение сроков навигации водного транспорта. По оценкам [Смолина С.Г. Оценка] при увеличении среднегодовой температуры на 4°С произойдет удлинение в пределах месяца навигации на всех судоходных реках Севера Европейской части территории России, а для бассейнов нижней и средней Оби удлинение навигации от 10 до 15 суток будет возможно при росте среднегодовой температуры на 4,5°С. В Арктике при условии продолжения потепления по маршруту Северного морского пути в Карском море возможно «безледокольное» плавание судов класса Arc7 [Комков], увеличатся сроки летнего сезона морской навигации для севера Канады [From Impacts to Adaptation Can].

Если из-за глобального потепления окно возможностей для водного транспорта увеличивается, то для эксплуатации временных зимних дорог (снежные, снежно-ледяные и ледяные – «зимники») – сокращается. К 2050 г. в РФ ожидается сокращение пригодной территории для экономически целесообразной эксплуатации зимников на 1 млн км^2 [Второй оценочный доклад]. Для обширной территории севера России и Канады, для Аляски в зимнее время они становятся единственной альтернативой авиасообщению, и приобретают огромную социальную значимость. В России в той или иной степени зимники используют большое количество предприятий ~~из~~ разных

сфер деятельности, и при всей ~~очевидности~~ значимости данной сезонной инфраструктуры нам не удалось найти оценок влияния зимников на отечественную экономику в контексте прогнозируемого изменения климата. В то время как в Канаде объём перевозок по временным зимним дорогам является одним из основных индикаторов для оценки влияния изменения климата на местную экономику [Lonergan] и способов её дальнейшей адаптации к его последствиям. Например, по знаменитой зимней дороге Тиббит и Контвойто, 85% которой проложено по льду озёр, для обслуживания алмазных рудников ежегодно перемещается товаров на сумму около 500 млн долларов [Mullan].

Такой анализ на региональном уровне позволяет понять, какие затраты связанные с транспортной инфраструктурой будут вынуждены нести отрасли при потеплении климата. В данной связи исследователи выделяют прямые и косвенные расходы [Sawyer]. К прямым расходам можно отнести затраты на более частое и трудоёмкое поддержание инфраструктуры, дополнительные капитальные затраты на поиск альтернативных транспортных путей, в конечном итоге это отражается на экономических показателях отраслей снижая их рентабельность. В последние годы из-за частого наступления теплых зим, в Канаде стали искать пути частичной замены временной инфраструктуры на постоянную [Kirkup], принимая во внимание десятикратное увеличение расходов на её содержание в условиях Севера [Sawyer]. В качестве мер адаптации к потеплению климата стало изыскание возможностей строительства сухопутных маршрутов и отвод зимников в сторону от территорий водоёмов и рек. К косвенным расходам можно отнести: сокращение сроков полноценного использования объектов инфраструктуры; снижение скорости движения и грузоподъёмности транспортных средств; рост альтернативных затрат для удовлетворения потребностей хозяйственной деятельности. Например, тёплой зимой 1998 г. на севере канадской провинции Манитоба произошло сокращение сроков эксплуатации зимников в 2 раза, повлекшее дополнительные траты на

продовольствие и авиатопливо [Transportation & Climate Change in Manitoba] порядка 15-18 млн долларов [Taylor]. В 2006 г. на месяц было прервано сообщение по зимней дороге Тиббит и Контвойто, а для тяжёлых автопоездов, для которых эта дорога обычно открыта 2 месяца в году, движение было запрещено [Sawyer]. Из-за этого для нужд алмазодобывающей корпорации Rio Tinto пришлось воздушным транспортом перевести более 24 тыс. т сухих грузов и топлива, что привело к дополнительным затратам в десятки млн долларов [RIO TINTO].

Кроме этого у местных предприятий может возникать упущенная выгода или производственные потери, в виде непроизведённой продукции, простоев в работе оборудования и персонала, снижения общей эффективности из-за сокращения массовости производства. Например, при низкой интенсивности перевозок прямые постоянные издержки (амортизационные отчисления, расходы на содержание ремонтных баз и т.п.) распределяются на меньшее количество транспортной работы, тем самым удорожая каждую отдельную перевозку и сокращая её экономическую отдачу. Сюда же можно отнести репутационные потери, связанные с нарушением сроков исполнения поставок, утрату рыночной инициативы из-за невозможности своевременно реагировать на запросы рынка по объёму поставок, которые могут проявиться в падении цен на акции компаний. В 2010 г. из-за самой теплой зимы за весь период наблюдений (на 7,4°C выше обычной) [The Arctic highway] алмазодобывающая корпорации Rio Tinto не смогла навести ледяные дороги к своим месторождениям и понесла самые существенные потери в котировках акций с самого начала своей индексации на бирже (с 1997 г.). Падение за несколько месяцев составило 63 п.п.

Таким образом, проблема взаимовлияния глобальной экономики и изменения климата весьма многогранна и комплексна. Подчеркнём, что в рамках данного обзора мы не ставили цели охватить её полностью. Данный литературный обзор позволил пролить свет на важную, но малоизученную в России проблему – проблему экономической значимости зимних дорог в

условиях изменения климата. А без учёта влияния изменения климата на сезонную транспортную инфраструктуру невозможно получить достоверные оценки и прогнозы влияния глобального потепления на экономику Севера.

Благодарности

Исследование осуществлено при финансовой поддержке РФФИ (гуманитарные и общественные науки) по проекту № 17-32-01031 а2 «Исследование экономической значимости сезонной транспортной инфраструктуры в условиях глобального изменения климата (на примере Республики Карелия)»

Библиографический список

1. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming / J. Cook et al. // Environmental Research Letters. 2016. № 11 (44). 7 pp.
2. Quantifyingthe consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature Environ / J. Cook et al. // Environmental Research Letters. 2013. Vol. 8. № 2. 7 pp.
3. Less than 2 °C warming by 2100 unlikely / A.E. Raftery et al. // Nature Climate Change. 2017.
4. Делюсина И. Климат разбушевался – 2, или Система Земля // Троицкий вариант – Наука. 2017. № 16. С. 1-3.
5. Гулёв С.К., Катцов В.М., Соломина О.Н. Глобальное потепление продолжается // Вестник Российской академии наук. 2008. Т. 78. № 1. С. 20-27.
6. Production and use of regional climate model projections – A Swedish perspective on building climate services / E. Kjellström et al. // Climate Services. 2016. Vol. 2–3. P. 15-29.
7. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на

период до 2030 г. и дальнейшую перспективу (резюме доклада) // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2011. № 563. С. 7-59.

8. Kumar S., Yalew A. Economic Impacts of Climate Change on Secondary Activities: A Literature Review // Low Carbon Economy. 2012. Vol. 3. № 2. P. 39-48.

9. Порфирьев Б.Н., Макарова Е.А. Природные и техногенные катастрофы: последствия для населения и экономики // Экономика и управление. 2014. № 4. С. 4-15.

10. Порфирьев Б.Н. Экономические аспекты защиты населения и территорий от природных опасностей // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2011. Т. 1. № 1. С. 19-26.

11. Оценка и управление природными рисками / под ред. А.Л. Рагозина. М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. 320 с.

12. Country-Specific Market Impacts of Climate Change / R. Mendelsohn et al. // Climatic Change. 2000. Vol. 45. № 3-4. P. 553-569.

13. Шкиперова Г.Т., Дружинин П.В. Оценка влияния климатических изменений на экономику российских регионов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 34. С. 43-50.

14. Влияние климатических изменений на развитие сельского хозяйства российских регионов / П.В. Дружинин и [др.] // Друкеровский вестник. 2015. № 2. С. 5-19.

15. Порфирьев Б.Н. Природа и экономика: риски взаимодействия. (Эколого-экономические очерки). М: Анкил, 2011. 352 с.

16. Оценка рисков и направления адаптации сельского хозяйства на Северо-западе России в условиях изменения климата / В.Н. Суровцев и [др.] // Региональная экология. 2015. № 6 (41). С. 13-21.

17. Kirilenko A.P., Sedjo R.A. Climate change impacts on forestry // PNAS. 2007. Vol. 104. № 50. P. 19697-19702.

18. Wang X.-Y., Zhao C.-Y., Jia Q.-Y. Impacts of Climate Change on Forest Ecosystems in Northeast China // Advances in Climate Change Research. 2013. Vol. 4, № 4. P. 230-241.

19. Тулохонов А.К., Пунцукова С.Д. Лесные пожары в республике Бурятия в условиях изменения климата // Общество: политика, экономика, право. 2016. № 3. С. 72-78.

20. Gaudreaua J., Pereza L., Drapeaub P. BorealFireSim: A GIS-based cellular automata model of wildfires for the boreal forest of Quebec in a climate change paradigm // Ecological Informatics. 2016. Vol. 32. P. 12-27.

21. The normal fire environment – Modeling environmental suitability for large forest wildfires using past, present, and future climate normals / R. Davis et al. // Forest Ecology and Management. 2017. Vol. 390. P. 173-186.

22. The cost of climate change: Ecosystem services and wildland fires / C. Lee et al. // Ecological Economics. 2015. Vol. 116. P. 261-269.

23. Fundamental shifts of central hardwood forests under climate change / W. Maa et al. // Ecological Modelling. 2016. Vol. 332. P. 28-41.

24. Sohngen B., Tian X. Global climate change impacts on forests and markets // Forest Policy and Economics. 2016. Vol. 72. P. 18-26.

25. From Impacts to Adaptation: Canada in a Changing Climate [Электронный ресурс] / Government of Canada. Электр. дан. URL: http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/full-complet_e.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 15.02.2017).

26. Impacts of +2°C global warming on electricity demand in Europe / A. Damm et al. // Climate Services. 2017. Vol. 7. P. 12-30.

27. Climate change and electricity consumption – Witnessing increasing or decreasing use and costs? / K. Pilli-Sihvolaa et al. // Energy Policy. 2010. Vol. 38. № 5. P. 2409-2419.

28. Порфирьев Б.Н. Изменения климата и экономика // Вестник Российской академии наук. 2011. Т. 81. № 3. С. 222-236.

29. Сергеев А.А. К вопросу оценки эколого-экономических последствий изменения климата в России // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2010. Т. 3. № 1. С. 54-58.
30. Смолина С.Г. Прогнозы воздействия изменений климата на экономику отраслей и регионов России // Вестник Международного института экономики и права. 2013. № 1 (10). С. 106-114.
31. Modelling the effects of climate change on the energy system – A case study of Norway / P. Seljom et al. // Energy Policy. 2011. Vol. 39. № 11. P. 7310-7321.
32. Смолина С.Г. Прогноз изменений морфодинамики гидросети Западной Сибири вследствие глобального потепления для оценки проблем газовой отрасли // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2009. Т. 42. С. 198-219.
33. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ). Электрон. дан. URL: http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2015/od2.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: 15.03.2017).
34. Последствия возможного потепления климата в XXI веке на севере Евразии / А.В. Кислов и [др.] // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2011. № 3. С. 3-8.
35. Смолина С.Г. Оценка перспектив развития речного транспорта России на основе прогноза изменений стока и морфодинамики гидросети вследствие глобального потепления климата // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2009. Т. 42. С. 220-237.
36. Сценарный прогноз развития северного морского пути / Н.И. Комков и [др.] // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 87-98.
37. Lonergan S., Di Francesco R., Woo M. Climate Change and Transportation in Northern Canada: An Integrated Impact Assessment // Climatic Change 1993. Vol. 24. P.331-351.

38. Climate change and the long-term viability of the World's busiest heavy haul ice road / D. Mullan et al. // Theoretical and Applied Climatology. 2017. Vol. 129. № 3-4. P. 1089-1108.
39. Sawyer D. The Economic Implications of Climate Change on Transportation Assets: An analysis framework August 2014 [Электронный ресурс] / International Institute for Sustainable Development. Электр. дан. URL: http://www.iisd.org/sites/default/files/publications/climate_change_transportation_assets.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 15.02.2017).
40. Kirkup K. Climate Change Impacting Vital Winter Roads For First Nations [Электронный ресурс]. URL: http://www.huffingtonpost.ca/2016/01/03/climate-change-affecting-vital-winter-roads-for-first-nations-leaders_n_8907798.html, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 15.02.2017).
41. Transportation & Climate Change in Manitoba – Proceedings [Электронный ресурс] / University of Manitoba. Электр. дан. URL: http://umanitoba.ca/faculties/management/ti/media/docs/climate.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 15.02.2017).
42. Taylor S., Parry J.-E. Enhancing the Resilience of Manitoba's Winter Roads System [Электронный ресурс] / International Institute for Sustainable Development. Электр. дан. URL: http://www.iisd.org/sites/default/files/publications/winter_roads.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 15.02.2017).
43. RIO TINTO. 2006 Sustainable development review [Электронный ресурс] / Universitat Autonoma de Barcelona. Электр. дан. URL: http://ddd.uab.cat/pub/infsos/44484/isRIOTINTOa2006ieng.pdf, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 10.03.2017).
44. The Arctic highway [Электронный ресурс] / Fogonazos. Электр. дан. URL: http://www.fogonazos.es/2007/04/arctic-highway.html, свободный. Загл. с экрана. Яз. англ. (дата обращения: 10.03.2017).

REFERENCES:

1. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming / J. Cook et al. // Environmental Research Letters. 2016. № 11 (44). 7 pp.

2. Quantifyingthe consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature Environ / J. Cook et al. // Environmental Research Letters. 2013. Vol. 8. № 2. 7 pp.

3. Less than 2 °C warming by 2100 unlikely / A.E. Raftery et al. // Nature Climate Change. 2017.

4. Deliusina I. The climate raged - 2, or System Earth // Troickij variant - Science. 2017. № 16. P. 1-3.

5. Gulev S.K., Kattsov V.M., Solomina O.N. Global warming continues // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2008. T. 78. № 1. C. 20-27.

6. Production and use of regional climate model projections – A Swedish perspective on building climate services / E. Kjellström et al. // Climate Services. 2016. Vol. 2–3. P. 15-29.

7. Kattsov V.M., Porfiriev B.N. Assessment of macroeconomic impacts of climate change over the territory of Russian Federation until 2030 and beyond (summary) // Proceedings of the Voeikov Main Geophysical Observatory. 2011. № 563. P. 7-59.

8. Kumar S., Yalew A. Economic Impacts of Climate Change on Secondary Activities: A Literature Review // Low Carbon Economy. 2012. Vol. 3. № 2. P. 39-48.

9. Porfiriev B.N., Makarova E.A. The Popular and Economic Implications of Natural and Man-made Disasters in the Russian Federation // Economics and Management. 2014. № 4. P. 4-15.

10. Porfiriev B.N. Economic aspects of protection of population and territories from natural hazards // Civil Protection Strategy: Problems and Research. 2011. № 1. P. 19-26.

11. Assessment and management of natural risks / A.L. Ragozina. M.: Publishing company « KRUK», 2003. 320 p.
12. Country-Specific Market Impacts of Climate Change / R. Mendelsohn et al. // Climatic Change. 2000. Vol. 45. № 3-4. P. 553-569.
13. Shkiperova G.T., Druzhinin P.V. Assessment of the impact of climate change on the economy of Russian regions // National interests: priorities and security. 2014. № 34. P. 43-50.
14. The effect of climate change on yield in agriculture / P.V. Druzhinin et al.// Drukerovskij vestnik. 2015. № 2. P. 5-19.
15. Porfiriev B.N. Nature and economy: risks of interaction. (Ecological and economic essays). M: Ankil, 2011. 352 p.
16. Risk Assessment and Directions of Agriculture Adaptation in North-West Russia in the Context of Climate Change / V.N. Surovcev et al.// Regional Ecology. 2015. № 6 (41). P. 13-21.
17. Kirilenko A.P., Sedjo R.A. Climate change impacts on forestry // PNAS. 2007. Vol. 104. № 50. P. 19697-19702.
18. Wang X.-Y., Zhao C.-Y., Jia Q.-Y. Impacts of Climate Change on Forest Ecosystems in Northeast China // Advances in Climate Change Research. 2013. Vol. 4, № 4. P. 230-241.
19. Tulohonov A.K., Puncukova S.D. Forest fires in the Republic of Buryatia in the context of climate change // Society: politics, economics, law. 2016. № 3. P. 72-78.
20. Gaudreaua J., Pereza L., Drapeaub P. BorealFireSim: A GIS-based cellular automata model of wildfires for the boreal forest of Quebec in a climate change paradigm // Ecological Informatics. 2016. Vol. 32. P. 12-27.
21. The normal fire environment – Modeling environmental suitability for large forest wildfires using past, present, and future climate normals / R. Davis et al. // Forest Ecology and Management. 2017. Vol. 390. P. 173-186.
22. The cost of climate change: Ecosystem services and wildland fires / C. Lee et al. // Ecological Economics. 2015. Vol. 116. P. 261-269.

23. Fundamental shifts of central hardwood forests under climate change / W. Maa et al. // Ecological Modelling. 2016. Vol. 332. P. 28-41.

24. Sohngen B., Tian X. Global climate change impacts on forests and markets // Forest Policy and Economics. 2016. Vol. 72. P. 18-26.

25. From Impacts to Adaptation: Canada in a Changing Climate [Electronic source] / Government of Canada. URL: http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/full-complet_e.pdf (Date of access: 15.02.2017).

26. Impacts of +2°C global warming on electricity demand in Europe / A. Damm et al. // Climate Services. 2017. Vol. 7. P. 12-30.

27. Climate change and electricity consumption – Witnessing increasing or decreasing use and costs? / K. Pilli-Sihvolaa et al. // Energy Policy. 2010. Vol. 38. № 5. P. 2409-2419.

28. Porfiriev B.N. Climate change and economy // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2011. № 3. P. 222-236.

29. Sergeev A.A. The problem of ecological and economic effects estimation of the climatic changes in Russia // Interjekspo Geo-Sibir'. 2010. № 1. P. 54-58.

30. Smolina S.G. Forecasts of a climate change impact on the economy of Russian industries and regions // Bulletin of the International Institute of Economics and Law. 2013. № 1 (10). P. 106-114.

31. Modelling the effects of climate change on the energy system – A case study of Norway / P. Seljom et al. // Energy Policy. 2011. Vol. 39. № 11. P. 7310-7321.

32. Smolina S.G. Forecast of changes in the morphodynamics of the West Siberian hydroset due to global warming for the assessment of gas industry problems // Proceedings of ISA RAS. 2009. Vol. 42. P. 198-219.

33. Roshydromet's Second Assessment Report on Climate Change and its Consequences in the Territory of the Russian Federation [Electronic source] / Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (ROSHYDROMET). URL: http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2015/od2.pdf (Date of access: 15.03.2017).

34. Effects of possible climate warming in the 21st century for northern Eurasia / A.V. Kislov et al. // MSU Vestnik. Series 5. Geography. 2011. № 3. P. 3-8.

35. Smolina S.G. Estimation of the prospects for the development of river transport in Russia on the basis of forecasting changes in runoff and hydrodynamics of the hydroset due to global warming // Proceedings of ISA RAS. 2009. Vol. 42. C. 220-237.

36. Scenario forecast of the development of the Northern Sea Route / N.I. Komkov et al. // Studies on Russian Economic Development. 2016. № 2. P. 87-98.

37. Lonergan S., Di Francesco R., Woo M. Climate Change and Transportation in Northern Canada: An Integrated Impact Assessment // Climatic Change 1993. Vol. 24. P.331-351.

38. Climate change and the long-term viability of the World's busiest heavy haul ice road / D. Mullan et al. // Theoretical and Applied Climatology. 2017. Vol. 129. № 3-4. P. 1089-1108.

39. Sawyer D. The Economic Implications of Climate Change on Transportation Assets: An analysis framework August 2014 [Electronic source] / International Institute for Sustainable Development. URL: http://www.iisd.org/sites/default/files/publications/climate_change_transportation_ assets.pdf (Date of access: 15.02.2017).

40. Kirkup K. Climate Change Impacting Vital Winter Roads For First Nations [Electronic source]. URL: http://www.huffingtonpost.ca/2016/01/03/climate-change-affecting-vital-winter-roads-for-first-nations-leaders_n_8907798.html (Date of access: 15.02.2017).

41. Transportation & Climate Change in Manitoba – Proceedings [Electronic source] / University of Manitoba. URL: http://umanitoba.ca/faculties/management/ti/media/docs/climate.pdf (Date of access: 15.02.2017).

42. Taylor S., Parry J.-E. Enhancing the Resilience of Manitoba's Winter Roads System [Electronic source] / International Institute for Sustainable Development. URL: http://www.iisd.org/sites/default/files/publications/winter_roads.pdf (Date of access: 15.02.2017).

43. RIO TINTO. 2006 Sustainable development review [Electronic source] / Universitat Autonoma de Barcelona. URL: http://ddd.uab.cat/pub/infsos/44484/isRIOTINTOa2006ieng. (Date of access: 10.03.2017).

44. The Arctic highway [Electronic source] / Fogonazos. URL: http://www.fogonazos.es/2007/04/arctic-highway.html (Date of access: 10.03.2017).