

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Окружающая среда, здоровье и изменение климата: опыт Европейского союза

Материалы научно-практического семинара
25 ноября 2019 г.

Environment, Health and Climate Change: Experience of the European Union

Proceedings of the Research and Practical Seminar
November 25, 2019



Нижневартовск, Россия 2019

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный университет»
Факультет экологии и инжиниринга*

Окружающая среда, здоровье и изменение климата: опыт Европейского союза

Материалы научно-практического семинара
25 ноября 2019 г.



Environment, Health and Climate Change: Experience of the European Union

Proceedings of the Research and Practical Seminar
November 25, 2019

Нижегородск, Россия 2020



УДК 504
ББК 74.58
О-49

О-49 Окружающая среда, здоровье и изменение климата: опыт Европейского союза: материалы научно-практического семинара (25 ноября 2019 г.). Нижневартковск: Наука и практика, 2020. 68 с. ISBN 978-5-6040185-2-1

В сборнике представлены статьи, по материалам которых были подготовлены доклады на научно-практическом семинаре «Окружающая среда, здоровье и изменение климата: опыт Европейского союза». Организатор семинара: кафедра экологии, Нижневартковский государственный университет.

В семинаре приняли участие преподаватели Нижневартковского государственного университета, специалисты в области экологии и природопользования, представители профессионального сообщества г. Нижневартковска, бакалавры, магистранты и аспиранты направлений подготовки «Биология», «Экология и природопользование», «Образование в области безопасности жизнедеятельности», «Природообустройство и водопользование», «Землеустройство и кадастры» Нижневартковского государственного университета.

Материалы сборника могут представлять интерес для биологов, экологов, специалистов в области экологии и природопользования, а также для широкого круга читателей, интересующихся проблемами охраны окружающей среды и изменения климата.

Сборник семинара публикуется при финансовой поддержке Европейской Комиссии в рамках проекта Jean Monnet Module «Окружающая среда, здоровье и изменение климата. Адаптация к последствиям: опыт Европейского союза». Проект №600178-EPP-1-2018-1-RU-EPPJMO-MODULE.

Содержание данного материала отражает мнение авторов, Европейская Комиссия не несет ответственности за использование содержащейся в нем информации.

<https://www.konferenc.com/pcps2020>

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 378
ББК 74.58

Ответственный редактор: канд. биол. наук, И. А. Погонышева

Рецензенты: Солдатов С. Ю., канд. техн. наук, Научно-исследовательский институт проблем хранения (Россия, Москва), Алиев З. Г., д-р с.-х. наук, Институт эрозии и орошения НАНА (Азербайджан, г. Баку)

Издается по решению кафедры экологии Нижневартковского государственного университета

ISBN 978-5-6040185-2-1



9 785604 018521

©ИЦ «Наука и практика»,
Нижневартковск, 2020

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPPJMO-MODULE/CLIMEU



UDC 504
BBK 74.58
O-49

O-49 Environment, Health and Climate Change: Experience of the European Union. Proceedings of the Research and Practical Seminar November 25, 2019. Nizhnevartovsk. 2020. 68 p. ISBN 978-5-6040185-2-1

This collection includes papers and materials used for reports at the Research and Practical Seminar “Environment, Health and Climate Change: European Union Experience”, organized by the Department for Ecology of Nizhnevartovsk State University.

The seminar was attended by members of NVSU teaching staff, ecology and environmental management experts, representatives of the local professional community, NVSU bachelor, master and graduate students majoring in Biology, Ecology and Environmental Management, Education in Life Safety, Environmental Engineering and Water Use, Land Management and Cadastres.

The collection may be of interest to biologists, ecologists, experts in ecology and environmental management, as well as to a wide range of readers interested in environmental protection and climate change.

The collection of seminar proceedings is co-financed by the European Commission within the framework of Jean Monnet Module project “Environment, Health and Climate Change. Adaptation to the consequences: European Union experience”. Project No. 600178-EPP-1-2018-1-EN-EPPJMO-MODULE.

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

<https://www.konferenc.com/pcps2020>

License type supported CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

UDC 378
BBK 74.58

Responsible editor: Ph.D., I. A. Pogonysheva

Soldatova S., Ph.D., Federal State Government Financed Institution Scientific Research Institute of Storage Problems Federal Agency of State Reserves (Russia, Moscow); Aliyev Z., Ph.D., Institute of Erosion and Irrigation of ANAS (Azerbaijan, Baku)

ISBN 978-5-6040185-2-1



9 785604 018521

©ИЦ «Наука и практика»,
Нижневартговск, 2020

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPPJMO-MODULE/CLIMEU



СОДЕРЖАНИЕ

1.	<i>Кузнецова Э. А.</i> История изучения климатологии.....	7-14
2.	<i>Погоньшева И. А., Врабий Э. В.</i> Актуальные проблемы изменения климата в странах Европейского Союза и в России (обзор литературы)	15-24
3.	<i>Диденко И.Н., Диденко Н.А.</i> Влияние климата на трансформацию северных экосистем (на примере Восточной части России и Западной Сибири)	25-32
4.	<i>Кузнецова В.П.</i> Анализ воздействия погодно-климатических рисков на территории стран Европейского региона и Российской Федерации.....	33-43
5.	<i>Луняк И.И.</i> Изменение климата: влияние на здоровье человека.....	44-59
6.	<i>Соколов С.Н.</i> Показатели континентальности климата Испании.....	50-61
7.	<i>Семочкина М.А.</i> Альгоиндикационные признаки потепления климата в ХМАО-Югре.....	62-67



CONTENTS

1.	<i>Kuznetsova E.A.</i> History of climatology studies.....	7-14
2.	<i>Pogonysheva I.A., Vrabiya E.V.</i> Topical issues of climate change in the EU countries and Russia (review literature)	15-24
3.	<i>Didenko I.N., Didenko N.A.</i> Climate impact on transformation of northern Ecosystems (exemplified by the Eastern part of Russia and Western Siberia)	25-32
4.	<i>Kuznetsova V.P.</i> Impact of weather-climate risks on the territory of the European Countries and Russia.....	33-43
5.	<i>Lunyak I.I.</i> Climate change: impact on human health.....	44-59
6.	<i>Sokolov S.N.</i> Climate continental indicators in Spain.....	50-61
7.	<i>Semochkina M.A.</i> Climate alarm indicating signs in Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra..	62-67



УДК 910.3

<https://doi.org/10.33619/pcps2020/01>

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КЛИМАТОЛОГИИ

HISTORY OF CLIMATOLOGY STUDIES

©Кузнецова Э. А.

<https://orcid.org/0000-0002-6248-9118>

канд. геогр. наук,

Нижегородский государственный
университет

г. Нижегородск, Россия

©Kuznetsova E. A.

<https://orcid.org/0000-0002-6248-9118>

Ph.D.,

Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia

Аннотация. В статье рассмотрена история становления климатологии как науки, начиная с первых описаний в доисторический период и заканчивая современными исследованиями. Климатология, как и другие науки, прошла этапы своего становления, зарождаясь среди философского понимания мира в античности, она постепенно накопила факты, совершенствовала методы изучения своего объекта — климата и сформировалась в самостоятельную науку.

Abstract. This paper discusses the history of climatology as a science, from the first prehistoric descriptions to modern studies. Climatology, like other sciences, went through certain development stages, arising among the philosophical understanding of the world in antiquity, gradually accumulating facts, improving research methods to study climate, and eventually turned into an independent science.

Ключевые слова: климат; история климатологии; климатологические исследования; климатические проблемы.

Key words: climate; climatology history; climatological studies; climate problems.

Наука — это мысль, а история науки - это движение мысли. Любая наука как форма общественного сознания проходит сложный путь развития от описательного этапа (сбора, накопления и классификации данных об объектах исследования) до этапа теоретического и методологического осмысления. Развитие науки теснейшим образом связано также с запросами практической деятельности человека, которые не остаются постоянными в различные эпохи.

Климатология входит в систему географических наук, поскольку климат является одной из географических характеристик местности, но климатообразующие процессы имеют геофизическую природу; поэтому климатология опирается на выводы геофизической науки — метеорологии, в составе которой она возникла и с которой остаётся тесно связанной.

Климатология — это наука о климате, его типах, обусловленности, распределении по земной поверхности и изменениях во времени. Наблюдение за погодой, изучение способов воздействия на климат началось еще на самой ранней ступени цивилизации и продолжается в наше время. Главной целью климатических исследований являлось изучение степени



воздействия климата на человека и на все стороны его деятельности. Климатические условия территории проживания, метеозлементы погоды непосредственно или косвенно влияют на все аспекты жизни населения [1].

Климат не только является важным условием жизни и деятельности человека, но также выступает одним из важнейших природных ресурсов. Ресурсы климата используются в различных отраслях производственной и непроизводственной сфер, таких как промышленное и гражданское строительство, энергетика, сельское хозяйство и транспорт, здравоохранение и туризм [2].

На первых этапах развития науки в Древнем мире первые климатологические сведения о природе зарождались внутри философии. Идеи о тепловых поясах, соотношении суши и моря зарождались в физико-географическом или общеземлеведческом направлении, связанного с попыткой объяснения описываемых природных явлений.

Первый свод знаний об атмосферных явлениях был составлен Аристотелем, взгляды которого затем долго определяли представления об атмосфере. В своей знаменитой работе «Метеорология» (350 г. до н.э.), он дает описание основных сфер, используя все накопленные знания. Его «Метеорология» - первый опыт общеземлеведческого описания, где говорится о взаимосвязи атмосферы и океана, круговороте воды в природе, непостоянстве размеров суши и моря.

Термин «климат» был введен в научную литературу древнегреческим астрономом Гиппархом из Никеи во II в. до н.э. Дословно этот термин означает «наклон», «наклонение» от греческого слова «климатос». Следовательно, античные ученые хорошо себе представляли, что от наклона солнечных лучей зависели физико-географические условия на земной поверхности. Античная научная мысль создала предпосылки на многие столетия вперед для развития, изучения и осмысления климата и его зональности.

В средние века регистрировались наиболее выдающиеся атмосферные явления, такие, как катастрофические засухи, исключительно холодные зимы, дожди и наводнения, ранние снегопады, бури и грозы. Широкое распространение в средние века имели календари погоды. Такими были «Книга природы» (1340 г.) Конрада фон Мегенберга, «Правила пастуха из Бэнбери».

В эпоху великих географических открытий (XV и XVI вв.) появляются климатические описания открываемых стран, например «О разнообразии мира» Марко Поло (1271-1295 гг.), «Хождение за три моря» (1466-1472 гг.) Афанасия Никитина, и люди убедились, что даже в одних и тех же широтах климат может быть разным.

Обобщающих географических работ, объясняющих многие природные явления (пояса штилей, пассатов, муссонов, морские течения), которые уже стали известны путешественникам, не было. Никто не пытался свести в единую систему вновь полученные сведения. Правильному истолкованию явлений мешали религиозные догмы. И климатология как наука тогда еще не могла сформироваться, так как имевшийся разрозненный материал не мог служить основой для научных обобщений и удовлетворения практических запросов.

Современная научная климатология ведет начало с XVII в, когда были заложены основы физики, частью которой на первых порах являлась метеорология. Галилеем и его учениками были изобретены термометр, барометр, дождемер, появилась возможность инструментальных наблюдений. Начиная со второй половины XVII в, академия экспериментирования в Тоскане организовала первую немногочисленную сеть



инструментальных наблюдений. В это же время появились первые метеорологические теории. Э. Галлей дал первое объяснение муссонов, а Э. Гадлей опубликовал трактат о пассатах. Б. Варениус в своей «Географии» (1650 г), рассматривая отдельные сферы, выдвигает различные классификационные и динамичные подходы.

Во второй половине XVIII века по частной инициативе было организовано Маннгеймское метеорологическое общество, которое создало в Европе на добровольной основе сеть из 39 метеорологических станций. К середине XVIII столетия М. В. Ломоносов уже считал метеорологию самостоятельной наукой со своими методами и задачами, из которых главной, по его мнению, было «предзнание погод», он создал первую теорию атмосферного электричества, построил метеорологические приборы, высказал ряд важных соображений о климате и о возможности научного предсказания погоды [3].

В целом XVIII век был веком крупнейших географических открытий, которые оказали большое влияние на развитие климатологии, так как дали большой материал для изучения климата.

В начале XIX века трудами А. Гумбольдта и Г. Д. Дове в Германии закладываются основы климатологии. В 1808 г. Гумбольдт издал научно-популярную книгу «Картины природы», где обосновал идеи широтной зональности и высотной поясности природы земного шара. В 1820 г. Г. В. Брандесу в Германии пришлось в голову нанести на географические карты наблюдения Маннгеймской сети станций. Таким образом, появились первые синоптические карты, позволившие обнаружить области высокого и низкого давления. К середине XIX в относится организация первых метеорологических институтов, в том числе Главной физической (ныне геофизической) обсерватории в Петербурге (1849).

Во второй половине XIX столетия были заложены основы динамической метеорологии, т.е. применения законов гидромеханики и термодинамики к исследованиям атмосферных процессов. Большой вклад в эту область метеорологии был сделан Кориолисом и Пуассоном во Франции, В. Феррелем в США, Г. Гельмгольцем в Германии, Г. Моном и К. Гульдбергом в Норвегии. В это же время исследование климата в тесной связи с общей географической обстановкой было сильно продвинуто трудами великого русского географа и климатолога А. И. Воейкова [4].

XIX век характеризуется становлением климатологии как науки. Было положено начало разработок некоторых концептуальных положений современной методологии и теории климатологии (построение первых климатических карт, установления важнейших закономерностей — широтной зональности и высотной поясности, сравнительный метод в региональных описаниях, метод изотерм, синоптический метод, становление первой сети метеостанций).

XX век ознаменовался быстрым ростом глобальной сети метеорологических наблюдений. К середине XX века в ряде стран появились фундаментальные справочные издания по климату, в том числе климатические атласы материков, стран, океанов. В рамках международного сотрудничества с 1971 г. издаётся мировой климатический атлас. Появились и крупные монографические обобщения обширного климатологического материала: многотомное немецкое «Руководство по климатологии», издававшееся в 1930–39 гг., в 1969 г. — многотомный «Мировой климатологический обзор», а в СССР серия монографий «Климат СССР».



В СССР, США, Норвегии и других странах появились новые, углубленные подходы к климатологическим исследованиям. Особенно большой вклад в разработку проблем климатологии в СССР внесен трудами А. А. Каминского [5], Л. С. Берга [6], Е. С. Рубинштейн [7], Б. П. Алисова [8], акад. А. А. Григорьева [9], М. И. Будыко [10], О. А. Дроздова [11]. Под руководством М. М. Сомова [12], акад. А. Ф. Трешникова [13], Е. Н. Толстикова [14] проведены обширные исследования климата Арктики и Антарктиды. В СССР главным образом развивалась и климатология комплексная. В области физической климатологии в середине XX века оформилось представление о тепловом балансе земной поверхности атмосферы как о физической основе климата.

С середины 80-х годов все чаще в научных журналах встречаются статьи, связанные с проблемами потепления климата. Эта тема рассматривается и на международных конференциях: конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро 3-14 июня 1992 г), где была представлена и открыта для подписания конвенция об изменении климата; конференция «Малая ледниковая эпоха и средневековый теплый период» (март 2000 г., Палисейдс, США), где ведущие климатологи мира обсуждали естественные колебания климата, предшествовавшие глобальному потеплению в XX в; Всемирная конференция по изменению климата (29.09-3.10.2003, Москва), где обсуждались природные и антропогенные компоненты изменения климата, характер, масштабы и перспективы воздействий на климат, возможные меры по адаптации мирового сообщества, экономики и экосистем к наблюдаемым и ожидаемым изменениям климата.

В XX веке появляются, а в XXI веке продолжают развиваться новые направления климатологии: аэрологические исследования, антропогенное влияние на процессы изменения климата, микроклиматология (работы Р. Гайгера в Германии, С.А. Сапожниковой, И.А. Гольцберг в СССР), комплексная климатология, палеоклиматология, комплексные обобщения у К. Брукса (Великобритания), физическая климатология, динамическая климатология, агроклиматология, отрасли прикладной климатологии, такие, как авиационная, медицинская, строительная и другие прикладные климатологические дисциплины, современное потепление климата, решается задача прогноза климата на ближайшие десятилетия и столетия [14-17].

Огромное значение приобретают проблемы загрязнения атмосферы — работы Е. К. Федорова и Ю. А. Израэля [18-20].

В XX веке создаются Гидрометеорологическая служба, усилиями климатологов всего мира — Всемирная метеорологическая организация (ВМО).

Член-корреспондент Академии наук А. С. Монин и доктор географических наук Ю. А. Шишков так оценили состояние науки в XX веке: «В настоящее время климатологи лишь спорят друг с другом о том, например, чем было вызвано климатическое потепление первой половины XX столетия; происходило ли в 70-х годах резкое потепление или, наоборот, климатическое похолодание [21, 22]. Это неудивительно, поскольку климатология лишь в середине XX века начала переходить от стадии описания к стадии объяснения» [2].

Климат, как и тысячи лет назад оказывает на человека свое влияние. Климатология, как и другие науки, прошла этапы своего становления, зарождаясь среди философского понимания мира в античности, она постепенно накопила факты, совершенствовала методы изучения своего объекта — климата и сформировалась в самостоятельную науку. Ее объект — климат — настолько неоднороден и изменчив, что до сих пор вопрос о точном прогнозе

климата на ближайший день или пять лет является трудной задачей, которую климатологии еще предстоит решить.

Климатология испытала наибольший эффект экологизации и методического перевооружения. Появляются новые методы исследования, например, геоинформационные системы, которые обеспечивают пространственную привязку данных, позволяют создавать цифровые карты распределения для одного или нескольких параметров, отражают динамику процессов [23]. Большое внимание сегодня уделяется воздействию человека на климат: проблемы кислотных дождей, ядерной зимы, чернобыльской катастрофы, влияние города на климат и т.д. Одной из первых эта наука стала изучать проблемы глобальных изменений окружающей среды. Появляются новые нормативно-правовые документы, посвященные изменению климата, например, с 1 января 2020 год в России будет введен национальный стандарт Российской Федерации по адаптации к климатическим изменениям ГОСТ Р ИСО 14090-2019 «Адаптация к изменениям климата. Принципы, требования и руководящие указания» [24].

Сегодня климатология тесно связана с другими науками. Она становится объектом сотрудничества геологии и географии, палеонтологии и биологии, археологии и истории, математики, медицины и экологии мирового масштаба. Этот синтез является взаимовыгодным. Его цель - изучить степень влияния климата на человека и на все стороны его деятельности.

Развитие человечества выдвигает перед климатологией все новые глобальные климатические проблемы, требующие коллективных усилий климатологов всех стран. В странах Евросоюза действуют программы повышения информирования общественности об изменении климата и здоровья населения. Расширяется спектр научных исследований по теме «Изменения климата и здоровье населения для Европейского экономического пространства» [25, 26].

Подводя итоги симпозиума «Новые перспективы в моделировании климата» [6] его руководители Андре Бергер и Катрин Николос приходят к выводу: «Ясно из докладов и дискуссий, что мы еще в самом начале понимания климата и что наиболее впечатляющие исследования - впереди».

Литература

1. Чиглинцев В. М., Кузнецова Э. А., Коломоец В. В. Влияние климатогеографических условий проживания населения ХМАО-Югры на здоровье молодого поколения // Межкультурный диалог и сотрудничество ЕС и России: опыт реализации проектов Жан Монне в Нижневарттовском государственном университете: материалы международной научно-практической конференции. Нижневарттовск: Нижневарттовский государственный университет, 2019. С. 60-66.
2. Кузнецова Э. А., Соколов С. Н. Гидрология, метеорология и климатология: климатические расчеты. Нижневарттовск: НВГУ, 2019. 86 с.
3. Богучарсков В. Т. История географии. М.: МарТ, Ростов н/Д: МарТ, 2004. С. 104-105.
4. Воейков А. И. О некоторых условиях распределения тепла в океанах и их отношениях к термостатике земного шара // Известия Императорского русского географического общества, 1883; СПб.



5. Каминский А. А. Климат и погода в равнинной местности. Климат Воронежской губернии, ч. 1, Л.-М., 1925.
6. Берг Л. С. Климат и жизнь. М. 196 с.
7. Рубинштейн Е. С. Курс климатологии. Л.-М., 1940
8. Алисов Б. П. Климат СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1956. 127 с.
9. Григорьев А. А. Типы географической среды. Избранные теоретические работы. М.: Мысль, 1970. 468 с.
10. Будыко М. И. Географическая оболочка и жизнь // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1984. №2. С. 13-23.
11. Дроздов А. В. Физико-географические процессы и структура географической оболочки: взгляды А. А. Григорьева и их развитие в наше время // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1989. №3. С. 51-57.
12. Сомов М. М. О путях развития ледовых прогнозов // Проблемы Арктики. 1940. №1. С. 13-18.
13. Трешников А.Ф., Баранов Г.И. Структура циркуляции вод Арктического бассейна. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 158 с.
14. Толстиков Е. И. На полюсах Антарктиды. Л.: Гидрометеиздат. 1980. 160 с.
15. Гейгер Р. Климат приземного слоя воздуха. М. 1931. 182 с.
16. Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. Л. 1950. 242 с.
17. Гольцберг И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. Л.: Гидрометеиздат. 1961. 198 с.
18. Федоров В. М. Инсоляция Земли и современные изменения климата. М.: Физматлит, 2017. 232 с.
19. Федоров В. М. Политика в области климата и вопросы национальной безопасности Российской Федерации // Политика и Общество. 2017. №12. <https://doi.org/10.7256/2454-0684.2017.12.24888>
20. Израэль Ю. А., Борзенкова И. И., Будыко М. И., Бютнер Э. К. и др. Антропогенные изменения климата. Л.: Гидрометеиздат. 1987. 405 с.
21. Монин А. С., Полубаринова-Кочина П. Я., Хлебников В. И. Космология. Гидродинамика. Турбулентность: А. А. Фридман и развитие его научного наследия. М.: Наука. 1989. 328 с.
22. Круглый стол, посвященный памяти Ю. В. Поросенкова (2; 2016; Воронеж) //Материалы 2-го Круглого стола, посвященного памяти доктора географических наук, профессора Юрия Васильевича Поросенкова. Воронеж: Научная книга, 2016. 204 с.
23. Кузнецова Э. А., Кузнецова В. П. Применение метода геоинформационного картографирования в изучении чрезвычайных ситуаций // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. Ч. III. С. 18-21.
24. Информационный бюллетень «Изменение климата». URL: <https://clck.ru/Lx5Vm> (дата обращения: 25.11.2019)
25. Кузнецова В. П., Погонишева И. А. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 5-12.

26. Погоньшева И. А., Кузнецова В. П., Погоньшев Д. А., Луняк И. И. Европейские исследования в рамках влияния изменения климата на здоровье человека и окружающую среду // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: материалы научно-практического семинара. 2018. С. 26-32.

References

1. Chiglintsev V. M., Kuznetsova E. A., Kolomoets V. V. Vliyanie klimatogeograficheskikh uslovii prozhivaniya naseleniya KhMAO-Yugry na zdorov'e mladogo pokoleniya // Mezhdunarodnyy dialog i sotrudnichestvo ES i Rossii: opyt realizatsii proektov Zhan Monne v Nizhnevartovskom gosudarstvennom universitete: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Nizhnevartovsk: Nizhnevartovskii gosudarstvennyi universitet, 2019. P. 60-66.
2. Kuznetsova E. A., Sokolov S. N. Hidrologiya, meteorologiya i klimatologiya: klimaticheskie raschety. Nizhnevartovsk: NVGU, 2019. 86 pp.
3. Bogucharskov V. T. Istoriya geografii. M.: MarT, Rostov n/D: MarT, 2004. P. 104-105.
4. Voeikov A. I. O nekotorykh usloviyakh raspredeleniya tepla v okeanakh i ikh otnosheniyakh k termostatike zemnogo shara // Izvestiya Imperatorskogo russkogo geograficheskogo obshchestva, 1883; SPb.
5. Kaminskii A. A. Klimat i pogoda v ravninnoi mestnosti. Klimat Voronezhskoi gubernii, ch. 1, L.-M., 1925.
6. Berg L. S. Klimat i zhizn'. M. 196 pp.
7. Rubinshtein E. S. Kurs klimatologii. L.-M., 1940
8. Alisov B. P. Klimat SSSR. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1956. 127 pp.
9. Grigor'ev A. A. Tipy geograficheskoi sredy. Izbrannye teoreticheskie raboty. M.: Mysl', 1970. 468 pp.
10. Budyko M. I. Geograficheskaya obolochka i zhizn' // Izv. AN SSSR. Ser. geogr. 1984. No2. P. 13-23.
11. Drozdov A. V. Fiziko-geograficheskie protsessy i struktura geograficheskoi obolochki: vzglyady A. A. Grigor'eva i ikh razvitiye v nashe vremya // Izv. AN SSSR. Ser. geogr. 1989. No3. P. 51-57.
12. Somov M. M. O putyakh razvitiya ledovykh prognozov // Problemy Arktiki. 1940. No1. P. 13-18.
13. Treshnikov A.F., Baranov G.I. Struktura tsirkulyatsii vod Arkticheskogo basseina. L.: Gidrometeoizdat, 1972. 158 pp.
14. Tolstikov E. I. Na polyusakh Antarktidy. L.: Gidrometeoizdat. 1980. 160 pp.
15. Geiger R. Klimat prizemnogo sloya vozdukha. M. 1931. 182 pp.
16. Sapozhnikova S. A. Mikroklimat i mestnyi klimat. L. 1950. 242 pp.
17. Gol'tsberg I. A. Agroklimaticheskaya kharakteristika zamorozkov v SSSR i metody bor'by s nimi. L.: Gidrometeoizdat. 1961. 198 pp.
18. Fedorov V. M. Insolyatsiya Zemli i sovremennye izmeneniya klimata. M.: Fizmatlit, 2017. 232 pp.
19. Fedorov V. M. Politika v oblasti klimata i voprosy natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii // Politika i Obshchestvo. 2017. No12. <https://doi.org/10.7256/2454-0684.2017.12.24888>



20. Izrael' Yu. A., Borzenkova I. I., Budyko M. I., Byutner E. K. i dr. Antropogennye izmeneniya klimata. L.: Gidrometeoizdat. 1987. 405 pp.

21. Monin A. S., Polubarinova-Kochina P. Ya., Khlebnikov V. I. Kosmologiya. Gidrodinamika. Turbulentnost': A. A. Fridman i razvitie ego nauchnogo naslediya. M.: Nauka. 1989. 328 pp.

22. Kruglyi stol, posvyashchennyi pamyati Yu. V. Porosenkova (2; 2016; Voronezh) // Materialy 2-go Kruglogo stola, posvyashchennogo pamyati doktora geograficheskikh nauk, professora Yuriya Vasil'evicha Porosenkova. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2016. 204 pp.

23. Kuznetsova E. A., Kuznetsova V. P. Primenenie metoda geoinformatsionnogo kartografirovaniya v izuchenii chrezvychainykh situatsii // Kul'tura, nauka, obrazovanie: problemy i perspektivy: materialy III Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevart. gos. un-ta, 2014. Ch. III. P. 18-21.

24. Informatsionnyi byulleten' "Izmenenie klimata". URL: <https://clck.ru/Lx5Bm> (25.11.2019)

25. Kuznetsova V. P., Pogonysheva I. A. Izmenenie klimata i ego vliyanie na zdorov'e naseleniya, realizatsiya profilakticheskikh programm v Evrope // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 5-12.

26. Pogonysheva I. A., Kuznetsova V. P., Pogonyshch D. A., Lunyak I. I. Evropeiskie issledovaniya v ramkakh vliyaniya izmeneniya klimata na zdorov'e cheloveka i okruzhayushchuyu sredu // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 26-32.

УДК 551.583

<https://doi.org/10.33619/pcps2020/02>**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
В СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА
И В РОССИИ
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)****TOPICAL ISSUES
OF CLIMATE CHANGE
IN THE EU COUNTRIES
AND RUSSIA
(REVIEW LITERATURE)**©*Погоньшева И. А.*<https://orcid.org/0000-0002-5759-0270>

канд. биол. наук

*Нижевартовский государственный
университет**г. Нижевартовск, Россия*©*Врабий Э. В.**Нижевартовский государственный
университет**г. Нижевартовск, Россия*©*Pogonysheva I. A.*<https://orcid.org/0000-0002-5759-0270>

Ph.D.,

*Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia*©*Vrabyi E. V.**Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia*

Аннотация. Согласно многочисленным публикациям, экстремальные гидрометеорологические явления, которые участились в последнее десятилетие, обычно связывают с «глобальным потеплением», основной причиной называют антропогенные факторы, хотя существует и другое мнение ученых, которые связывают наблюдаемые климатические изменения с закономерными циклическими колебаниями циркуляции атмосферы Земли. Современное изменение климата является актуальной проблемой, в странах Европы уже ощущаются последствия этого процесса: погода становится более неустойчивой, чаще регистрируются «волны жары и холода», изменяется гидрологический режим, учащаются экстремальные метеорологические события. В Европейском союзе разработаны и реализуются варианты адаптации с целью снижения рисков для природных и управляемых экосистем и рисков для здоровья населения. Реализуется переход к низкоуглеродной экономике, что является ключевым звеном комплексной политики Евросоюза в области изменения климата и энергетики.

Abstract. According to numerous scientific publications, frequent extreme hydrometeorological phenomena occurring recently are usually associated with global warming caused mainly by anthropogenic factors. However, some researchers associate the observed climate changes with the regular cyclic fluctuations in the circulation of the Earth's atmosphere. Modern climate change is an urgent problem. The EU countries are already experiencing the consequences of climate change: the weather is becoming more unstable, with often "waves of heat and cold", changes in hydrological regime, and frequent extreme weather events. The EU countries have developed and are implementing adaptation measures to reduce the risks to natural and managed ecosystems and public health. A transition to a low-carbon economy is underway, which is a key link in the EU's comprehensive climate change and energy policy.



Ключевые слова: изменение климата; Россия; Европейский союз; парниковые газы; «глобальное потепление», экстремальные гидрометеорологические явления; адаптация к изменению климата.

Key words: climate change; Russia; European Union; greenhouse gases; global warming, extreme hydrometeorological phenomena; adaptation to climate change.

Среди значимых экологических проблем в настоящее время доминируют проблемы, связанные с увеличением среднегодовой температуры воздуха на Земле, сокращением ледяного покрова в районах Арктики, которые являются индикаторами глобального изменения климата. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере ни у кого не вызывает сомнений, объясняется это не только сжиганием углеводородного топлива, но и значительным снижением биоразнообразия, загрязнением океана и изменением температуры его поверхностного слоя. Согласно многочисленным публикациям, аномальные гидрометеорологические явления, которые участились в последнее десятилетие, обычно связывают с «глобальным потеплением», которое вызвано антропогенными факторами и обусловлено выбросами в атмосферу парниковых газов, в основном CO₂ [3, 11, 14, 16], хотя существует и другое мнение ученых, которые связывают наблюдаемые изменения метеоэлементов погоды с естественными факторами, с циклическими колебаниями циркуляции атмосферы Земли [2, 10]. Спорным является и вопрос масштаба наблюдающегося потепления климата. По данным В. Н. Воробьева с соавторами отмеченные явления не имеют глобального масштаба [2].

Палеоклиматология, исследует климат прошлого, фиксирует колебания климата в различных регионах Земли в исторической ретроспективе и отмечает, что изменения климата возникали периодически, были обусловлены естественными причинами (эволюцией планеты, астрономическими, геофизическими факторами, процессами взаимодействия океана и атмосферы), не связанными с антропогенными факторами [2, 4, 23]. Этапы потепления/похолодания сопровождали большую часть эволюции Земли. Данные палеоклиматических исследований, например результаты прямых измерений в течение последних 250 лет, косвенные данные, полученные по скорости роста древесной растительности, по особенностям флоры (споры, пыльца, семена), наглядно демонстрируют, что текущее изменение температуры не является чем-то уникальным в историческом развитии. Наблюдался средневековый «максимум», когда Гренландию называли «зеленой землей», ледниковые периоды сменяли периоды потепления. Таким образом, цикличность палеоклиматических трендов - естественных изменений климата является доказанным фактом. Палеоклиматологи считают, что антропогенное химическое воздействие на атмосферу в геологическом масштабе времени - краткосрочное явление. Со временем процессы должны стабилизироваться, так как в долгосрочном плане все определяется естественными причинами [7].

Несмотря на различие во взглядах на причины изменения климата, большинство ученых и эксперты МГЭИК отмечают увеличение концентрации углекислого газа в атмосферном воздухе, и сходятся во мнении, что при сохранении современных темпов роста через 30-50 лет следует ожидать увеличения CO₂ в атмосфере примерно в два раза (рис. 1).

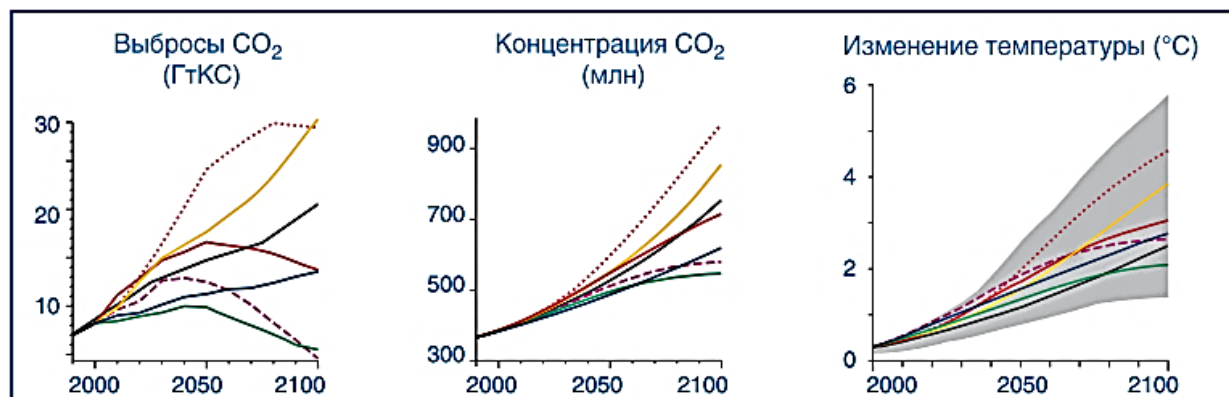


Рис. 1. Прогноз выбросов CO₂ и роста температуры в XXI веке [13, 24, 25]

Предсказывается «антропогенный возврат во времена динозавров», когда было примерно на 7°C теплее, чем в настоящее время. В публикациях рассматриваются следующие современные климатические изменения: увеличение повторяемости и интенсивности экстремальных гидрометеорологических явлений, волн жары и холода, увеличение средней температуры атмосферы и океана, поднятие уровня моря, сокращение площади морского льда в Арктике и весеннего снежного покрова в Северном полушарии [1, 5-7, 20, 21, 24].

Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Организация ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) в 1988 г. инициировали создание межправительственной группы экспертов по проблемам, связанным с изменением климата (МГЭИК), в которую вошли известные специалисты в области климатологии, экологии, химии, физики. МГЭИК не проводит собственных научных исследований. Деятельность этой организации состоит в подготовке научных обзоров проблемы изменения климата на основе научных публикаций, результатом анализа которых является оценочный доклад. Доклад готовят эксперты, кандидатуры которых выдвигает международное научное сообщество через национальных представителей МГЭИК в различных странах [8].

В IV и V докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата, подтверждается факт неуклонного потепления климата практически во всем мире [19, 24, 25].

В специальном докладе МГЭИК о последствиях глобального изменения климата отмечено, что деятельность человека является причиной глобального потепления примерно на 1,0°C выше доиндустриальных уровней (период 1850-1900 гг.) с вероятным диапазоном от 0,8°C до 1,2°C. По прогнозам экспертов глобальное потепление достигнет 1,5°C в период между 2030 и 2052 годами, если температура продолжит повышаться сегодняшними темпами (указывается высокая степень достоверности) (рис. 2). Потепление в результате антропогенных выбросов от доиндустриального периода до настоящего времени не будет прекращаться в течение срока от сотен до тысяч лет и продолжит быть причиной дальнейших долгосрочных изменений в климатической системе, таких как повышение уровня моря и связанные с этим воздействия (высокая степень достоверности), но маловероятно, что только эти выбросы станут причиной глобального потепления на 1,5°C (средняя степень достоверности).

По прогнозам экспертов МГЭИК на суше воздействия на биоразнообразие и экосистемы, включая исчезновение и вымирание видов, будут менее масштабными при глобальном потеплении на 1,5°C по сравнению с потеплением на 2°C. Как ожидается, ограничение глобального потепления 1,5°C по сравнению с потеплением на 2°C снизит воздействия на наземные, пресноводные и прибрежные экосистемы и сохранит больше возможностей для получения выгоды от их использования людьми (высокая степень достоверности). Связанные с климатом риски для здоровья, продовольственной безопасности, обеспечения водой, безопасности человека и экономического роста, как ожидается, возрастут при глобальном потеплении на 1,5°C и еще больше при потеплении на 2°C (рис. 2) [13, 25].

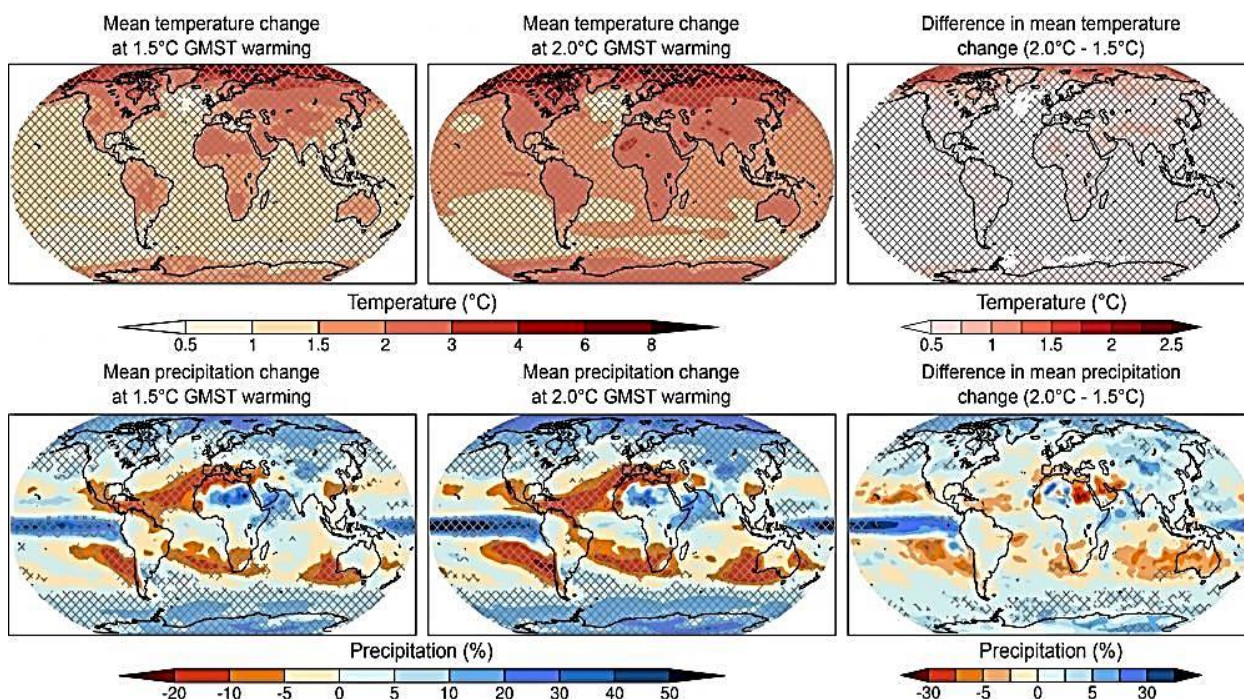


Рис. 2. Прогнозируемые изменения средней температуры (вверху) и среднего количества осадков (внизу) при 1,5°C (слева) и 2°C (в середине) по сравнению с доиндустриальным периодом (1861-1880 гг.), отличия между 1,5°C и 2°C «глобального потепления» отмечены справа [13, 25]

Эти риски зависят от величины и темпов потепления, географического положения, уровней развития и уязвимости, а также от выборов вариантов адаптации и смягчения воздействий (высокая степень достоверности) (рис. 3).

Согласно публикациям Всемирной метеорологической организации (ВМО), видимые индикаторы изменения климата, такие как повышение уровня моря, таяние льдов и экстремальные гидрометеорологические явления усилились в период с 2015 г по 2019 г. Данные о состоянии глобального климата, охватывающие период до июля 2019 г, входят в обобщающий доклад ВМО о состоянии глобального климата в 2015-2019 годах. В докладе отмечено, что в период с 2015 г по 2019 г наблюдался постоянный рост уровней диоксида углерода и других основных парниковых газов в атмосфере, причем темпы роста уровней CO₂ примерно на 20% превышают темпы роста в предыдущие пять лет. За пятилетний период с мая 2014 г по 2019 г темпы повышения среднего глобального уровня моря

составили 5 мм в год по сравнению с 4 мм в год за десятилетний период 2007-2016 гг. Это значительно быстрее, чем средние темпы роста с 1993 г, составлявшие 3,2 мм/год. Отмечено сокращение площади морского льда в Арктике. В период с 2015 г по 2018 г средний сентябрьский (летний) минимум протяженности морского льда в Арктике был значительно ниже среднего за период 1981-2010 гг., так же как и средняя протяженность морского льда зимой. Фиксируются потери ледяного щита Гренландии. Отмечается увеличение уровня закисления океана на 26% [25].

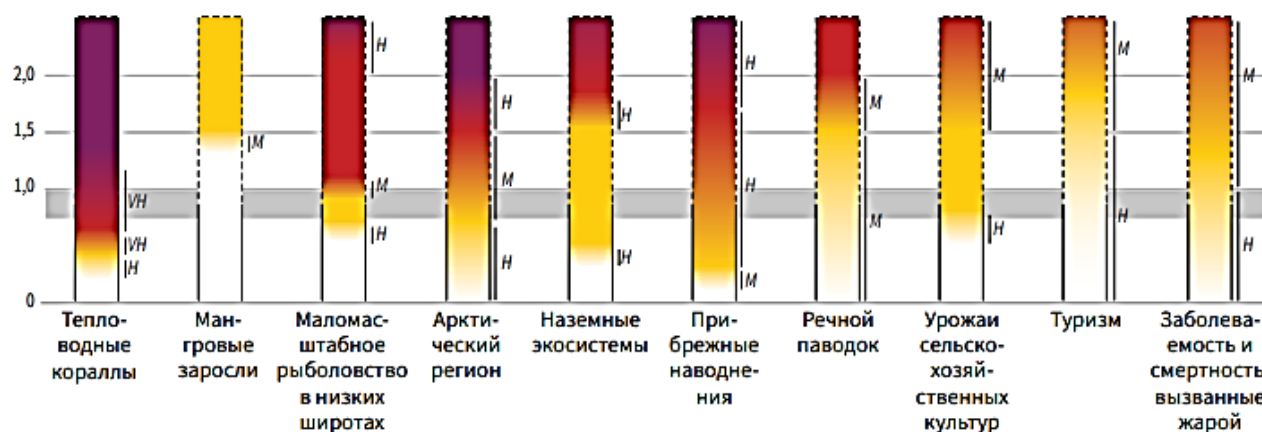


Рис. 3. Воздействия и риски для отдельных природных, управляемых и антропогенных систем, связанные с изменением климата. По оси у отмечено изменение глобальной средней приземной температуры выше доиндустриальных уровней ($^{\circ}\text{C}$). Фиолетовый цвет показывает весьма высокие риски опасных воздействий и присутствие значительной необратимости или устойчивости связанных с климатом опасных явлений, сочетающихся с ограниченной способностью адаптироваться в силу характера опасного явления или воздействия. Красный цвет показывает серьезные и широко распространенные воздействия/риски. Желтый цвет показывает, что воздействия/риски являются обнаруживаемыми и объясняемыми изменением климата, со средней степенью достоверности. Белый цвет показывает, что ни одно из воздействий не является обнаруживаемым и объясняемым изменением климата. Уровень достоверности для перехода: L – низкий; M – средний; H – высокий; VH – весьма высокий [13, 25]

На рисунке 4 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (лето 2019 г), осредненных по суше Северного полушария (СП) и по территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии. Временной ряд для территории России рассчитан по станционным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Отмечен линейный тренд за 1976-2019 гг. Аномалия температуры воздуха над сушей СП летом составила $+1,157^{\circ}\text{C}$ (стандартное отклонение $0,20^{\circ}\text{C}$). Для России в целом средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха составила $+0,98^{\circ}\text{C}$ (при величине стандартного отклонения $0,33^{\circ}\text{C}$). Сглаженная кривая на первом рисунке показывает, что начало потепления для СП в целом и для России приходится на начало 1980-х гг. Увеличение летних температур в среднем по территории России происходит в 1,27 раза быстрее, чем по Северному полушарию (рис. 4) [15].

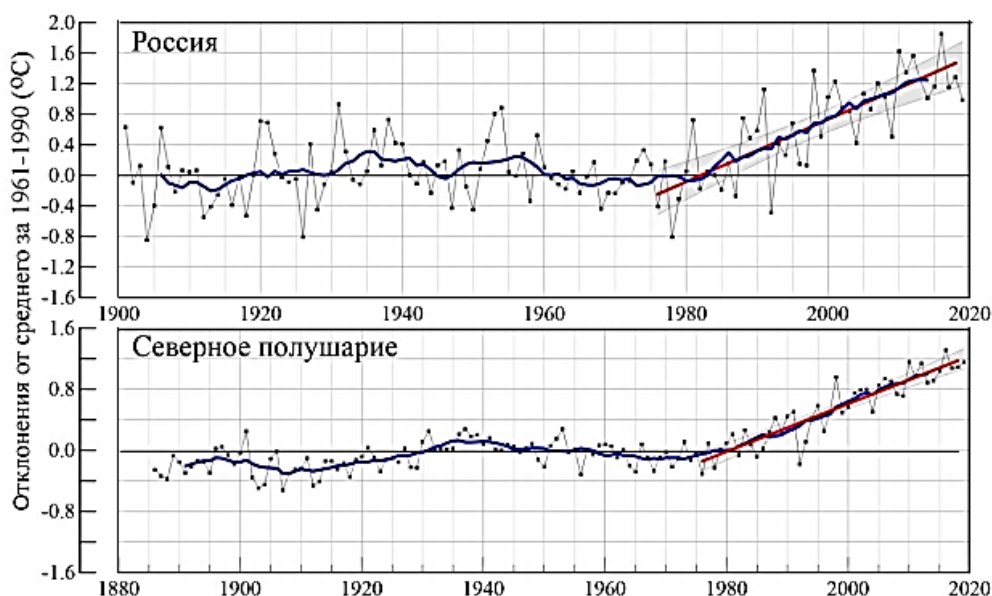


Рис. 4. Сезонная аномалия (июнь-август) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2019 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. [15]

Ряд публикаций в отечественной и зарубежной литературе отмечают медико-экологические последствия глобальных климатических изменений [1, 5, 20-22]. Неблагоприятное влияние современных климатических изменений на здоровье человека считают одним из ведущих отрицательных факторов индустриальной эпохи наряду с такими традиционными детерминантами нарушения здоровья, как загрязнение окружающей среды, химические и нехимические аддикции, гиподинамия и другие.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) климатические изменения в настоящее время являются причиной примерно 150 тыс. преждевременных смертей в мире [21]. ВОЗ считает, что системы здравоохранения стран должны быть ориентированы на действия в условиях меняющегося климата. Влияние изменения климата на здоровье человека носит как прямой, так и косвенный характер. Прямое влияние заключается в увеличении числа дней с аномально высокими и/или низкими температурами, количества экстремальных гидрометеорологических явлений, косвенное влияние связано с экологическими или социально-экономическими детерминантами (увеличение площади засушливых земель; снижение качества питьевой воды; синергизм меняющегося климата и загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах; увеличение численности членистоногих переносчиков инфекционных и паразитарных заболеваний в результате затопления территорий и увеличения среднегодовой температуры воздуха, увеличение периода их активности, расширение их ареала обитания; усиление пожароопасной ситуации; учащение аварийных ситуаций, связанных с деградацией вечной мерзлоты и подтоплением территорий).

Опубликованные данные научных исследований свидетельствуют о необходимости организации превентивных мероприятий по охране окружающей среды и здоровья населения в условиях меняющегося климата, которые будут направлены на снижение неблагоприятных последствий трансформации экосистем.

В странах Европейского союза (ЕС) разработаны и реализуются варианты адаптации с целью снижения рисков для природных и управляемых экосистем (восстановление экосистем, предотвращение деградации и обезлесения, управление биоразнообразием, применение устойчивой аквакультуры, использование знаний коренных народов), уменьшения рисков от повышения уровня моря (охрана и укрепление прибрежных зон) и рисков для здоровья населения (контроль за членистоногими-переносчиками заболеваний, внедрение систем социальной защиты, управление рисками аварийных ситуаций, адаптация на уровне сообществ, зеленая инфраструктура городов, устойчивое землепользование и планирование, эффективное орошение, устойчивое управление водными ресурсами). В Европейском союзе реализуется переход к низкоуглеродистой экономике, что является ключевым звеном комплексной политики ЕС в области изменения климата и энергетики [9, 12, 17, 18, 25].

Литература

1. Варакина Ж. Л., Трифонова А. Н. Роль социологического исследования в оценке влияния климатических факторов на здоровье населения // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. №10.
2. Воробьев В. Н., Саруханян Э. И., Смирнов Н. П. Глобальное потепление - гипотеза или реальность? // Ученые записки. Метеорология. 2005. №1. С. 6-21.
3. Глаз Н. В., Васильев А. А. Изменение климата // Дальневосточный аграрный вестник. №4 (48). 2018.
4. Зубаков В. А., Борзенкова И. И. Палеоклиматы позднего Кайнозоя. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 216 с.
5. Исакова А. К. Современные проблемы изменения климата // Гигиена труда и медицинская экология. 2015. №1(46).
6. Картунова Л. С. Изменения климата, причины и последствия // Наука, образование и культура. 2018. №1(25).
7. Кокорин А. О. Изменение климата: обзор состояния научных знаний об антропогенном изменении климата. РРЭЦ, GOF, WWF. России. 2005. 20 с.
8. Кокорин А. О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2014. 80 с.
9. Зеленый документ комиссии, адресованный совету, Европейскому парламенту, Европейскому экономическому и социальному комитету и комитету регионов: Адаптация к изменению климата в Европе – возможные направления действия со стороны ЕС. Брюссель, 2007. URL: <http://libr-lcoir.narod.ru/olderfiles/1/1011.pdf> (дата обращения: 29.05.2018).
10. Кондратьев К. Я. и др. Изменения глобального климата: концептуальные аспекты. СПб. 2001. 125 с.
11. Кузнецов А. П., Сорохтин О. Г. О парниковом эффекте // Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). М.: Научный мир, 2000. С. 151-160.
12. Кузнецова В. П., Погонышева И. А. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 5-12.



13. Массон-Дельмотт В., Чжай П., Пёртнер Г.О. и другие. Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления // Межправительственная группа экспертов по изменению климата. Резюме для политиков. Всемирная метеорологическая организация. Женева, 2019. 35 с.

14. Найденов В. И., Швейкина В. И. Водный механизм глобального потепления климата Земли // Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). М.: Научный мир, 2000. С. 161-169.

15. Обзор состояния и тенденций изменения климата России. М. 2019.

16. Парниковый эффект, изменения климата и экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 558 с.

17. Погоньшева И. А., Кузнецова В. П., Погоньшев Д. А., Луняк И. И. Европейские исследования в рамках влияния изменения климата на здоровье человека и окружающую среду // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза. Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 26-32

18. Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А. Актуальные проблемы взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека в странах Европейского союза. Обзор литературы // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. №5. С. 473-477.

19. Пятый оценочный доклад по изменению климата. URL: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml (дата обращения: 29.05.2018).

20. Ревич Б. А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения российского Севера // Экология человека. 2009. №6.

21. Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых регионах России // Проблемы прогнозирования. 2012. №2. С. 122-139.

22. Эльпинер Л. И. Научные основы методологии комплексного прогнозирования влияния глобальных гидроклиматических изменений на медико-экологическую обстановку // Гигиена и санитария. 2009. №5. С. 71-75.

23. Ясаманов Н. А. Древние климаты Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 296 с.

24. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2007. Geneva, Switzerland. 104 pp.

25. The Global Climate in 2015–2019. World Meteorological Organization (WMO). Geneva, 2019. 22 с.

References

1. Varakina Zh. L., Trifonova A. N. Rol' sotsiologicheskogo issledovaniya v otsenke vliyaniya klimaticheskikh faktorov na zdorov'e naseleniya // Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. 2017. No10.

2. Vorob'ev V. N., Sarukhyan E. I., Smirnov N. P. Global'noe poteplenie - gipoteza ili real'nost'? // Uchenye zapiski. Meteorologiya. 2005. No1. P. 6-21.

3. Glaz N. V., Vasil'ev A. A. Izmenenie klimata // Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. 2018. No4(48).

4. Zubakov V. A., Borzenkova I. I. Paleoklimaty pozdnego Kainozoya. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 216 pp.



5. Iskakova A. K. *Sovremennye problemy izmeneniya klimata // Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya.* 2015. No1 (46).
6. Kartunova L. S. *Izmeneniya klimata, prichiny i posledstviya // Nauka, obrazovanie i kul'tura.* 2018. No1 (25).
7. Kokorin A. O. *Izmenenie klimata: obzor sostoyaniya nauchnykh znaniy ob antropogennom izmenenii klimata.* RRETS, GOF, WWF. Rossii. 2005. 20 pps.
8. Kokorin A. O. *Izmenenie klimata: obzor Pyatogo otsenochno go doklada MGEIK. M.: Vsemirnyi fond dikoi prirody (WWF).* 2014. 80 pp.
9. *Zelenyi dokument komissii, adresovannyi sovetu, Evropeiskomu parlamentu, Evropeiskomu ekonomicheskomu i sotsial'nomu komitetu i komitetu regionov: Adaptatsiya k izmeneniyu klimata v Evrope – vozmozhnye napravleniya deistviya so storony ES.* Bryussel', 2007. URL: <http://libr-lcoir.narod.ru/olderfiles/1/1011.pdf> (data obrashcheniya: 29.05.2018).
10. Kondrat'ev K. Ya. i dr. *Izmeneniya global'nogo klimata: kontseptual'nye aspekty.* SPb., 2001. 125 pp.
11. Kuznetsov A. P., Sorokhtin O. G. *O parnikovom effekte // Global'nye izmeneniya prirodnoi sredy (klimat i vodnyi rezhim).* M.: Nauchnyi mir, 2000. P. 151-160.
12. Kuznetsova V. P., Pogonysheva I. A. *Izmenenie klimata i ego vliyanie na zdorov'e naseleniya, realizatsiya profilakticheskikh programm v Evrope // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar.* 2018. P. 5-12.
13. Masson-Del'mott V., Chzhai P., Pertner G.O. i drugie. *Spetsial'nyi doklad MGEIK o posledstviyakh global'nogo potepleniya // Mezhravitel'stvennaya gruppa ekspertov po izmeneniyu klimata. Rezyume dlya politikov. Vsemirnaya meteorologicheskaya organizatsiya. Zheneva, 2019.* 35 pp.
14. Naidenov V. I., Shveikina V. I. *Vodnyi mekhanizm global'nogo potepleniya klimata Zemli // Global'nye izmeneniya prirodnoi sredy (klimat i vodnyi rezhim).* M.: Nauchnyi mir, 2000. P. 161-169.
15. *Obzor sostoyaniya i tendentsii izmeneniya klimata Rossii.* M. 2019.
16. *Parnikovyi effekt, izmeneniya klimata i ekosistem.* L.: Gidrometeoizdat, 1989. 558 pp.
17. Pogonysheva I. A., Kuznetsova V. P., Pogonyshv D. A., Lunyak I. I. *Evropeiskie issledovaniya v ramkakh vliyaniya izmeneniya klimata na zdorov'e cheloveka i okruzhayushchuyu sredu // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza. Materialy nauchno-prakticheskogo seminar.* 2018. P. 26-32
18. Pogonysheva I. A., Pogonyshv D. A. *Aktual'nye problemy vzaimosvyazi okruzhayushchei sredy i zdorov'ya cheloveka v stranakh Evropeiskogo soyuza. Obzor literatury // Gigiena i sanitariya.* 2019. T. 98. No5. P. 473-477.
19. *Pyaty otsenochnyi doklad po izmeneniyu klimata.* URL: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml (data obrashcheniya: 29.05.2018).
20. Revich B. A. *Klimaticheskie izmeneniya kak novyi faktor riska dlya zdorov'ya naseleniya rossiiskogo Severa // Ekologiya cheloveka.* 2009. No6.
21. Revich B. A., Shaposhnikov D. A. *Izmeneniya klimata, volny zhary i kholoda kak faktory riska povyshennoi smertnosti naseleniya v nekotorykh regionakh Rossii // Problemy prognozirovaniya.* 2012. No2. P. 122-139.



22. El'piner L. I. Nauchnye osnovy metodologii kompleksnogo prognozirovaniya vliyaniya global'nykh gidroklimaticeskikh izmenenii na mediko-ekologicheskuyu obstanovku // Gigiena i sanitariya. 2009. No5. P. 71-75.
23. Yasamanov N. A. Drevnie klimaty Zemli. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 296 pp.
24. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2007. Geneva, Switzerland. 104 pp.
25. The Global Climate in 2015–2019. World Meteorological Organization (WMO). Geneva, 2019. 22 pp.

УДК 551.583

<https://doi.org/10.33619/pcps/2020/03>**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА
НА ТРАНСФОРМАЦИЮ СЕВЕРНЫХ
ЭКОСИСТЕМ**(на примере Восточной части России
и Западной Сибири)

©Диденко И. Н.

*Нижевартовский государственный
университет**г. Нижневартовск, Россия*

©Диденко Н. А.

*Нижевартовский государственный
университет**г. Нижневартовск, Россия***CLIMATE IMPACT
ON TRANSFORMATION
OF NORTHERN ECOSYSTEMS**(exemplified by the Eastern part
of Russia and Western Siberia)

©Didenko I. N.

*Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia*

©Didenko N. A.

*Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia*

Аннотация. В обзорной статье представлены данные по изменению теплообеспеченности и влагообеспеченности в районах севера России на Европейской части и Западной Сибири, где изменения климата повлияли на природные экосистемы бореальных и субарктических ландшафтов. На Европейской части изменения произошли главным образом за счет увеличения теплообеспеченности и более раннего начала вегетации. В Западной Сибири отмечалось суммарное воздействие увеличения теплообеспеченности и уменьшения влагообеспеченности. В результате в тундровой и лесотундровой зоне возникли благоприятные условия для изменения в растительности ландшафтов, появляются виды, ранее не встречавшиеся на данной территории. Таким образом, уровень воздействия изменения климата на растительность тундр, главным образом в Западной Сибири, следует считать критическим, поскольку для возврата в прежнее состояние недостаточно вернуть климатические характеристики к их исходным значениям.

Abstract. The following review paper presents data on heat and moisture supply changes in the northern Russian regions in the European part and Western Siberia, where climate changes have affected the natural ecosystems of boreal and subarctic landscapes. In the European part, the changes occurred mainly due to an increase in heat supply and an earlier start of vegetation. In Western Siberia, the researchers observed the total effect of an increase in heat supply and a decrease in moisture supply. As a result, the conditions have arisen in the occurrence of previously unencountered species in the territory. Thus, the level of climate change impact on tundra vegetation, mainly in Western Siberia, should be considered critical, since it is not enough to return the climatic characteristics to their original values.

Ключевые слова: изменение климата; Восточная часть России, Западная Сибирь; трансформация экосистем.

Key words: climate change; Eastern part of Russia; Western Siberia; ecosystem transformation.

Изучение процессов трансформации экосистем, их адаптации к антропогенным факторам в условиях меняющегося климата приобретает несомненную актуальность. Парижское соглашение, принятое в 2015 г, призывает страны объединить усилия в борьбе с изменением климата, разработать и реализовывать стратегии адаптации. Согласно публикациям, значимые процессы трансформации отмечаются в пределах арктических и субарктических экосистем [10, 12, 14, 15]. Наблюдаемое потепление климата на большей части нашей планеты приводит к изменениям в составе, структуре и функционировании растительных экосистем, особенно в тех областях, где тепло и влага являются лимитирующими факторами существования растительности [1, 14, 17, 19, 20].

В этих наиболее уязвимых переходных природных ландшафтах возможно смещение границ растительных сообществ [1, 4, 6].

Изменения в составе растительности смогут проявиться, прежде всего, в составе трав и подроста деревьев, т.к. реальные сдвиги границ хвойно-широколиственных лесов и их ареалов достаточно малы [3, 7, 11].

Исследования проводились на субарктических (тундровых и лесотундровых) и бореальных (северотаежных и среднетаежных) ландшафтах Европейской территории России и Западной Сибири севернее 60° с.ш., представленных зонами тундры, лесотундры, северной и средней тайги.

В бореальных ландшафтах тепло и влага являются лимитирующими факторами существования растительности. Коэффициент корреляции между суммой температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ и вегетационным индексом на севере Европейской части России и в Западной Сибири составляет 0,85. Анализ изменения теплообеспеченности для бореальных и субарктических ландшафтов показал, что в начале XXI века на всей территории отмечается рост суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ по сравнению со среднемноголетними условиями 1961–1990 г. (рис. 1).

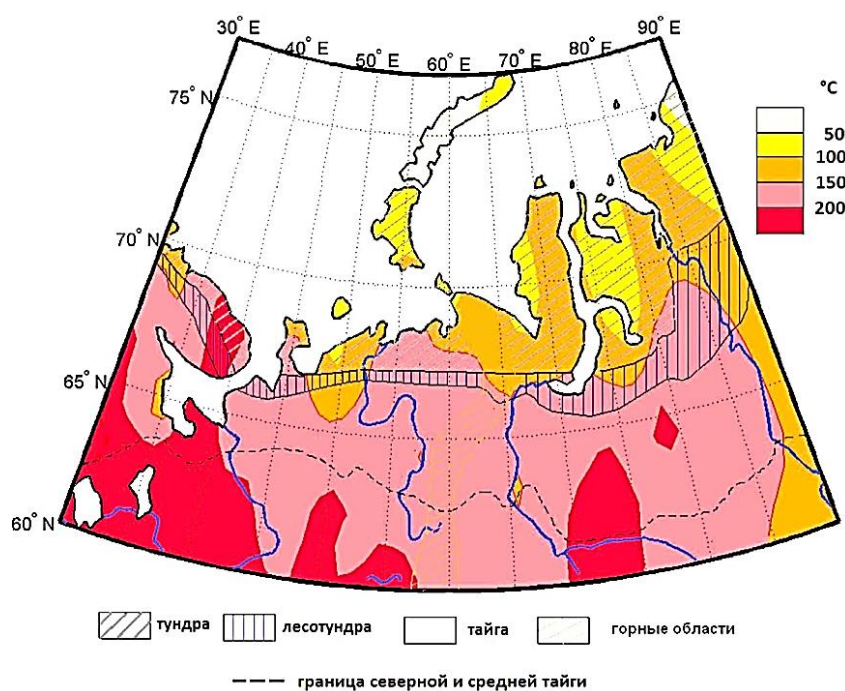


Рис. 1. Изменение суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ в 2000–2018 гг. относительно 1961–1990 гг.

Наибольшее увеличения суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ на $150^{\circ}\text{--}200^{\circ}\text{C}$ произошло на Европейской части России во всех климатических зонах. Максимальный рост (более 200°C) наблюдался в лесотундровой и тундровой зонах Кольского полуострова и в таежной зоне, западнее р. Северная Двина. В Западной Сибири рост суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ в тундровой зоне меньше, чем на Европейской части — $100^{\circ}\text{--}150^{\circ}\text{C}$. Наименьшие изменения произошли на западе Ямала и Гыданском полуострове. В лесотундровой и таежной зонах увеличение суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ варьирует в пределах от 150°C до 200°C с максимумом в среднем течении р. Оби (больше 200°C). При этом превышение диапазона изменения этого параметра для среднегодовых условий наблюдается только в лесотундровой зоне на европейской территории России и северо-таежной зоне Западной Сибири. Для остальных субарктических и бореальных ландшафтов как на европейской территории России, так и в Западной Сибири суммы температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ близки к максимальным значениям для среднегодовых условий (табл.).

Таблица

Изменение тепло- и влагообеспеченности ландшафтных зон в начале XXI века по сравнению со среднегодовыми условиями на Европейской территории России (ЕТР) и Западной Сибири (ЗС) <http://www.meteo.ru>

Ландшафтная зона		Сумма температур выше $+5^{\circ}\text{C}$				Сумма отрицательных температур				Сумма осадков за год, мм			
		1961–1990		2000–2018		1961–1990		2000–2018		1961–1990		2000–2018	
		min	сред.	max	сред.	min	сред.	max	сред.	min	сред.	max	сред.
Тундра	ЕТР	762	982	1161	1153	-2406	-1705	-999	-1450	279	439	620	450
	ЗС	436	766	1049	897	-4735	-3901	-2484	-3562	253	398	602	365
Лесотундра	ЕТР	1090	1222	1292	1383	-2405	-1663	-1022	-1425	291	457	608	504
	ЗС	968	1127	1278	1282	-4783	-3999	-3073	-3829	338	454	702	516
Сев. тайга	ЕТР	1188	1493	1846	1669	-2520	-1732	-985	-1461	363	524	716	552
	ЗС	1237	1403	1527	1570	-4480	-3604	-2511	-3466	316	507	699	524
Сред. тайга	ЕТР	1655	1890	2085	2102	-2347	-1579	-999	-1318	432	613	818	639
	ЗС	1579	1784	2059	1955	-3452	-2653	-1633	-2476	360	544	735	576

Во всех ландшафтных зонах наблюдается уменьшение суммы отрицательных температур. На Европейской территории России максимальное уменьшение суммы отрицательных температур произошло в тундровой и таежной зонах. В Западной Сибири это уменьшение не столь значительно, но максимальные изменения также отмечаются в тундровой зоне.

Анализ изменений среднегодовых сумм осадков показывает, что их значения в начале XXI века не превышают среднегодовых (табл.). Во всех ландшафтных зонах суммы осадков находятся в пределах среднегодовой изменчивости базового периода. Практически везде происходит увеличение суммы осадков, кроме тундры зоны Западной Сибири, где отмечается некоторое уменьшение сумм осадков.

На основе расчета индекса уровней воздействия изменения климата на природные экосистемы была построена соответствующая карта (рис. 2). На Европейской части значительное изменение климатического индекса прослеживается в основном в тундровой зоне. Это тундры Кольского полуострова, полуострова Канин, Малоземельская тундра, о. Вайгач и арктические тундры Новой Земли. В лесотундровой зоне заметное изменение климатического индекса наблюдается лишь на побережье Мезенской губы, а в зоне северной тайги – в районе Онеги.

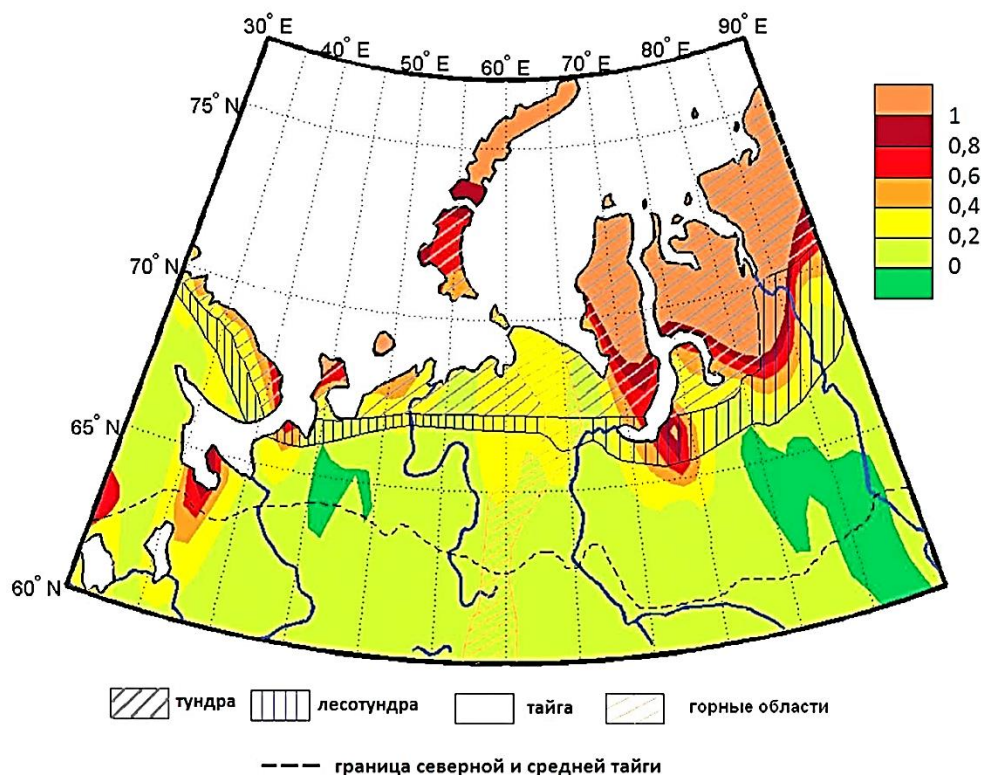


Рис. 2. Индекс уровня воздействия изменения климата на природные экосистемы

В отдельных районах тундры и лесотундры наблюдается значимое увеличение вегетационного индекса, это может свидетельствовать о возможности появления новых видов растений, ранее не встречавшихся на данной территории. Например, в восточно-европейских тундрах наблюдается активный рост кустарниковой растительности, в особенности — ив, и увеличение берез.

В Западной Сибири, как и на Европейской территории России, критичность изменения климата для ландшафтов заметна в основном в тундровой зоне, но на более обширных площадях. В тундрах Ямала, Гыданского полуостровов и на Таймыре влияние изменения климата на природные экосистемы достигает максимума. В лесотундровой зоне Западной Сибири заметное влияние изменения климата на растительность наблюдается в южной части Обской губы и в верхнем течении Енисея, где главную роль сыграло увеличение теплообеспеченности как летом, так и зимой. В зоне северной и средней тайги влияние изменения климата на природные экосистемы минимально.

В Западной Сибири в зоне тундры на болотистых участках и мохово-лишайниковых тундр на полуостровах Ямал и Гыданский отмечается увеличение вегетационного индекса и

уменьшение альбедо. В этом районе происходит увеличение продуктивности почв на песчаных и суглинистых площадках и, соответственно, увеличение биомассы растительности за счет роста задернованности, при этом наблюдается исчезновение ерника. В зоне лесотундры Западной Сибири в районе Обской губы наблюдается увеличение лесистости есть вероятности сдвига в этом районе лесотундровой зоны к северу.

В начале XXI в на Европейской части России и в Западной Сибири для субарктических и бореальных ландшафтов максимальное увеличение индекса воздействия изменения климата на природные экосистемы наблюдалось в зоне тундр и лесотундр. На Европейской части изменения произошли главным образом за счет увеличения теплообеспеченности и более раннего начала вегетации. В Западной Сибири отмечалось суммарное воздействие увеличения теплообеспеченности и уменьшения влагообеспеченности. В результате в тундровой и лесотундровой зоне возникли благоприятные условия для изменения в растительности ландшафтов, появляются виды, ранее не встречавшихся на данной территории. Таким образом, уровень воздействия изменения климата на растительность тундр, главным образом в Западной Сибири, следует считать критическим, поскольку для возврата в прежнее состояние недостаточно вернуть климатические характеристики к их исходным значениям.

На границе средней и северной тайги, как на Европейской части, так и в Западной Сибири, при достаточно низких значениях индекса воздействия изменения климата на природные экосистемы, отмечается увеличение лесистости этой переходной зоны.

Литература

1. Анисимов О. А., Жильцова Е. Л., Ренева С. А. Оценка критических уровней воздействия изменения климата на природные экосистемы суши на территории России // Метеорология и гидрология. 2011. №11. С. 31-41.
2. Архив ВНИИГМИ-МЦД, URL: <http://www.meteo.ru> (дата обращения 28.11.2019).
3. Величко А. А., Борисова О. К., Зеликсон Э. М., Морозова Т. Д. К оценке изменений в состоянии растительного и почвенного покровов Восточно-Европейской равнины в XXI веке вследствие антропогенного изменения климата // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб.: Гидрометеоздат, 2002. Т. XVIII. С. 208-220.
4. Виноградова В. В., Титкова Т. Б., Черенкова Е. А. Динамика увлажнения и теплообеспеченности в переходных ландшафтных зонах по спутниковым и метеорологическим данным в начале XXI века. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. №2. С. 162-172.
5. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1009 с.
6. Замолодчиков Д. Г. Оценка климатогенных изменений разнообразия древесных пород по данным учета лесного фонда // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. №4. С. 382-392.
7. Зеликсон Э. М., Борисова О. К., Величко А. А. Растительный покров // Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления: ретроспективный анализ и сценарии. М. 2010. С. 110-119.
8. Золотокрылин А. Н., Титкова Т. Б., Виноградова В. В. Лесотундра на равнинах России по спутниковым данным // Известия РАН. Сер. геогр. 2005. №4. С. 67-74.



9. Кислов А. В., Евстигнеев В. М., Малхазова С. М., Соколихина Н. Н., Суркова Г. В., Торопов П. А., Чернышев А. В., Чумаченко А. Н. Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-Европейской равнины в условиях потепления XXI века. М.: МАКС Пресс. 2008. 292 с.
10. Кузнецова В. П., Погonyшева И. А. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза. Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 5-12.
11. Семенов С. М. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. 512 с.
12. Некрич А. С. Изменения климата и трансформация экосистем тундры под антропогенным воздействием // Проблемы экологии в современном мире в свете учения В.И. Вернадского: материалы Международной конференции. Тамбов. 2010. Т. 2. С. 83-89.
13. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Последствия изменений климата. М.: Росгидромет, 2008. Т. II. 288 с.
14. Погonyшев Д. А., Погonyшева И. А., Сторчак Т. В. Система охраны природных территорий и сохранение биоразнообразия в странах Евросоюза (аналитический обзор) // Изучение взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека с использованием опыта Европейского союза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 84-91.
15. Погonyшева И. А., Кузнецова В. П., Погonyшев Д. А., Луняк И. И. Европейские исследования в рамках влияния изменения климата на здоровье человека и окружающую среду // Изучение взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека с использованием опыта Европейского союза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 26-32.
16. Раунер Ю. Л. Тепловой баланс растительного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 210 с.
17. Сторчак Т. В., Погonyшева И. А. Политика в области сохранения биологического разнообразия в странах Евросоюза // Изучение взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека с использованием опыта Европейского союза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 48-52.
18. Хитун О. В., Лейбман М. О., Москаленко Н. Г., Орехов П. Т., Уолкер Д. А., Фрост Д. Д., Хомутов А. В., Эпштейн Х. Е. Зональные изменения некоторых параметров растительного покрова в западносибирской Арктике // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. СПб, 2011. Т. 1. С. 429-432.
19. Касимов Н. С., Кислов А. В. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.
20. Gitay H., Suarez A., Watson R. T., Dokken D. J. Climate Change and Biodiversity. 2002. 86 p.
21. Forbes B. C., Fauria M. M., Zetterberg P. Russian Arctic warming and 'greening' are closely tracked by tundra shrub willows // Global Change Biology. 2010. V. 16. №5. P. 1542-1554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02047.x>



22. Gonsalez P., Neilson R. P., Lenihan J. M., Drapek R. J. Global patterns in the vulnerability of ecosystems to vegetation shifts due to climate change // *Global Ecology and Biogeography*. 2010. V. 19. №6. P. 755-768. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00558.x>
23. University of Maryland. 2014. URL: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest> (28.11.2019).

References

1. Anisimov O. A., Zhil'tsova E. L., Reneva S. A. Otsenka kriticheskikh urovnei vozdeistviya izmeneniya klimata na prirodnye ekosistemy sushi na territorii Rossii // *Meteorologiya i gidrologiya*. 2011. №11. P. 31-41.
2. Arkhiv VNIIGMI-MTsD, URL: <http://www.meteo.ru> (28.11.2019).
3. Velichko A. A., Borisova O. K., Zelikson E. M., Morozova T. D. K otsenke izmenenii v sostoyanii rastitel'nogo i pochvennogo pokrovov Vostochno-Evropeiskoi ravniny v KhKhI veke vsledstvie antropogennogo izmeneniya klimata // *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*. SPb.: Gidrometeoizdat, 2002. V. XVIII. P. 208-220.
4. Vinogradova V. V., Titkova T. B., Cherenkova E. A. Dinamika uvlazhneniya i teploobespechennosti v perekhodnykh landshaftnykh zonakh po sputnikovym i meteorologicheskim dannym v nachale KhKhI veka. // *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2015. V. 12. №2. P. 162-172.
5. Vtoroi otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. M.: Rosgidromet, 2014. 1009 pp.
6. Zamolodchikov D. G. Otsenka klimatogennykh izmenenii raznoobraziya drevesnykh porod po dannym ucheta lesnogo fonda // *Uspekhi sovremennoi biologii*. 2011. V. 131. №4. P. 382-392.
7. Zelikson E. M., Borisova O. K., Velichko A. A. Rastitel'nyi pokrov // *Klimaty i landshafty Severnoi Evrazii v usloviyakh global'nogo potepleniya: retrospektivnyi analiz i stsenarii*. M. 2010. P. 110-119.
8. Zolotokrylin A. N., Titkova T. B., Vinogradova V. V. Lesotundra na ravninakh Rossii po sputnikovym dannym // *Izvestiya RAN. Ser. geogr.* 2005. №4. P. 67-74.
9. Kislov A. V., Evstigneev V. M., Malkhazova S. M., Sokolikhina N. N., Surkova G. V., Toropov P. A., Chernyshev A. V., Chumachenko A. N. Prognoz klimaticheskoi resursoobespechennosti Vostochno-Evropeiskoi ravniny v usloviyakh potepleniya XXI veka. M.: MAK Press. 2008. 292 pp.
10. Kuznetsova V. P., Pogonysheva I. A. Izmenenie klimata i ego vliyanie na zdorov'e naseleniya, realizatsiya profilakticheskikh programm v Evrope // *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza. Materialy nauchno-prakticheskogo seminar*. 2018. P. 5-12.
11. Semenov S. M. Metody otsenki posledstviy izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh sistem. M.: Rosgidromet, 2012. 512 pp.
12. Nekrich A. S. Izmeneniya klimata i transformatsiya ekosistem tundry pod antropogennym vozdeistviem // *Problemy ekologii v sovremennom mire v svete ucheniya V.I. Vernadskogo: materialy Mezhdunarodnoi konferentsii*. Tambov. 2010. V. 2. P. 83-89.
13. Otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. *Posledstviya izmenenii klimata*. M.: Rosgidromet, 2008. V. II. 288 pp.



14. Pogonyshev D. A., Pogonysheva I. A., Storchak T. V. Sistema okhrany prirodnykh territorii i sokhranenie bioraznoobraziya v stranakh Evrosoyuza (analiticheskii obzor) // *Izuchenie vzaimosvyazi okruzhayushchei sredy i zdorov'ya cheloveka s ispol'zovaniem opyta Evropeiskogo soyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 84-91.*

15. Pogonysheva I. A., Kuznetsova V. P., Pogonyshev D. A., Lunyak I. I. Evropeiskie issledovaniya v ramkakh vliyaniya izmeneniya klimata na zdorov'e cheloveka i okruzhayushchuyu sredu // *Izuchenie vzaimosvyazi okruzhayushchei sredy i zdorov'ya cheloveka s ispol'zovaniem opyta Evropeiskogo soyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 26-32.*

16. Rauner Yu. L. *Teplovoi balans rastitel'nogo pokrova. L.: Gidrometeoizdat, 1972. 210 pp.*

17. Storchak T. V., Pogonysheva I. A. Politika v oblasti sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya v stranakh Evrosoyuza // *Izuchenie vzaimosvyazi okruzhayushchei sredy i zdorov'ya cheloveka s ispol'zovaniem opyta Evropeiskogo soyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 48-52.*

18. Khitun O. V., Leibman M. O., Moskalenko N. G., Orekhov P. T., Uolker D. A., Frost D. D., Khomutov A. V., Epshtein Kh. E. Zonal'nye izmeneniya nekotorykh parametrov rastitel'nogo pokrova v zapadnosibirskoi Arktike // *Otechestvennaya geobotanika: osnovnye vekhi i perspektivy: Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. SPb, 2011. V. 1. P. 429-432.*

19. Kasimov N. S., Kislov A. V. *Ekologo-geograficheskie posledstviya global'nogo potepleniya klimata KhKhI veka na Vostochno-Evropeiskoi ravnine i v Zapadnoi Sibiri. M.: MAKS Press, 2011. 496 pp.*

20. Gitay H., Suarez A., Watson R. T., Dokken D. J. *Climate Change and Biodiversity. 2002. 86 pp.*

21. Forbes B. C., Fauria M. M., Zetterberg P. Russian Arctic warming and 'greening' are closely tracked by tundra shrub willows // *Global Change Biology. 2010. V. 16. №5. P. 1542-1554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02047.x>*

22. Gonzalez P., Neilson R. P., Lenihan J. M., Drapek R. J. Global patterns in the vulnerability of ecosystems to vegetation shifts due to climate change // *Global Ecology and Biogeography. 2010. V. 19. №6. P. 755-768. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00558.x>*

23. University of Maryland. 2014. URL: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest> (28.11.2019).

УДК 504.75.05

<https://doi.org/10.33619/pcps2020/04>**АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ
РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН
ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА
И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****IMPACT
OF WEATHER-CLIMATE RISKS
ON THE TERRITORY
OF THE EUROPEAN COUNTRIES
AND RUSSIA**

©Кузнецова В. П.

<https://orcid.org/0000-0003-2506-4644>

канд. геогр. наук,

Нижевартовский государственный
университет,

г. Нижневартовск, Россия

©Kuznetsova V. P.

<https://orcid.org/0000-0003-2506-4644>

Ph.D.,

Nizhnevartovsk State University

Nizhnevartovsk, Russia

Аннотация. Выводы Межправительственной группы экспертов по изменению климата о не вызывающем сомнения глобальном потеплении, которое происходит в настоящее время, продолжают находить подтверждение в данных наблюдений. Особое внимание научного сообщества уделяется вопросам изучения погодно-климатических рисков и выработке адаптационных и защитных мероприятий от них. В статье анализируется информация по влиянию погодно-климатических рисков на социально-экономические процессы и природные условия стран европейского региона и России.

Abstract. The findings of the Intergovernmental Panel on Climate Change on the undeniable global warming are regularly supported by observational data. The research community pays particular attention to the study of weather and climate risks and the development of adaptive and protective measures. The following paper analyzes the data on weather and climate risks effecting socio-economic processes and environmental conditions of the European countries and Russia.

Ключевые слова: изменение климата; погодно-климатические риски; неблагоприятные метеорологические явления; адаптация; страны Европейского региона; северные территории.

Key words: climate change; weather and climate risks; adverse weather events; adaptation; European countries; Northern territories.

Мировое научное сообщество пришло практически к единому мнению о том, что на Земле происходят значимые климатические изменения, которые ощутимо влияют на социально-экономическое развитие, продовольственную и энергетическую безопасность, урожайность сельскохозяйственных культур, качество жизни, миграцию населения и многие другие процессы. Согласно данным Росгидромета, на территории России в последние десятилетия потепление климата происходило быстрее масштабнее, чем в среднем по Земному шару. Так, скорость современного роста глобальной температуры, вызванного в основном увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере, составила за последние 40 лет около 0,17°C за 10 лет. Температура на территории России растет значительно быстрее

— 0,45°C за 10 лет, и особенно быстро в Арктике, где скорость роста достигает 0,8°C за 10 лет [3].

Современная статистика свидетельствует о растущем во всем мире ущербе от опасных погодных и климатических явлений. Данные говорят о том, что 90% самых тяжелых экономических потерь приходится на опасные гидрометеорологические явления, наблюдаемые и на локальном уровне: паводки, наводнения, сильный ветер, ливневые дожди, град, засухи, а на геофизические явления приходится лишь 10% [3, 4].

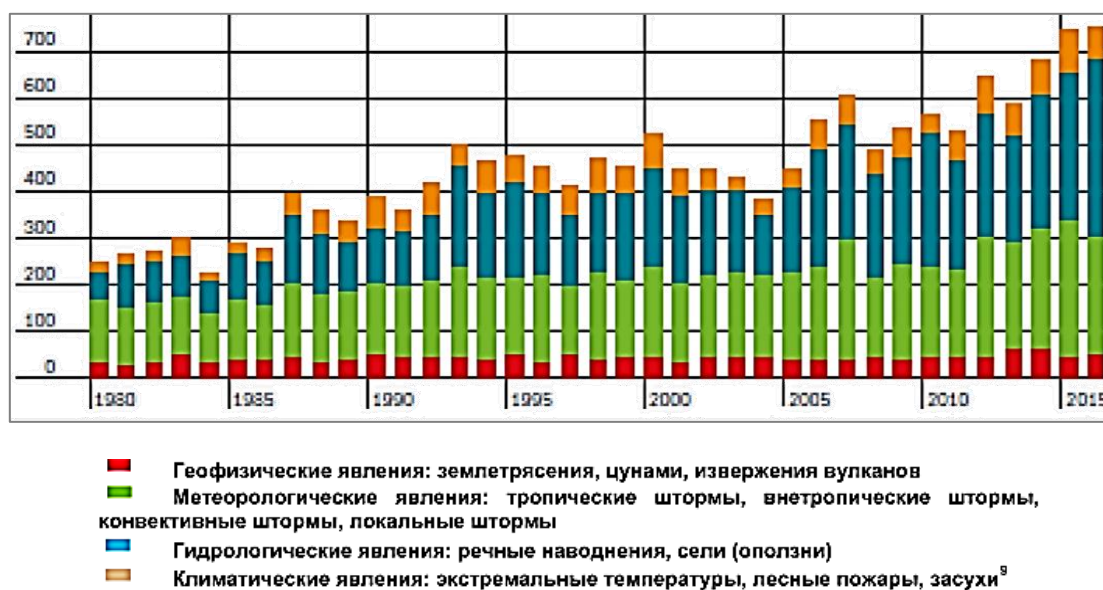


Рис. 1. Количество природных катастроф за период 1980–2016 гг. [3]

В сложившейся ситуации оценка и управление погодно-климатическими рисками становятся особенно актуальными. Межправительственной группой экспертов по изменению климата определена концепция климатического риска. Погодно-климатический риск подразумевает произведение вероятности конкретной метеорологической опасности на вероятность уязвимости реципиента, который может оказаться подверженным этой опасности. Таким образом, о климатическом риске идет речь, если на данной территории наблюдаются опасные или неблагоприятные метеорологические явления и существует некий объект (реципиент риска), находящийся под их вероятным воздействием и уязвимый для них. Перечень опасных явлений, утвержденный местной гидрометслужбой, включает в себя экстремальные значения метеорологических переменных, превышающие заданные потребителем пределы, а также медленные климатические изменения, такие как рост уровня моря, таяние многолетней мерзлоты и т. д. Каждый из этих ключевых рисков является причиной для озабоченности и требует принятия решений (табл.) [3].

Таблица

*Климатические риски и характеристика их влияния
на природную среду и социально-экономическую сферу [3]*

<i>Климатические риски</i>	<i>Характеристика климатических рисков</i>
Гибель, увечья или уничтожение средств к существованию.	В низменных прибрежных зонах и на территориях малых островных государств, связанных со штормовыми нагонами, прибрежными наводнениями и повышением уровня моря.
Системные риски, связанные с аномальными метеорологическими явлениями.	Нарушение эффективного функционирования инфраструктурных сетей и жизненно важных систем обслуживания.
Смертность и заболеваемость в течение периодов экстремальной жары.	Уязвимые группы городского населения.
Утрата продовольственной безопасности.	Сбой в функционировании продовольственных систем, связанный с потеплением, засухой, наводнением, изменчивостью осадков, экстремальными осадками.
Потеря средств к существованию и дохода.	Недостаточный доступа к питьевой воде и воде для ирригации, а также снижения продуктивности сельского хозяйства в полусухих регионах.
Утраты морских и прибрежных экосистем, биоразнообразия, экосистемных функций и услуг.	Средства к существованию в прибрежных зонах, особенно в тропиках и в Арктике.

Степень воздействия изменения климата определяется риском, зависящим не только от связанных с климатом угроз, но также от подверженности людей и их уязвимости, на которые, в свою очередь, оказывает влияние большой набор социальных, экономических и культурных факторов и процессов. Эти факторы включают демографические характеристики, доступ к технологиям и информации, характерные типы занятости и многие другие. Наиболее негативные последствия изменения климата присущи территориям с низким качеством здравоохранения, с низким уровнем доходов населения, с высоким уровнем социальных и демографических проблем.

Согласно перспективным оценкам в XXI в. изменение климата будет оказывать воздействие на здоровье человека с весьма высокой степенью достоверности, главным образом усугубляя уже существующие проблемы.

Ухудшение здоровья населения в условиях меняющегося климата будет происходить за счет повышенного риска травматизма, болезней и преждевременной смертности из-за более интенсивных волн тепла, ураганов, наводнений и лесных пожаров; повышенного риска недоедания в результате уменьшения количества продуктов питания в засушливых регионах; повышенного риска заболеваний, связанных с некачественными пищевыми продуктами и водой и трансмиссивными заболеваниями; повышенного риска для психического здоровья, связанного с утратой трудоспособности и снижением производительности труда среди уязвимых групп населения [3, 5, 7, 8].

Установлено, изменение климата влияет на здоровье человека непосредственным образом – из-за экстремальных погодных явлений, в увеличении повторяемости которых изменение климата играет определенную роль. С ними связаны гибель людей, рост

травматизма, повышение уровня смертности от обострения хронических заболеваний. Косвенные воздействия, обусловленные изменением окружающей среды и экосистем, сопровождаются повышением уровня смертности и заболеваемости в связи с изменением условий распространения инфекционных заболеваний комарами и клещами, с увеличением числа заболеваний, передающихся через воду, с ростом количества осадков, с увеличением поверхностного стока, с деградацией многолетней мерзлоты. Кроме этого, выявлены и косвенные воздействия, опосредованные изменениями в социальных системах, последствиями которых становится недоедание, нервные и психические расстройства, связанные как с ухудшением экономической ситуации, так и от стрессов из-за повышенной аномальности погоды и ряда других причин.

Фактором риска вследствие изменения климата для демографической ситуации отмечается рост опасных и аномальных явлений, которые воздействуют на динамику смертности и демографический состав населения. К группе наибольшего риска относятся дети младшего возраста, пожилые люди, молодые женщины и граждане, работающие на открытом воздухе. На современном этапе, расселение большого количества людей в городах еще более повышает риски для здоровья, уже непосредственно связанные с климатической системой (рис. 2). Стремительный рост населения увеличивает уязвимость и подверженность городских территорий явлениям, связанными с рисками для здоровья и жизни. Например, такие аномальные явления как волны жары, в несколько раз повышают число дополнительных случаев смертности в городе [3].

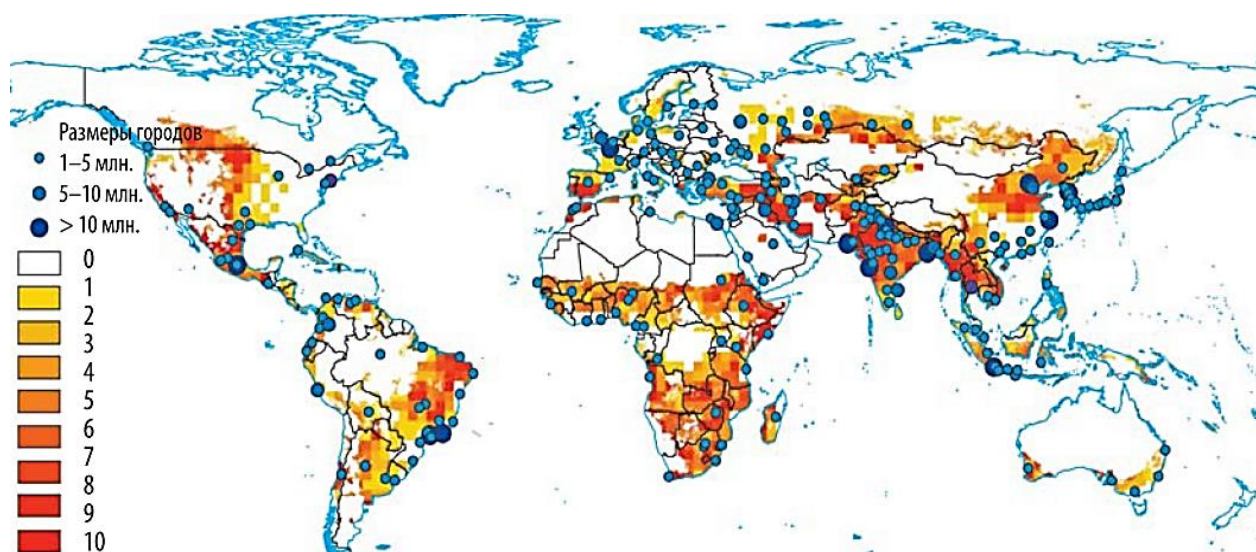


Рис. 2. Города относительно нынешних связанных с климатом угроз [3]

Современное изменение климата и экологической обстановки значительно влияет на процессы в демографической структуре населения в районах расселения мигрантов. Для России основными климатическими факторами, влияющими на процессы миграции, являются увеличение числа и интенсивности наводнений, эрозия прибрежных районов, связанная с повышением уровня моря, деградация многолетней мерзлоты.



Наибольшие риски изменения образа жизни под влиянием климатических изменений ожидают наиболее уязвимую часть населения – коренные малочисленные народы, чей уклад и традиционные виды экономической деятельности (рыболовство, оленеводство, сельское хозяйство и т. п.) напрямую зависят от климатических условий. Из-за более частых оттепелей происходит образование слоя льда на грунте, который ограничивает доступ северному оленю к лишайникам, находящимся под коркой льда. Деграция многолетней мерзлоты, изменения в распространении снежного покрова и наблюдаемые в последние годы более раннее таяние и более позднее образование речного льда приводят к нарушению традиционных путей миграции северных оленей между зимними и летними пастбищами. Потепление климата и снижение ледовитости северных морей, изменения миграционных путей диких оленей и их кормовой базы, уменьшение поголовья морских животных могут выразиться в сокращении традиционных промыслов коренных малочисленных народов Арктики. В ряде стран уже предприняты адаптационные меры по переселению малых народов в специальные поселения. Однако это заставляет их изменить свой образ жизни, что приводит к психологическим стрессам, и впоследствии очень немногие представители коренных народов будут способны вернуться к сложной и продуманной модели кочевого оленеводства и культурным традициям.

Негативный эффект от климатических изменений затронет в средне- и долгосрочной перспективе все отрасли экономики и будет тем сильнее чем масштабнее эти изменения. В первую очередь, пострадают отрасли и виды экономической деятельности, где широко используются ресурсы, чувствительные к изменению климата, включая сельское и лесное хозяйства, рыболовную отрасль, сферу туризма. Как следствие, в занятости только с точки зрения рабочих мест произойдут количественные, структурные и качественные изменения: появятся новые, трансформируются или ликвидируются старые рабочие места [3].

Климатические изменения влияют на трудоспособность населения России, и, в частности, в результате увеличения числа случаев инфекционных заболеваний, обусловленных изменениями климата и погодных условий. При возникновении нетрудоспособности и возможной инвалидности причиняемый ущерб неодинаков для различных заболеваний и зависит от их частоты и степени тяжести. Наибольший ущерб трудоспособности возможен, очевидно, в результате увеличения повторяемости заболеваний клещевым энцефалитом и геморрагическими лихорадками. Это, в свою очередь, вызовет необходимость в дополнительных медицинских кадрах, прежде всего врачах-эпидемиологах.

Национальная инфраструктура также серьезным образом уязвима перед влиянием изменения климата. Особенно подвергается угрозам состояние зданий и сооружений. Принятие климатически обусловленных решений в строительной отрасли сопряжено со значительными экономическими рисками, существенно возрастающими в условиях изменения климата. Повышение температуры в летний сезон и увеличение повторяемости экстремально высоких температур уже в настоящее время приводят к нарушению соответствующих санитарно-гигиенических показателей в домах старой постройки, а в перспективе – при отсутствии адаптации – проблема борьбы с перегревом зданий значительно обострится. Ожидаемый рост летних температурных экстремумов, который влечет перегрев зданий, значительно увеличивает риск системных аварий, возникающих при одновременном резком увеличении энергопотребления, снижении генерации энергии и больших потерях на линиях электропередач.

В последние десятилетия во многих регионах отмечается тенденция к ускоренному старению и уменьшению долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений, определяемой сроком их службы без потери эксплуатационных качеств.

Наблюдаемое усиление разрушающего действия температурно-влажностных деформаций связано с особенностями происходящих климатических изменений (рост количества жидких и смешанных осадков в зимний сезон, увеличение числа циклов замораживания и оттаивания, повышенное увлажнение стен зданий с последующим охлаждением), которые не были учтены при выборе материалов ограждающих конструкций надлежащей стойкости.

В связи с ростом экстремально высоких температур и увеличением количества осадков прогнозируются также усиления эффектов, обусловленных совместным воздействием ветровых нагрузок, температурных деформаций и коррозионного разрушения.

В условиях изменений климата, когда наблюдается увеличение интенсивности зимних осадков, особое значение для объектов строительства приобретают кратковременные снеговые нагрузки, возникающие при сильных снегопадах. Ожидаемые изменения, характеризующиеся усилением этой тенденции, являются дополнительным фактором риска для зданий и сооружений с легкими покрытиями.

Важнейшая составляющая безопасности зданий и сооружений обусловлена состоянием грунтов. Увеличение меженных расходов и уровня воды в реках в условиях уменьшения промерзания почвогрунтов способствует повышению уровня грунтовых вод и подтоплению равнинных территорий. Эти процессы приводят к деформации фундаментов зданий и сооружений и создают дополнительные риски их разрушения. Однако наиболее высокие климатические риски возникают в зоне многолетнемерзлых грунтов.

Климат и его изменения оказывают значительное воздействие на состояние наземной транспортной инфраструктуры (автомобильные и железные дороги, мосты, тоннели, портовая инфраструктура, взлетно-посадочные полосы и пр.), а также обеспечение организации движения и эффективность функционирования транспорта. Особую группу транспортных сооружений составляют зимние дороги (зимники) и ледовые переправы, период эксплуатации которых сокращается с развитием климатического потепления [3].

Для решения задач проектирования, строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог, а также для организации безопасного дорожного движения необходимо обеспечение дорожных организаций надежными информационными ресурсами о текущих и будущих характеристиках климата на территории различных регионов. Наибольшее влияние погодно-климатических явлений на состояние проезжей части автомобильных дорог (скользкость, ровность, колеиность, снежный накат и т.п.) на территории Западной Сибири ощущается в зимний период года. В этих условиях снижается безопасность дорожного движения, увеличивается количество дорожно-транспортных происшествий, снижается скорость автомобильного транспорта, что приводит к резкому уменьшению пропускной способности автомобильных дорог и увеличению себестоимости перевозок. Повышение эффективности содержания автомобильных дорог в зимний период возможно при своевременном и качественном проведении дорожных работ, осуществляемых специализированными предприятиями с учетом климатических ресурсов [1].



Предполагается, что рост температуры воздуха в летний сезон приведет к большему числу дней с экстремально высокими температурами воздуха, что отрицательно скажется на состоянии автомобильных дорог. В таких условиях происходит размягчение асфальтового покрытия и быстрое ухудшение эксплуатационных качеств автодорог, увеличивающее риск аварий. При экстремально высоких температурах воздуха происходит значительный перегрев рельсов и последующая деформация железнодорожных путей. Состояние и функционирование транспортной инфраструктуры в большой степени зависит от количества осадков и режима их выпадения. Особое значение имеют последствия изменений климата для состояния трубопроводного транспорта.

В зоне сезонного промерзания грунтов аварийные разрушения трубопроводов часто происходят в районах со сложными гидрогеологическими условиями, для которых характерен высокий риск возникновения оползневых и селевых процессов.

Возможное при потеплении климата сокращение периода ледостава на реках и водоемах и уменьшение максимальной толщины льда будут способствовать заметному продлению периода навигации. Ожидаемые при изменении климата увеличение годового и межлетнего стока и изменение продолжительности и сроков навигации практически для всех крупных рек России потенциально могут благоприятствовать развитию речного судоходства и увеличению объема грузоперевозок по рекам и водоемам. На многих судоходных реках России вследствие влияния изменений климата на сток рек наблюдаются существенные изменения в русловых процессах, осложняющих судоходство.

Наблюдаемые и ожидаемые в будущем климатические изменения служат источником возникновения рисков для объектов энергетической инфраструктуры установки по добыче и транспортировке топлива, электростанций различных типов, электросетевого хозяйства [3].

Особую значимость климатические условия имеют в Сибирском регионе, где осуществляется интенсивная добыча полезных ископаемых, имеющих мировое значение [6].

Экстремальные погодные явления, воздействующие на температурно-ветровой режим, а также медленные климатические изменения, приводящие к таянию многолетнемерзлых пород, являются значимыми для устойчивого функционирования нефтегазового комплекса России и европейского региона. В прибрежной зоне арктических морей возрастает повторяемость штормовых скоростей ветра, что особенно опасно для буровых установок, расположенных на шельфе.

Неблагоприятным следствием глобального потепления является повышение засушливости климата на значительной территории стран Европейского региона России. В связи с этим, наблюдаются важнейшие для сельского хозяйства ожидаемые изменения климата: рост теплообеспеченности сельскохозяйственных культур и рост продолжительности вегетационного периода; повышение зимних температур воздуха, определяющих условия перезимовки сельскохозяйственных культур; изменение условий увлажнения, которые обуславливаются ростом количества осадков в холодный период года и уменьшением осадков в теплый период года. По прогнозным данным, ожидаемые изменения климата и природной среды в первой половине XXI в. приведут как к положительному, так и к отрицательному воздействию на продуктивность сельскохозяйственных культур [3].

Риски в водном хозяйстве, вызванные изменениями климата, связаны, прежде всего, с изменениями речного стока – его снижением или увеличением в том или ином регионе. Изменение водного хозяйства в регионах Европы и России обусловлено снижением стока,



что отражается непосредственно на объемах использования воды в различных отраслях экономики и водообеспеченности населения в регионах с дефицитом водных ресурсов; увеличение речного стока ведет к росту вероятности опасных гидрологических явлений, а следовательно, и к увеличению экономических ущербов. Особую опасность представляют участвовавшие опасные гидрологические явления — дождевые паводки, интенсивность и повторяемость которых в ряде регионов увеличивается.

В связи с изменением климатической обстановки, на территории ряда стран европейского региона и России, наблюдается изменение факторов окружающей среды, наиболее значимыми для лесного хозяйства: радиационный баланс, количество твердых и жидких осадков, сумма активных температур, продолжительность вегетации, индекс континентальности, число дней с сильным ветром, индексы пожароопасности, отражающие баланс иссушающих и увлажняющих факторов для лесных экосистем, число дней с низкой температурой воздуха (ниже -30°C). Все это обуславливает интенсивность неблагоприятных и опасных климатических условий и увеличивает риски для воспроизводства лесных ресурсов. Наблюдаемые и ожидаемые в будущем климатические изменения влияют на величину всех этих показателей, а значит, и на условия воспроизводства леса, очень сложным и неоднозначным образом. Некоторые изменения климата могут оказывать непосредственное воздействие на лесные экосистемы.

В настоящее время наиболее значимые погодно-климатические риски для лесного хозяйства обусловлены лесными пожарами, воздействием экстремальных погодных явлений, вредителей и болезней леса. Важными факторами, влияющими на состояние лесных экосистем, являются также возможные сдвиги природных зон и уменьшение биоразнообразия [3].

Для выработки управленческих решений по адаптации к последствиям изменения климата и для защиты от негативного воздействия погодно-климатических рисков необходимо осуществлять анализ климатических показателей, в том числе коэффициент континентальности климата [6].

Необходимо исследовать сезонную динамику метеорологических условий и ее влияние на окружающую природную среду, особенно в условиях северных регионов, наиболее подверженных интенсивной реакции на изменение климатической обстановки [2].

Важное значение приобретает исследование на урбанизированных территориях последствий неблагоприятных природных процессов, вызванных подъемом уровня воды в реках с применением методов геоинформационного картографирования, что позволяет предопределять устойчивое развитие городских поселений в условиях изменения природной обстановки [11].

На региональном уровне выявление локальных особенностей реакции компонентов природной среды на изменения климата способствует установлению определению изменчивости важнейших показателей, таких как продолжительность безморозного периода, сроки установления снежного покрова, наступление первых и последних заморозков и распределение осадков, подвергающих риску социально-экономическую сферу и инженерно-техническую инфраструктуру [4].

Изменение климата представляет значительную современную угрозу для здоровья людей и меняет представление о способах защиты уязвимых территорий. Реализация стратегических подходов и профилактических программ в связи с наблюдаемым изменением

климатических условий и состояния окружающей природной среды в результате антропогенной деятельности в контексте влияния данных процессов на здоровье населения позволяет выработать защитные механизмы для населения стран многих регионов [5].

Установлено влияние климатогеографических условий северных регионов на здоровье молодого поколения, проводится оценка условий жизни населения по биоклиматическим индексам в уязвимых регионах [9, 10].

Таким образом, становятся все более важными вопросы управления климатическими рисками как основа адаптации к изменению климата. Среди основных методов по защите и предупреждению от неблагоприятных процессов, вызванных погодно-климатическими рисками является анализ климатических рисков — исследование, направленное на выявление различных видов риска, их количественное определение и прогноз их взаимодействия с антропогенной средой. Данный анализ выполняется в несколько этапов: идентификации риска, количественной оценки риска и прогноза риска.

Анализ климатических рисков представляет собой исследование, направленное на выявление различных видов риска, их количественное определение и прогноз их взаимодействия с антропогенной средой. Данный анализ должен выполняться в несколько этапов: идентификация риска, количественная оценка риска и прогноз риска.

Итерационный характер процессов управления климатическими рисками заключается в сборе и анализе информации, при котором следует двигаться к оценке современных и будущих рисков, затем наступает этап разработки адаптации и мониторинг ее результатов. На основе вновь полученных климатических и социально-экономических данных предполагается выход на следующий виток управления рисками [3].

Кроме этого, необходимо выявлять риски, как экстремальных явлений, так и медленных климатических изменений. Медленные изменения оказывают ощутимое влияние на частоту интенсивность, пространственное распределение и длительность экстремальных явлений. В долгосрочной перспективе постепенные изменения могут затронуть значительные территории, и оказаться более значимыми, чем экстремальные гидрометеорологические явления.

Литература

1. Горбатенко В. П., Журавлев Г. Г., Носырева О. В., Волкова М. А., Кижнер Л. И., Константинова Д. А. Современные изменения климатических условий, определяющих накопление снега на автомобильных дорогах Томской области // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2018. Т. 4. С. 39-54.
2. Гребенюк Г. Н., Кузнецова В. П. Современная динамика климата и фенологическая изменчивость северных территорий // *Фундаментальные исследования*. 2012. №11, ч. 5. С. 1063–1077.
3. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Санкт-Петербург. 2017. 106 с.
4. Кузнецова В. П. Локальные проявления современного изменения климата в условиях северных регионов (на примере города Нижневартовска) // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. №2-2 (44). С. 95-98.
5. Кузнецова В. П., Погоньшева И. А. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе // *Окружающая среда и*

здоровье человека: опыт стран Евросоюза: материалы научно-практического семинара. 2018. С. 5-12.

6. Кузнецова Э. А. Изучение континентальности климата территории Сибири // Современные проблемы географии и геологии: к 100-летию открытия естественного отделения в Томском государственном университете: Материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием. Томск: Томский государственный университет, 2017. Т. 1. С. 287-289.

7. Погonyшева И. А., Кузнецова В. П., Погonyшев Д. А., Луняк И. И. Европейские исследования в рамках влияния изменения климата на здоровье человека и окружающую среду // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 26-32.

8. Погonyшева И. А., Погonyшев Д. А. Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза // Разработка и реализация авторских образовательных программ: материалы научно-методического семинара. 2017. С. 112-114.

9. Соколов С. Н., Кузнецова Э. А. Оценка условий жизни населения ХМАО - Югры по биоклиматическим индексам // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: материалы международной научно-практической конференции. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2019. С. 390-394.

10. Чиглинцев В. М., Кузнецова Э. А. Влияние климатогеографических условий проживания населения ХМАО - Югры на здоровье молодого поколения // Межкультурный диалог и сотрудничество ЕС и России: опыт реализации проектов Жан Монне в Нижневартковском государственном университете: материалы международной научно-практической конференции. Нижневартковск: Нижневартковский государственный университет, 2019. С. 103-108.

11. Kuznetsova V., Kuznetsova E., Kushanova A. Geographic information mapping of flood zones for sustainable development and urban landscape planning / Infornatics, geoinfornatics and remote sensing: photogrammetry and sensing. Cartography and GIS: 18th International Multidisciplinary Scientific Conference on Earth & GeoSciences SGEM. Albena, Bulgaria, 2018. P. 393-401.

References

1. Gorbatenko V. P., Zhuravlev G. G., Nosyreva O. V., Volkova M. A., Kizhner L. I., Konstantinova D. A. Sovremennye izmeneniya klimaticheskikh uslovii, opredelyayushchikh nakoplenie snega na avtomobil'nykh dorogakh Tomskoi oblasti // Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya. 2018. V. 4. P. 39-54.

2. Grebenyuk G. N., Kuznetsova V. P. Sovremennaya dinamika klimata i fenologicheskaya izmenchivost' severnykh territorii // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. No11, 5. P. 1063-1077.

3. Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. Sankt-Peterburg. 2017. 106 pp.

4. Kuznetsova V. P. Lokal'nye proyavleniya sovremennogo izmeneniya klimata v usloviyakh severnykh regionov (na primere goroda Nizhnevartovska) // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. 2016. No2-2(44). P. 95-98.

5. Kuznetsova V. P., Pogonysheva I. A. Izmenenie klimata i ego vliyanie na zdorov'e naseleniya, realizatsiya profilakticheskikh programm v Evrope // Okruzhayushchaya sreda i



zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 5-12.

6. Kuznetsova E. A. Izuchenie kontinental'nosti klimata territorii Sibiri // *Sovremennye problemy geografii i geologii: k 100-letiyu otkrytiya estestvennogo otdeleniya v Tomskom gosudarstvennom universitete: Materialy IV Vserossiiskoi nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem.* Tomsk: Tomskii gosudarstvennyi universitet, 2017. V. 1. P. 287-289.

7. Pogonysheva I. A., Kuznetsova V. P., Pogonyshev D. A., Lunyak I. I. Evropeiskie issledovaniya v ramkakh vliyaniya izmeneniya klimata na zdorov'e cheloveka i okruzhayushchuyu sredu // *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar.* 2018. P. 26-32.

8. Pogonysheva I. A., Pogonyshev D. A. Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza // *Razrabotka i realizatsiya avtorskikh obrazovatel'nykh programm: materialy nauchno-metodicheskogo seminar.* 2017. P. 112-114.

9. Sokolov S. N., Kuznetsova E. A. Otsenka uslovii zhizni naseleniya KhMAO - Yugry po bioklimaticheskim indeksam // *Global'nye klimaticheskie izmeneniya: regional'nye efekty, modeli, prognozy: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii.* Voronezh: Tsifrovaya poligrafiya, 2019. P. 390-394.

10. Chiglintsev V. M., Kuznetsova E. A. Vliyanie klimatogeograficheskikh uslovii prozhivaniya naseleniya KhMAO - Yugry na zdorov'e molodogo pokoleniya // *Mezhkul'turnyi dialog i sotrudnichestvo ES i Rossii: opyt realizatsii proektov Zhan Monne v Nizhnevartovskom gosudarstvennom universitete: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii.* Nizhnevartovsk: Nizhnevartovskii gosudarstvennyi universitet, 2019. P. 103-108.

11. Kuznetsova V., Kuznetsova E., Kushanova A. Geographic information mapping of flood zones for sustainable development and urban landscape planning / *Informatics, geoinformatics and remote sensing: photogrammetry and sensing. Cartography and GIS: 18th International Multidisciplinary Scientific Conference on Earth & GeoSciences SGEM.* Albena, Bulgaria, 2018. P. 393-401.



УДК 551.583

<https://doi.org/10.33619/pcps2020/05>

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА: ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

CLIMATE CHANGE: IMPACT ON HUMAN HEALTH

©Лунык И. И.

Нижевартовский государственный
университет
г. Нижневартовск, Россия

©Lunyak I. I.

Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia

Аннотация. Публикации в научных журналах, доклады ведущих международных организаций: Всемирной метеорологической организации, Всемирной организации здравоохранения, Программы ООН по охране окружающей среды свидетельствуют о неуклонных изменениях современного климата. Факт значимого увеличения средней температуры воздуха у поверхности Земли не вызывает сомнения. Регулярные наблюдения всемирной сети метеорологических станций подтверждают изменение средней температуры. Неблагоприятное влияние климатических изменений на здоровье населения считают одним из доминирующих отрицательных факторов современной индустриальной эпохи.

Abstract. Numerous publications in scientific journals, reports of the World Meteorological Organization, the World Health Organization, and the United Nations Environment Program indicate the steady changes in the modern climate. There is no doubt in the significant increase in the average air temperature near the surface of the Earth. Regular observations of a worldwide network of weather stations confirm a change in average temperature. The adverse impact of climate change on public health is considered a dominant negative factor of the modern industrial era.

Ключевые слова: изменение климата; парниковые газы; «глобальное потепление», экстремальные гидрометеорологические явления; адаптация к изменению климата; влияние климата на здоровье человека.

Key words: climate change; greenhouse gases; global warming; extreme hydrometeorological phenomena; adaptation to climate change; the impact of climate on human health.

Проблема изменения климата сейчас чрезвычайно актуальна, из года в год неуклонно возрастает среднегодовая температура. Регулярные наблюдения всемирной сети метеорологических станций подтверждают изменение средней температуры. Влияние климата на деятельность людей, их самочувствие, культуру, привычки, образ жизни неоспоримо. Последствия изменения климата, влияющие на здоровье населения, были отражены в четвертом Докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата [1].

За последние 100 лет средняя температура поверхности Земли выросла на $0,74^{\circ}\text{C}$ градуса. Причем среднегодовая температура в России выросла на 1°C , что значительно выше,



чем в среднем по миру. Потепление климата происходит очень стремительно. К концу 21 в температура может повыситься от 1,8°C до 4,6°C [1].

Углерод, который выбрасывается в результате использования дизельных двигателей, кухонных плит, а также сжигания отходов, и приземный озон наносят ущерб здоровью. Сокращение таких выбросов может помочь снизить темпы глобального потепления примерно на 0,5°C к 2050 г.

Летом, с 21 июня по 19 августа 2010 г, Россия столкнулась с аномально жаркой погодой. Над Европейской территорией РФ установился антициклон, вызвавший небывалую жару. Он в течение более 50 дней не допускал в Россию более холодный и влажный воздух с севера и запада. Аномальная жара стала одной из причин массовых пожаров, сопровождавшихся небывалым смогом в ряде городов и регионов. По данным Рослесхоза, на территории России возникло более 30 тысяч природных пожаров общей площадью более чем 1,246 млн. га. По своему размаху, продолжительности и по степени последствий жара не имела аналогов за более чем вековую историю наблюдений погоды (количество смертей 56 000). В стране был введен режим чрезвычайной ситуации.

Изменение климата, происходящее в мире больше всего заметно в Арктике. За последние десятилетия было отмечено, что в Арктике теплеет в 2-3 раза сильнее, чем на планете. В результате климатических изменений огромную территорию вечной мерзлоты вместо тундры может занять тайга. Изменение климата Арктики приводит к негативным последствиям для коренных народов из-за проникновения на север инфекций, деформации криолитозоны, в результате которой происходит нарушение функционирования инженерных сетей, что является фактором эпидемиологического риска. Увеличение аномальных погодных явлений затрудняет работу транспорта, усугубляет недоступность медицинской помощи. Для накопления информации о природной среде и ее параметрах, а также формирования базы данных необходимо проводить постоянные наблюдения на всей территории Арктики.

На человека климат оказывает прямое и косвенное влияние. Прямое связано с климатическими условиями, которые влияют на теплообмен человека с окружающей средой, кровоснабжение кожных покровов, сердечно-сосудистую, дыхательную системы и потоотделение. Косвенное влияние — изменения, которые происходят по истечении определенного времени нахождения в природной зоне. Примером этого влияния является адаптация к климату [4].

Люди постоянно находятся под воздействием климата той местности, где проживают. Погодный режим оказывает определенное влияние на работоспособность и самочувствие человека. Важную роль играет приспособляемость людей к определенному климату, акклиматизация организма, приводящая к устойчивости систем организма к климатическим условиям. Климат способен повлиять на течение заболевания: усугубить его или поспособствовать излечению. Резкое изменение – это серьезный стресс для организма [10, 11].

Более комфортно человек себя чувствует при температуре воздуха от +18°C до +24°C, влажности воздуха от 55% до 70% и скорости ветра до 5 м/с. Крайне высокие температуры ведет к дисфункциям в работе сердечно-сосудистой и респираторной систем. Это особенно касается пожилых людей. При отрицательных температурах, в зависимости от силы и продолжительности возможно переохлаждение организма. Оно сопровождается вялостью,



чувством усталости, апатии и дремотного состояния. Необходимо применять защитные мероприятия, иначе человек впадает в глубокий сон. Восстановление жизненных функций почти невозможно, если внутренняя температура тела снизилась до -20°C . Сочетание большей активности Солнца с увеличением доли ультрафиолета, достигающего поверхности Земли также может приводить к увеличению частоты случаев рака кожи. Уровень загрязнения атмосферы вредными веществами также вызывает увеличение рисков этого заболевания.

Изменения климата является фактором роста инфекционных и паразитарных заболеваний. Бактерии, патогенные микроорганизмы, особенно хорошо развиваются в условиях влажного и теплого климата, что способствует возникновению новых или возвращению давно известных инфекций. Климатические изменения оказывают сильное воздействие на распространение заболеваний, которые передаются через воду, насекомых, моллюсков. Это способствует распространению таких болезней как лихорадка Зика, Денге и малярия. Жара 2010 г привела к росту малярии (480 случаев) в Волгоградской, в Ростовской, в Воронежской и Астраханской областях. Опасны клещи, которые являются переносчиками порядка 20 различных заболеваний. Среди них такие опасные болезни, как клещевой энцефалит, болезнь Лайма и тиф. При инфицировании возбудителем болезни Лайма у человека поражается кожа, нервная система, сердце и опорно-двигательный аппарат. Возбудитель клещевого энцефалита вызывает поражение нервной системы человека. При потеплении увеличивается количество мошки, которая является переносчиком туляремии. Вспышки туляремии фиксировались в 2017 г в Карелии, на Кольском полуострове и Ханты-Мансийском автономном округе. Климатические изменения способствуют распространению термофильных организмов, которые могут вызывать заболевания, передаваемые воздушным или иным путем (аллергии, астмы). Такие организмы изменяют ареал своего обитания, начинают ускоренно размножаться в теплом климате [10, 11].

В отличие от глобальной ситуации, изменение климата России (в среднем за год и по территории) можно охарактеризовать как продолжающееся потепление (рис.).

В опубликованном докладе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечено, недостаточное количество средств, которые выделяются в мире на защиту от рисков, связанных с изменением климата, по сведения, поступившим из 101 страны. В 48% стран оценили риски для здоровья из-за климата. Особенно распространены «тепловой стресс», травматизм или смертность в результате экстремальных погодных явлений, заболевания, передаваемые через пищу и воду, а также трансмиссивные болезни.

Необходимо разрабатывать эффективные программы по уменьшению негативного воздействия современных изменений климата на здоровье населения. Проводить информационно-разъяснительную деятельность для повышения уровня осведомленности. Большое значение имеет своевременное метеорологическое предупреждение о наступлении волн жары или холода [4, 8, 10].

В странах Европейского союза накоплен значительный научный материал, который свидетельствует о влиянии на здоровье населения многих факторов окружающей среды, среди них и изменение климата. В европейском регионе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) мероприятия в рамках окружающей среды и здоровья населения координирует Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и здоровью (ЕЦОСЗ). Наблюдаемые и ожидаемые в будущем климатические изменения служат источником

возникновения рисков для здоровья человека и экосистем. Евросоюз признается лидером в борьбе с изменениями климата. На Саммите, 23-24 октября 2014 г, были одобрены основные направления политики ЕС в области климата и энергетики до 2030 г, поставлена цель — сократить выбросы парниковых газов на 40% к 2030 г, довести долю возобновляемых источников энергии до 27%.

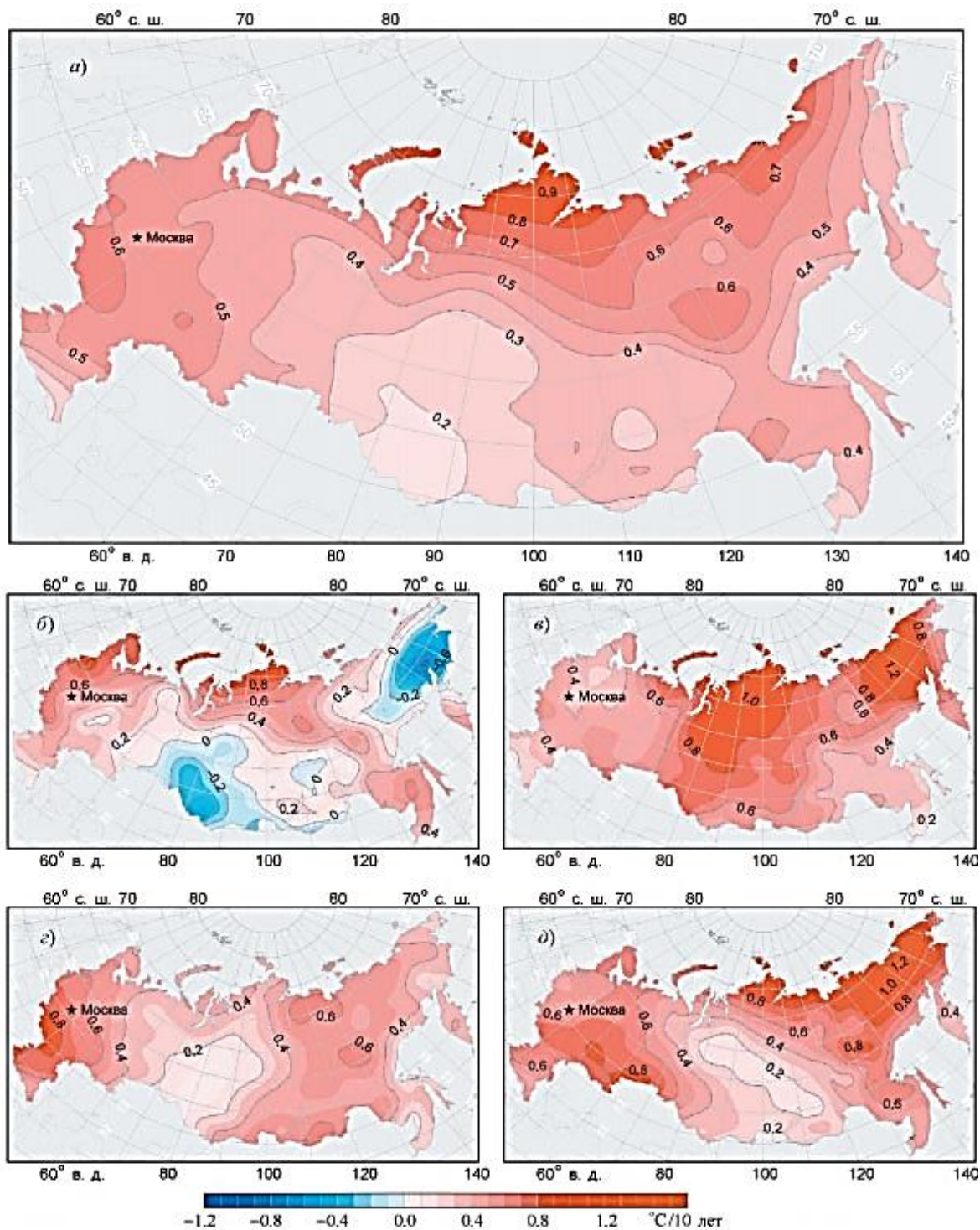


Рис. Среднегодовая скорость изменения климата в России

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPPJMO-MODULE/CLIMEU



Европейский Союз реализует мероприятия по адаптации к изменению климата, работая в союзничестве со своими государствами членами и, в глобальных масштабах, со странами-партнерами. Европейский подход необходим для того, чтобы обеспечить надлежащую координацию и эффективность политики, направленной на преодоление последствий изменения климата [2, 3, 5-7, 9].

Литература

1. Изменение климата. Обобщающий доклад. URL: <https://clck.ru/LzEtf> (дата обращения 11.12.2019).
2. Кавешников Н. Б. Стратегия ЕС в области климата и энергетики // Современная Европа. 2015. №1(61). С. 93-103.
3. Зеленый документ комиссии, адресованный совету, Европейскому парламенту, Европейскому экономическому и социальному комитету и комитету регионов: Адаптация к изменению климата в Европе – возможные направления действия со стороны ЕС. Брюссель, 2007.
4. Кузнецова В. П., Погоньшева И. А. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 5-12.
5. Погоньшева И. А., Кузнецова В. П., Погоньшев Д. А., Луняк И. И. Европейские исследования в рамках влияния изменения климата на здоровье человека и окружающую среду // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 26-32.
6. Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А. Актуальные проблемы взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека в странах Европейского союза. Обзор литературы // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. №5. С. 473-477.
7. Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А. Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза // Разработка и реализация авторских образовательных программ: Материалы научно-методического семинара. 2017. С. 112-114.
8. Погоньшева И. А., Погоньшев Д. А., Якубова Л. А. Окружающая среда-человек-социальная политика (опыт стран Европейского союза). Нижневартовск, 2017.
9. Постникова В. В., Погоньшева И. А., Сторчак Т. В. Исследования, проведенные в Европейском регионе Всемирной организации здравоохранения, связанные с влиянием тяжелых металлов на организм человека // Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара. 2018. С. 33-40.
10. Ревич Б. А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения российского севера // Экология человека. 2009. С. 11-16.
11. Ревич Б. А. О необходимости защиты здоровья населения от климатических изменений // Гигиена и санитария. 2009. С. 60-64.

References

1. Izmenenie klimata. Obobshchayushchii doklad. URL: <https://clck.ru/LzEtf> (11.12.2019).
2. Kaveshnikov N. B. Strategiya ES v oblasti klimata i energetiki // Sovremennaya Evropa. 2015. No1(61). P. 93-103.



3. Zelenyi dokument komissii, adresovannyi sovetu, Evropeiskomu parlamentu, Evropeiskomu ekonomicheskomu i sotsial'nomu komitetu i komitetu regionov: Adaptatsiya k izmeneniyu klimata v Evrope – vozmozhnye napravleniya deistviya so storony ES. Bryussel', 2007.

4. Kuznetsova V. P., Pogonysheva I. A. Izmenenie klimata i ego vliyanie na zdorov'e naseleniya, realizatsiya profilakticheskikh programm v Evrope // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 5-12.

5. Pogonysheva I. A., Kuznetsova V. P., Pogonyshev D. A., Lunyak I. I. Evropeiskie issledovaniya v ramkakh vliyaniya izmeneniya klimata na zdorov'e cheloveka i okruzhayushchuyu sredu // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 26-32.

6. Pogonysheva I. A., Pogonyshev D. A. Aktual'nye problemy vzaimosvyazi okruzhayushchei sredy i zdorov'ya cheloveka v stranakh Evropeiskogo soyuza. Obzor literatury // Gigiena i sanitariya. 2019. V. 98. No5. P. 473-477.

7. Pogonysheva I. A., Pogonyshev D. A. Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza // Razrabotka i realizatsiya avtorskikh obrazovatel'nykh programm: Materialy nauchno-metodicheskogo seminar. 2017. P. 112-114.

8. Pogonysheva I. A., Pogonyshev D. A., Yakubova L. A. Okruzhayushchaya sreda-chelovek-sotsial'naya politika (opyt stran Evropeiskogo soyuza). Nizhnevartovsk, 2017.

9. Postnikova V. V., Pogonysheva I. A., Storchak T. V. Issledovaniya, provedennye v Evropeiskom regione Vsemirnoi organizatsii zdravookhraneniya, svyazannye s vliyaniem tyazhelykh metallov na organizm cheloveka // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar. 2018. P. 33-40.

10. Revich B. A. Klimaticheskie izmeneniya kak novyi faktor riska dlya zdorov'ya naseleniya rossiiskogo severa // Ekologiya cheloveka. 2009. P. 11-16.

11. Revich B. A. O neobkhodimosti zashchity zdorov'ya naseleniya ot klimaticheskikh izmenenii // Gigiena i sanitariya. 2009. P. 60-64.

УДК 911.2:551.58(460)

<https://doi.org/10.33619/pcps2020/06>**ПОКАЗАТЕЛИ
КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА
ИСПАНИИ****CLIMATE CONTINENTAL
INDICATORS IN SPAIN**

©Sokolov S. N.

©Соколов С. Н.

<https://orcid.org/0000-0001-5639-6620>

д-р геогр. наук,

Нижевартовский государственный

университет

г. Нижевартовск, Россия

Dr. habil.,

Nizhnevartovsk State University

Nizhnevartovsk, Russia

Аннотация. Целью исследования является изучение показателей континентальности климата Испании. Выделяется пять зон континентальности климата. Климатические условия имеют особую значимость в странах Европейского Союза и, в частности, на территории Испании, являющейся одной из главных туристских дестинаций мира.

Abstract. The following paper is aimed at studying the continental climate indicators in Spain. Five zones of climate continentality are distinguished. Climatic conditions are of particular importance in the EU countries and in Spain, in particular, which is one of the main tourist destinations in the world.

Ключевые слова: Испания; туристская дестинация; климатическая характеристика; континентальность климата; нормирование.

Key words: Spain; tourist destination; climatic characteristic; continental climate; rationing.

Климатические условия имеют особую значимость в странах Европейского Союза и, в частности, на территории Испании. В настоящее время географическая оценка климатических условий жизни людей и туристско-рекреационного освоения территории приобретает особую актуальность. Во многих странах Европы проводится активная долговременная программа защиты здоровья от изменяющегося климата, в основу которой положена резолюция Всемирной ассамблеи здравоохранения [7].

Испания является одной из самых теплых и приятных для людей стран мира. Лето и зима здесь проходят вполне умеренно, нет сильного холода или невыносимой жары. Испания — географически разнообразная страна, которая способна удовлетворить любые климатические желания. Климат в Испании варьируется по всей территории. Испания является самой климатически разнообразной страной в Евросоюзе с 13 различными климатами [25]. Для полной оценки географического положения региона следует учитывать потенциал освоения его ресурсов, оценка которого должна начинаться с климата [14; 15].

На качество среды обитания влияет множество климатических факторов, для учета которых разработан широкий набор различных показателей, из которых обычно на практике выбирается несколько ведущих, используемых в качестве критериев для климатической

оценки. Для изучения особенностей регионального климата, а также с целью детализации глобального анализа и прогноза погоды, полезна разработка методик, позволяющая переходить с масштаба глобальных моделей на масштаб мезо- и даже микроклиматических характеристик. Одним из показателей климата, который, по мнению А. Г. Исаченко [4], является интегральной характеристикой климатического режима ландшафтов, является степень его континентальности.

Существует множество формул, позволяющих оценить континентальность климата количественно, но именно их многочисленность показывает, что ни одна из них не может считаться безупречной. А. Супан в 1884 г. впервые использовал годовую амплитуду температур при вычислении индекса континентальности. На климат влияют большие просторы суши или океанов [23]. Если рассматривать характеристики, то можно утверждать, что континентальному климату свойственны по сравнению с морским, более высокие годовые и суточные амплитуды температур, меньшее количество осадков [10]. Степень континентальности климата считается важной интегральной характеристикой климатического режима ландшафтов [17]. Океаничность и континентальность являются важными понятиями в изучении климата [22].

Под континентальностью климата понимается совокупность воздействия материка на многие элементы, характеризующие ход метеорологических процессов. Кроме того, существует такое понятие как орографическая континентальность. Она может наблюдаться как во внутренних районах материков, так и вблизи побережий и характеризует региональные орографические особенности территорий [1].

Для более точной количественной характеристики континентальности климата нужно учитывать влияние широты на годовую амплитуду температуры. В низких широтах годовые амплитуды температуры меньше, чем в высоких широтах, даже в континентальных условиях. Поэтому для определения показателей континентальности климата обязательно используют поправку на географическое положение, выраженную через широту местности, чтобы исключить ее влияние на амплитуду температур [14]. Соотношением между годовой амплитудой температур и географической широтой определяют индекс континентальности. Формула Горчинского является наиболее часто применяемой во многих исследованиях [19; 24]. Некоторые исследователи включают не только температуру, но и осадки в климатические индексы [20; 26].

Существует достаточно много методов определения степени континентальности климата. К показателям континентальности климата относятся следующие:

Коэффициент континентальности Ценкера [13]:

$$K_z = \frac{600 A}{5 \varphi} - 20 \quad (1)$$

Коэффициент континентальности Шрепфера [13]:

$$K_{Sch} = \frac{800 A}{7 \varphi} - 14 \quad (2)$$

Коэффициент континентальности В. Конрада [11]:

$$K_C = \frac{1,7A}{\sin(\varphi + 10)} - 14 \quad (3)$$

Коэффициент континентальности климата Л. Горчинского [5]:

$$K_G = \frac{1,7A}{\sin \varphi} - 20,4 \quad (4)$$

Коэффициент континентальности климата С.П. Хромова [14]:

$$K_{Kh} = \frac{A - 5,4 \sin \varphi}{A} \quad (5)$$

Коэффициент континентальности Н.Н. Иванова [3]:

$$K_I = \frac{A}{0,33\varphi} \quad (6)$$

Коэффициент континентальности А. Эверта [27]:

$$K_E = \frac{A - (3,81\sin\varphi + 0,1)}{38,39\sin\varphi + 7,47} \times 100 \quad (7)$$

Коэффициент континентальности Джонсона-Ринглеба [21]:

$$K_{JR} = 0,6 \left(1,6 \frac{A}{\sin\varphi} - 14 \right) - (T_{IX-XI} - T_{III-V}) + 36 \quad (8)$$

В приведенных формулах (1-8) приняты следующие обозначения: A — годовая амплитуда температур ($^{\circ}\text{C}$), φ — широта местности ($^{\circ}\text{с.ш.}$); T_{IX-XI} — средняя температура осени (сентябрь-ноябрь), T_{III-V} — средняя температура весны (март-май).

Все предложенные выше коэффициенты континентальности, рассчитанные по формулам (1-8), учитывают только два показателя — широту местности и температуру воздуха. Но нельзя сказать, какой из всех этих показателей предпочтительнее для оценки континентальности. Поэтому мы предлагаем произвести нормирование показателей по отношению к их амплитуде по формуле:

$$K_j = \frac{K_i - K_{\min}}{K_{\max} - K_{\min}} \quad (9)$$

где K_i — коэффициент континентальности, вычисленный по формулам (1-8) для каждого i -го пункта, K_{\min} — минимальное значение коэффициента континентальности, K_{\max} — минимальное значение коэффициента континентальности для всех пунктов списка.

Затем находим среднее из нормированных коэффициентов континентальности:

$$K = \frac{\sum K_j}{8} \quad (10)$$

Оценка климата приводится на основе материалов наблюдений на 10351 метеорологических станциях Испании после обработки информации по среднемесячной температуре воздуха и количестве осадков [6]. Сведения приводятся по многолетним рядам наблюдений, и можно с уверенностью сказать, что средние температуры если и изменились, то не более чем на одну-две десятые доли градуса. Выполнены расчеты значений для определённого количества точек, необходимых для построения карты анализируемого региона по показателям коэффициентов континентальности. Для упрощения расчетов и построения карты нами были отобраны 160 наиболее репрезентативных метеостанций.

В результате проведенных расчетов была составлена таблица. По полученным показателям можно сравнить отдельные города Испании в относительных величинах – коэффициентах континентальности климата Ценкера, Шрепфера, Конрада, Горчинского, Хромова, Иванова, Эверта и Джонасона-Ринглеба, а также по среднее из нормированных коэффициентов континентальности климата.

Таблица

Коэффициенты континентальности климата для некоторых пунктов Испании

Пункт	Область	K_Z	K_{Sch}	K_C	K_G	K_{Kh}	K_I	K_E	K_{JR}	K
Виго	Галисия	8,1	26,8	7,3	4,6	0,63	0,71	21,8	39,7	0,126
Ла-Корунья	Галисия	4,9	23,7	5,1	1,9	0,59	0,63	18,6	37,8	0,029
Луго	Галисия	14,9	33,2	12,6	10,8	0,71	0,88	29,1	43,5	0,322
Оренсе	Галисия	21,9	39,9	17,8	17,0	0,75	1,06	36,4	47,2	0,509
Сантьяго-де-Компостела	Галисия	12,5	30,9	10,7	8,6	0,68	0,82	26,5	41,8	0,252
Понтеведра	Галисия	8,8	27,5	7,9	5,3	0,64	0,73	22,6	40,3	0,149
Хихон	Астурия	8,7	27,3	8,0	5,3	0,64	0,72	22,6	39,6	0,143
Овьедо	Астурия	10,7	29,3	9,5	7,1	0,67	0,78	24,8	40,8	0,203
Сантандер	Кантабрия	7,9	26,6	7,4	4,6	0,63	0,70	21,8	39,1	0,119
Бильбао	Страна Басков	10,5	29,1	9,3	6,9	0,66	0,77	24,5	40,6	0,196
Доностия-Сан-Себастьян	Страна Басков	11,3	29,8	10,0	7,6	0,67	0,79	25,4	41,2	0,220
Витория-Гастейс	Страна Басков	18,9	37,1	15,6	14,3	0,74	0,98	33,4	45,0	0,427
Памплона	Наварра	24,0	41,9	19,5	18,9	0,77	1,11	38,8	47,7	0,560
Логроньо	Риоха	25,8	43,6	20,7	20,4	0,77	1,16	40,5	49,0	0,607
Уэска	Арагон	25,6	43,4	20,5	20,1	0,77	1,15	40,2	48,9	0,600
Теруэль	Арагон	33,5	51,0	25,7	26,9	0,81	1,35	47,8	52,0	0,787
Сарагоса	Арагон	31,6	49,1	24,8	25,4	0,80	1,30	46,3	51,9	0,749
Мадрид	Мадрид	36,4	53,7	27,9	29,4	0,82	1,42	50,8	54,1	0,862
Арранхуэс	Мадрид	39,1	56,2	29,7	31,7	0,82	1,49	53,3	55,1	0,923
Вальядолид	Кастилия и Леон	30,4	48,0	23,9	24,4	0,79	1,27	45,1	51,0	0,719
Понферрада	Кастилия и Леон	24,8	42,7	20,0	19,6	0,77	1,13	39,6	48,9	0,586
Паленсия	Кастилия и Леон	30,3	47,9	24,0	24,3	0,79	1,27	45,1	50,2	0,712
Сория	Кастилия и Леон	30,6	48,2	24,1	24,5	0,80	1,28	45,3	50,8	0,721

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPP-JMO-MODULE/CLIMEU



Пункт	Область	K_Z	K_{Sch}	K_C	K_G	K_{Kh}	K_I	K_E	K_{JR}	K
Саламанка	Кастилия и Леон	31,8	49,4	24,7	25,5	0,80	1,31	46,3	51,8	0,752
Авила	Кастилия и Леон	33,1	50,6	25,6	26,6	0,80	1,34	47,5	52,2	0,781
Сеговия	Кастилия и Леон	33,9	51,4	26,3	27,3	0,81	1,36	48,4	52,6	0,801
Бургос	Кастилия и Леон	25,9	43,7	20,8	20,5	0,78	1,16	40,6	48,5	0,606
Леон	Кастилия и Леон	26,5	44,3	21,3	21,0	0,78	1,17	41,3	49,0	0,623
Самора	Кастилия и Леон	31,2	48,7	24,4	25,0	0,80	1,29	45,8	51,8	0,739
Гвадалахара	Кастилия-Ла-Манча	35,5	52,9	27,3	28,7	0,81	1,40	50,0	53,4	0,840
Пуэртольяно	Кастилия-Ла-Манча	42,7	59,7	31,7	34,5	0,83	1,58	56,3	56,3	1,000
Куэнка	Кастилия-Ла-Манча	36,0	53,3	27,5	29,0	0,81	1,41	50,2	53,2	0,846
Альбасете	Кастилия-Ла-Манча	35,7	53,1	26,8	28,5	0,81	1,41	49,3	52,6	0,831
Толедо	Кастилия-Ла-Манча	40,8	57,9	30,9	33,2	0,83	1,54	55,1	55,9	0,965
Сьюдад-Реаль	Кастилия-Ла-Манча	41,9	58,9	31,3	33,9	0,83	1,56	55,7	56,2	0,984
Касерес	Эстремадура	35,6	53,0	26,9	28,5	0,81	1,40	49,5	52,6	0,832
Бадахос	Эстремадура	32,2	49,7	24,1	25,4	0,80	1,32	45,6	50,9	0,744
Мерида	Эстремадура	35,5	52,9	26,6	28,3	0,81	1,40	49,1	52,6	0,827
Барселона	Каталония	21,5	39,5	17,1	16,4	0,75	1,05	35,6	45,7	0,484
Таррагона	Каталония	22,0	40,0	17,4	16,8	0,75	1,06	36,1	45,6	0,496
Тортоса	Каталония	26,8	44,5	20,9	21,0	0,78	1,18	40,9	49,6	0,626
Жирона	Каталония	24,6	42,5	19,7	19,2	0,77	1,13	39,1	47,6	0,569
Лерида (Льейда)	Каталония	35,1	52,4	27,4	28,5	0,81	1,39	50,0	54,2	0,840
Валенсия	Валенсия	22,0	40,0	16,9	16,5	0,75	1,06	35,4	45,3	0,486
Кастельон-де-ла-Плана	Валенсия	23,8	41,7	18,4	18,2	0,76	1,11	37,5	46,8	0,539
Аликанте	Валенсия	27,6	45,3	20,6	21,2	0,78	1,20	40,7	48,0	0,623
Алькой	Валенсия	29,6	47,2	22,2	23,1	0,79	1,25	42,9	48,9	0,675
Гандия	Валенсия	25,9	43,7	19,6	19,9	0,77	1,16	39,2	47,0	0,583
Пальма	Балеарские Острова	23,7	41,6	18,2	18,0	0,76	1,10	37,2	45,6	0,527
Лас-Пальмас-де-Гран-Канария	Канарские Острова	5,9	24,7	2,7	1,5	0,58	0,65	16,3	36,7	0,010
Арресифе	Канарские Острова	9,0	27,6	4,9	4,2	0,63	0,73	19,4	38,1	0,101
Санта-Крус-де-Тенерифе	Канарские Острова	25,1	43,0	15,2	17,8	0,76	1,14	34,1	49,2	0,540
Санта-Крус-де-ла-Пальма	Канарские Острова	10,5	29,1	5,9	5,5	0,64	0,77	20,7	38,7	0,143
Агуло	Канарские Острова	12,8	31,2	7,2	7,3	0,67	0,83	22,7	39,9	0,203
Севилья	Андалусия	36,2	53,5	26,4	28,6	0,81	1,42	49,0	52,7	0,835
Малага	Андалусия	23,5	41,4	17,1	17,4	0,76	1,10	35,9	46,2	0,515
Гранада	Андалусия	39,7	56,9	28,9	31,6	0,82	1,51	52,5	54,3	0,918
Уэльва	Андалусия	26,0	43,8	19,1	19,7	0,77	1,16	38,7	48,1	0,578
Альмерия	Андалусия	24,0	41,9	17,5	17,9	0,76	1,11	36,5	46,0	0,526
Мотриль	Андалусия	27,3	45,1	19,8	20,8	0,78	1,20	39,8	48,1	0,613
Кордова	Андалусия	40,8	57,9	30,0	32,7	0,83	1,54	54,0	55,2	0,951
Кадис	Андалусия	21,1	39,1	15,3	15,3	0,74	1,04	33,4	44,9	0,453
Хаэн	Андалусия	42,6	59,6	31,2	34,3	0,83	1,58	55,7	55,8	0,991
Альхесирас	Андалусия	16,9	35,1	12,2	11,6	0,71	0,93	29,1	43,0	0,343
Марбелья	Андалусия	21,1	39,1	15,3	15,3	0,74	1,04	33,4	44,9	0,453
Мурсия	Мурсия	30,5	48,1	22,6	23,8	0,79	1,28	43,6	49,9	0,699

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPP-JMO-MODULE/CLIMEU



Пункт	Область	K_Z	K_{Sch}	K_C	K_G	K_{Kh}	K_I	K_E	K_{JR}	K
Картахена	Мурсия	27,9	45,6	20,5	21,4	0,78	1,21	40,7	48,4	0,630
Лорка	Мурсия	31,3	48,8	23,0	24,4	0,80	1,30	44,2	50,1	0,715
Сеута	Сеута	15,4	33,8	11,1	10,3	0,70	0,89	27,6	42,0	0,303
Мелилья	Мелилья	25,6	43,4	18,1	19,0	0,77	1,15	37,4	46,6	0,559
минимальный показатель		4,9	23,7	2,7	1,5	0,58	0,63	16,3	36,7	0,010
максимальный показатель		42,7	59,7	31,7	34,5	0,83	1,58	56,3	56,3	1,000

Примечание: K_Z – коэффициент континентальности Ценкера; K_{Sch} – коэффициент континентальности Шрепфера; K_C – коэффициент континентальности Конрада; K_G – коэффициент континентальности Горчинского; K_{Kh} – коэффициент континентальности Хромова; K_I – коэффициент континентальности Иванова; K_E – коэффициент континентальности Эверта; K_{JR} – коэффициент континентальности Джонасона-Ринглеба, K – среднее из нормированных коэффициентов континентальности.

Анализируя предложенную таблицу, можно заметить, что показатели дают различную величину степени континентальности, что объясняется индивидуальностью подхода к ее оценке. Нетрудно определить, что индексы, полученные по разным методикам расчета, показывают увеличение континентальности климата в центре страны, преимущественно к югу от Центральной Кордильеры, но к северу от Андалузских гор.

В результате проведенных расчетов нами была построена карта среднего нормированного коэффициента континентальности (рис.), анализ которой показывает сложную картину изменения континентальности на территории страны. Наименьших показателей (до 0,2) коэффициент континентальности достигает на крайнем юго-западном и северо-западном побережьях Галисии (Виго, Понтеведра, Ла-Корунья), северном побережье Астурии (Хихон), Кантабрии (Сантандер) и Страны Басков (Бильбао), а также на островах Лансароте, Фуэртевентура, Гран-Канария и Пальма (Канарские острова) с минимумом в Лас-Пальмасе-де-Гран-Канария (0,01).

Значения коэффициента в пределах от 0,2 до 0,4 отмечаются к северу от Кантабрийских гор на территории центральной части Галисии (Сантьяго-де-Компостела, Луго), основной части Астурии (Овьедо), Кантабрии, северной части Страны Басков (Доностия-Сан-Себастьян) и Наварры, а также крайней южной части Андалусии (Альхесирас), в городе Сеута и на островах Иерро, Гомера и Тенерифе (Канарские острова).

В юго-восточной части Галисии (Оренсе), северной части Кастилии и Леона (Понферрада), центральной части Наварры (Памплона), южной части Страны Басков (Витория-Гастейс), северной части Арагона (Уэска), северной и восточной части Каталонии (Жирона, Барселона, Таррагона), восточной части Валенсии (Кастельон-де-ла-Плана, Валенсия, Гандия), юго-западной (Уэльва), южной (Кадис, Марбелья, Малага) и юго-восточной части Андалусии (Альмерия), а также на Балеарских островах и в городе Мелилья, значения коэффициента континентальности колеблются в пределах от 0,4 до 0,6.

Отчетливо выделяется центральное ядро на плоскогорье Месета с очень высоким коэффициентом континентальности (0,8-1,0), охватывающее большую часть областей Кастилия-Ла-Манча (Гвадалахара, Куэнка, Толедо, Сьюдад-Реаль, Альбасете, Пуэртольяно, Талавера-де-ла-Рейна), южную часть Мадрида (Мадрид, Аранхуэс), восточную часть Эстремадуры (Касерес, Мериди), а также центральную и северную части Андалусии (Севилья, Кордова, Хаэн, Гранада), северо-западную часть Мурсии и окрестности города

Лерида в Каталонии. Максимальное значение показателя континентальности отмечено в городе Пуэртольяно (1,0).



Рис. Карта среднего нормированного коэффициента континентальности

Остальная часть Испании расположена в пределах зоны с коэффициентом континентальности 0,6-0,8 и охватывает большую часть областей Кастилия и Леон (Леон, Бургос, Паленсия, Сория, Вальядолид, Самора, Саламанка, Авила), Риоха (Логронья), Арагона (Сарагоса, Теруэль), Валенсия (Аликанте, Алькой), Мурсия (Мурсия, Картахена, Лорка), а также западную и южную части Каталонии (Тортоса), западную часть Эстремадуры (Бадахос), северную часть Кастилии и Леона (Сеговия), и небольшие части Андалусии (Мотриль).

Испания является самой южной страной Европейского союза. Климат здесь определяется влиянием Средиземного моря, а также атлантическими течениями возле побережья. В центральной части государства климатические условия приближены к континентальным. В Пиренейских горах климат более резкий, чем в центре Испании. В Испании, как и в других странах Средиземноморского региона зима проходит практически незаметно: без резкого снижения температуры воздуха [16].

На данный момент Испания занимает второе место среди многочисленных туристских дестинаций. В Мадриде размещена штаб-квартира Всемирная организация туризма (UNWTO). Согласно оценке, на конец 2016 года, население Испании составляло 46

миллионов человек. В 2016 г. Испанию посетило 68,2 млн. чел., а в 2017 г. уже 81,8 млн. чел. [28], т.е. на каждых 10 жителей страны приходится 18 иностранных туристов. Туристская индустрия стала развиваться в середине XX в благодаря удобному географическому положению и замечательному климату.

Климат Испании отлично подходит для отдыха на море. Ежегодно на испанские пляжи стремятся миллионы туристов со всего мира, ведь погода там радует в любой сезон, а море даже зимой не остывает слишком сильно [2].

Континентальность климата накладывает ограничения не только на возможности региональной экономики, но и освоения территории вообще [9]. Так, например, строительство и поддержание в надлежащем порядке дорожно-транспортной сети, разрушаемой поверхностными и грунтовыми водами, требуют дополнительных средств [8]. Климат влияет на экологические системы и социальные условия, от которых зависят урожайность, водоснабжение, модели развития инфекционных заболеваний, меры реагирования и готовности к бедствиям, социальные потрясения, миграционные процессы и конфликтные ситуации в обществе. Изменение климата представляют серьезную опасность для здоровья населения Европы, стимулирует развитие и других экологических рисков, таких как: засуху, наводнения, аномально высокие температуры воздуха, снижение производительности сельского хозяйства, экологически зависимые и паразитарные заболевания среди населения [7, 12, 18].

В этой ситуации географическая оценка климатических условий жизни людей и хозяйственного освоения приобретает особую актуальность. Следовательно, тема важна, актуальна, интересна как для экономики, так и проживающего здесь населения, а также имеет научно-практическую значимость. Выполненные исследования могут быть использованы также при оценке туристско-рекреационной деятельности, которая является очень важной для Испании.

Литература

1. Барышникова О. Н., Крупочкин Е. П., Мезенцева Е. М., Неприятель Р. С., Харламова Н. Ф. Континентальность и океаничность как факторы формирования ландшафтной структуры территории // Известия Алтайского государственного университета. 2010. №3-1(67). С. 89-92.
2. Гаврилова П. В., Соколов С. Н. Туристско-рекреационный комплекс Испании // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета: сборник статей. Ч. 6. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2018. С. 518-522.
3. Иванов Н. Н. Пояса континентальности земного шара // Изв. Всесоюзного Географического общества. 1959. Т. 91. Вып. 5. С. 410-423.
4. Исаченко А. Г. Экологическая география России. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. 328 с.
5. Киреева-Гененко И. А., Новикова Е. П., Чумейкина А. С. Анализ и оценка индекса континентальности климата в Центрально-Черноземном районе за последние 30 лет // Успехи современного естествознания. 2017. №7. С. 76-80.
6. Климатические данные городов по всему миру. URL: <https://clck.ru/LzFSz> (02.11.2019).



7. Кузнецова В. П., Погоньшева И. А. Изменение климата и его влияние на здоровье населения, реализация профилактических программ в Европе // *Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара.* Нижневартовск: Издательский центр «Наука и практика», 2018. С. 5-12.
8. Кузнецова Э. А. Изучение континентальности климата территории Сибири // *Современные проблемы географии и геологии: к 100-летию открытия естественного отделения в Томском государственном университете: Матер. IV Всерос. науч.-практ. конф.* Т. 1. Томск: Томский гос. ун-т, 2017. С. 287-289.
9. Кузнецова Э. А., Соколов С. Н. Гидрология, метеорология и климатология: климатические расчеты. Нижневартовск: НВГУ, 2019. 86 с.
10. Лазаревич К. С. Климатические данные по территории России и ближнего зарубежья // *Я иду на урок географии: Физическая география России.* М. 2000. С. 132-164.
11. Михайлов В. А. Анализ континентальности климата Крымского полуострова с помощью ГИС // *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць.* Харків, 2014. Вип. 19. С. 72-76.12.
12. Погоньшева И. А., Кузнецова В. П., Погоньшев Д. А., Луняк И. И. Европейские исследования в рамках влияния изменения климата на здоровье человека и окружающую среду // *Окружающая среда и здоровье человека: опыт стран Евросоюза: Материалы научно-практического семинара.* 2018. С. 26-32
13. Пряхина С. И., Ормели Е. И. Расчет индексов континентальности климата для Среднего и Нижнего Поволжья // *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле.* 2017. Т. 17. Вып. 1. С. 17-19.
14. Соколов С. Н. Теоретико-методологические и методические основы диагностики проблем социально-экономического развития регионов Азиатской России. Новосибирск, 2013. 205 с.
15. Соколов С. Н. Экономико-географическое положение как социально-экономический ресурс регионов Российской Федерации // *В мире научных открытий.* 2015. №9.4(69). С. 1528-1538.
16. Соколов С. Н., Барабанова Д. В. Климатическая характеристика Испании как одной из главных туристических дестинаций мира // *Межкультурный диалог и сотрудничество ЕС и России: опыт реализации проектов Жан Монне в Нижневартовском государственном университете: материалы международной научно-практической конференции.* Нижневартовск: Нижневарт. гос. ун-т, 2019. С. 88-93.
17. Хромов С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 455 с.
18. Чиглинцев В. М., Кузнецова Э. А. Влияние климатогеографических условий проживания населения ХМАО - Югры на здоровье молодого поколения // *Межкультурный диалог и сотрудничество ЕС и России: опыт реализации проектов Жан Монне в Нижневартовском государственном университете: материалы международной научно-практической конференции.* Нижневартовск: Нижневарт. гос. ун-т, 2019.. С. 103-108
19. Baltas E. A. Spatial distribution of climatic indices in northern Greece // *Meteorological Applications.* 2007. No. 14. P. 69-78.
20. Charles-Edwards D. A. Physiological determination of crop growth. Sydney: Academic Press, 1984. 161 p.



21. Ciaranek D. Variability of the thermal continentality index in Central Europe // *Aerul și Apa: Componente ale Mediului*. Vol. 63. P. 307-313.
22. Deniz A., Toros H., Incecik S. Spatial variations of climate indices in Turkey // *International Journal of Climatology*. 2011. Vol. 41. No. 3. P. 394-403.
23. Gadiwala M.S., Burke F., Alam M.T., Nawaz-ul-Huda S., Azam M. Oceanity and continentality climate indices in Pakistan // *Geografia – Malaysian Journal of Society and Space*. 2013. Vol. 9. No. 4. P. 57-66.
24. Gavilan R.G. The use of climatic parameters and indices in vegetation distribution. A case study in the Spanish System Central // *International Journal of Biometeorology*. 2005. No. 50. P. 111-120.
25. Iberian climate atlas air temperature and precipitation (1971-2000). URL: <https://clck.ru/LzFRm> (02.11.2019).
26. Rosenberg N.J., Blad B.L., Verma S.B. *Microclimate: The biological environment*. 2nd edition. New York: Wiley, 1983. 495 p.
27. Szymanowski M., Bednarczyk P., Kryza M., Nowosad M. Spatial Interpolation of Ewert's Index of Continentality in Poland // *Pure Appl. Geophys.* 2017. Vol. 174. P. 623-642.
28. Travel and Tourism Competitiveness Report 2017. URL: <http://reports.weforum.org/> (02.11.2019).

References

1. Baryshnikova O. N., Krupochkin E. P., Mezentseva E. M., Nepriyatel' R. S., Kharlamova N. F. Kontinental'nost' i okeanichnost' kak faktory formirovaniya landshaftnoi struktury territorii // *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2010. №3-1(67). С. 89-92.
2. Gavrilova P. V., Sokolov S. N. Turistsko-rekreacionnyi kompleks Ispanii // XX Vserossiiskaya studencheskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta: sbornik statei. Ch. 6. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevart. gos. un-ta, 2018. S. 518-522.
3. Ivanov N. N. Poyasa kontinental'nosti zemnogo shara // *Izv. Vsesoyuznogo Geograficheskogo obshchestva*. 1959. T. 91. Vyp. 5. S. 410-423.
4. Isachenko A. G. *Ekologicheskaya geografiya Rossii*. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 2001. 328 s.
5. Kireeva-Genenko I. A., Novikova E. P., Chumeikina A. S. Analiz i otsenka indeksa kontinental'nosti klimata v Tsentral'no-Chernozemnom raione za poslednie 30 let // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2017. №7. S. 76-80.
6. Klimaticheskie dannye gorodov po vsemu miru. URL: <https://clck.ru/LzFSz> (02.11.2019).
7. Kuznetsova V. P., Pogonysheva I. A. Izmenenie klimata i ego vliyanie na zdorov'e naseleniya, realizatsiya profilakticheskikh programm v Evrope // *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuza: Materialy nauchno-prakticheskogo seminara*. Nizhnevartovsk: Izdatel'skii tsentr «Nauka i praktika», 2018. S. 5-12.
8. Kuznetsova E. A. Izuchenie kontinental'nosti klimata territorii Sibiri // *Sovremennye problemy geografii i geologii: k 100-letiyu otkrytiya estestvennogo otdeleniya v Tomskom gosudarstvennom universitete: Mater. IV Vseros. nauch.-prakt. konf. T. 1*. Tomsk: Tomskii gos. un-t, 2017. С. 287-289.



9. Kuznetsova E. A., Sokolov S. N. *Gidrologiya, meteorologiya i klimatologiya: klimaticheskie raschety*. Nizhnevartovsk: NVGU, 2019. 86 s.
10. Lazarevich K. S. *Klimaticheskie dannye po territorii Rossii i blizhnego zarubezh'ya // Ya idu na urok geografii: Fizicheskaya geografiya Rossii*. M. 2000. S. 132-164.
11. Mikhailov V. A. *Analiz kontinental'nosti klimata Krymskogo poluostrova s pomoshch'yu GIS // Problemi bezpererвної geografichnoї osviti i kartografii: Zbirnik naukovikh prats'*. Kharkiv, 2014 . Vip. 19. S. 72-76.12.
12. Pogonysheva I. A., Kuznetsova V. P., Pogonyshv D. A., Lunyak I. I. *Evropeiskie issledovaniya v ramkakh vliyaniya izmeneniya klimata na zdorov'e cheloveka i okruzhayushchuyu sredu // Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e cheloveka: opyt stran Evrosoyuzha: Materialy nauchno-prakticheskogo seminar*. 2018. S. 26-32
13. Pryakhina S. I., Ormeli E. I. *Raschet indeksov kontinental'nosti klimata dlya Srednego i Nizhnego Povolzh'ya // Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Nauki o Zemle*. 2017. T. 17. Vyp. 1. S. 17-19.
14. Sokolov S. N. *Teoretiko-metodologicheskie i metodicheskie osnovy diagnostiki problem sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov Aziatskoi Rossii*. Novosibirsk, 2013. 205 s.
15. Sokolov S. N. *Ekonomiko-geograficheskoe polozhenie kak sotsial'no-ekonomicheskii resurs regionov Rossiiskoi Federatsii // V mire nauchnykh otkrytii*. 2015. №9.4(69). S. 1528-1538.
16. Sokolov S. N., Barabanova D. V. *Klimaticheskaya kharakteristika Ispanii kak odnoi iz glavnykh turisticheskikh destinatsii mira // Mezhdkul'turnyi dialog i sotrudnichestvo ES i Rossii: opyt realizatsii proektov Zhan Monne v Nizhnevartovskom gosudarstvennom universitete: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Nizhnevartovsk: Nizhnevart. gos. un-t, 2019. S. 88-93.
17. Khromov S. P. *Meteorologiya i klimatologiya dlya geograficheskikh fakul'tetov*. L.: *Gidrometeoizdat*, 1983. 455 s.
18. Chiglintsev V. M., Kuznetsova E. A. *Vliyanie klimatogeograficheskikh uslovii prozhivaniya naseleniya KhMAO - Yugry na zdorov'e mladogo pokoleniya // Mezhdkul'turnyi dialog i sotrudnichestvo ES i Rossii: opyt realizatsii proektov Zhan Monne v Nizhnevartovskom gosudarstvennom universitete: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Nizhnevartovsk: Nizhnevart. gos. un-t, 2019.. S. 103-108
19. Baltas E. A. *Spatial distribution of climatic indices in northern Greece // Meteorological Applications*. 2007. No. 14. P. 69-78.
20. Charles-Edwards D. A. *Physiological determination of crop growth*. Sydney: Academic Press, 1984. 161 p.
21. Ciaranek D. *Variability of the thermal continentality index in Central Europe // Aerul și Apa: Componente ale Mediului*. Vol. 63. P. 307-313.
22. Deniz A., Toros H., Incecik S. *Spatial variations of climate indices in Turkey // International Journal of Climatology*. 2011. Vol. 41. No. 3. P. 394-403.
23. Gadiwala M.S., Burke F., Alam M.T., Nawaz-ul-Huda S., Azam M. *Oceanity and continentality climate indices in Pakistan // Geografia – Malaysian Journal of Society and Space*. 2013. Vol. 9. No. 4. P. 57-66.
24. Gavilan R.G. *The use of climatic parameters and indices in vegetation distribution. A case study in the Spanish System Central // International Journal of Biometeorology*. 2005. No. 50. P. 111-120.



25. Iberian climate atlas air temperature and precipitation (1971-2000). URL: <https://clck.ru/LzFRm> (02.11.2019).
26. Rosenberg N.J., Blad B.L., Verma S.B. Microclimate: The biological environment. 2nd edition. New York: Wiley, 1983. 495 p.
27. Szymanowski M., Bednarczyk P., Kryza M., Nowosad M. Spatial Interpolation of Ewert's Index of Continentality in Poland // Pure Appl. Geophys. 2017. Vol. 174. P. 623-642.
28. Travel and Tourism Competitiveness Report 2017. URL: <http://reports.weforum.org/> (02.11.2019).



УДК 551.583

<https://doi.org/10.33619/pcps2020/07>

**АЛЬГОИНДИКАЦИОННЫЕ
ПРИЗНАКИ
ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА
В ХМАО-ЮГРЕ**

**CLIMATE ALARM
INDICATING SIGNS
IN KHANTY-MANSIYSK
AUTONOMOUS AREA – YUGRA**

©Семочкина М. А.

*Нижневартровский государственный
университет
г. Нижневартовск, Россия*

©Semochkina M. A.

*Nizhnevartovsk State University
Nizhnevartovsk, Russia*

Аннотация. Сообщества микроводорослей очень чувствительны к изменению среды обитания. Поэтому характер и состояние альгосообщества, его количественная характеристика и состав доминантов могут быть использованы в качестве показателей изменения климата. В ходе многолетних исследований микроводорослей в водоемах ХМАО-Югры зарегистрировано увеличение видового разнообразия и численности теплолюбивых зеленых и эвгленовых водорослей в ущерб холодолюбивым диатомовым и золотистым.

Abstract. Microalgae communities are very sensitive to environmental changes. Therefore, algae nature and state, their quantitative characteristics and composition of dominants in the community can be used as indicators of climate change. Long-term studies of microalgae in the water bodies of Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra have indicated an increase in the species diversity and abundance of heat-loving green and euglena algae against the cold-loving diatoms and golden algae.

Ключевые слова: экологический мониторинг; альгоиндикация; микроводоросли; изменение условий окружающей среды; климат.

Key words: environmental monitoring; algoindication; microalgae; changes in environmental conditions; climate.

Общеизвестно, что климатические условия являются средообразующими для живых организмов в экологических системах, в том числе, комплексно влияя на водные объекты, они определяют температуру воды, гидрологический режим, концентрации растворенных веществ, состав и структуру биоценоза [14]. Изменение климата в сторону потепления увеличивает продолжительность свободного ото льда сезона и повышает температуру поверхностного слоя воды, что в свою очередь увеличивает интенсивность термического расслоения [17]. Одними из первых на изменение физических и химических параметров среды реагируют микроводоросли посредством изменения численности отдельных видов. Как показали исследования Fabio Leropi с коллегами [15] на примере озера Лугано (Швейцария и Италия), проведенные в 1972-2013 гг, интенсивное расслоение водной толщи в годы, отмеченные особенно теплыми зимами, ведет к разрастанию планктонных водорослей и повышению эвтрофированности водоема. Причиной тому служит нарушение

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPP-JMO-MODULE/CLIMEU

динамики элементов-органогенов, возникающее между верхними и нижними горизонтами водной толщи.

Наиболее известным индикатором климатических изменений являются диатомовые водоросли. В благоприятных условиях диатомеи активно размножаются, а после гибели клеток их кремниевые створки надолго сохраняются в отложениях ила. Палеоолимологические исследования слоев диатомовых позволяют увидеть процесс изменения ценоза диатомовых во времени, в том числе в ответ на изменение климатических параметров.

Например, неоолимологические и палеоолимологические исследования Kristin E. Strock и ее коллег в 2012 году показали зависимость биомассы диатомей от скорости ветра. В озере Десор (США) отмечено уменьшение биомассы диатомовых водорослей в ответ на увеличение скорости ветра в регионе и, как следствие, глубины ветрового перемешивания в период с 1920 по 1980 годы [20].

Эти результаты подтверждаются исследованиями Jasmine Saros и ее коллег в 2013-2014 годах [19]. Искусственные экспериментальные изменения в термической стратификации северных озер (Гренландия) перемешиванием в течение летнего сезона приводили к уменьшению численности диатомовой водоросли *Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee по сравнению с контрольным водоемом, не подвергавшимся перемешиванию. Снижение температуры воды вследствие перемешивания приводило к уменьшению численности водоросли, что доказывает ее высокую чувствительность к температуре и позволяет использовать в качестве индикатора изменения термической структуры озера.

В ответ на усиление термической стратификации водных объектов (вследствие повышения температуры воздуха и уменьшения силы ветра) отмечается изменение состава диатомового ансамбля с пеннатного на центрический с преобладанием видов рода *Cyclotella* [17]. Анализ более чем 200 палеоолимологических записей озер северного полушария продемонстрировали Kathleen Rühland, Andrew M. Paterson и John P. Smol [18]. Зафиксировано значительное увеличение относительной численности планктонных таксонов *Cyclotella* ($P < 0,01$), сопровождаемое резким снижением таксонов *Aulacoseira* ($P < 0,01$) и бентических таксонов *Fragilaria* ($P < 0,01$). В арктических регионах биотическая реакция на изменение климата отмечена раньше (1870 г.) чем в умеренных широтах (1970 г.).

Исследования отложений диатомей и хризофитовых водорослей командой Neal Michelutti, Colin A. Cooke и John P. Smol за последние 150 лет в озерах Анд Перу продемонстрировали сходные тенденции в тропическом регионе [16].

В ходе многолетних исследований качественных и количественных особенностей альгоценозов планктона Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (высокие широты России) также отмечены определенные закономерности, которые следует рассматривать в качестве прогностических признаков потепления климата. Таковыми в частности являются:

- структурные изменения внутри мелких и крупных таксонов и в сообществе в целом;
- уменьшение числа холодноводных водорослей (золотистых и диатомовых);
- увеличение численности теплолюбивых видов [11].

По литературным сведениям известно, что обычным явлением для континентальных пресноводных водоемов высоких широт, считается преобладание в составе реофильного планктона диатомовых водорослей [2, 4, 7, 10].

При более поздних исследованиях фитопланктона реки Обь отмечается снижение доли диатомей. Так в районе г. Сургут (среднее течение реки Обь) летом 2019 г. число диатомовых сохранило долю, преобладающую над зелеными водорослями, составляя 36%. Но при сравнении с составом фитопланктона 1994 года сократилось на 10%. Кроме того на этом участке выявлена высокая доля эвгленовых водорослей, которая возросла более чем в 3 раза [1]. При первичных исследованиях фитопланктона реки Аган (правый приток р. Обь) долевое участие диатомовых составило всего 27%, состав фитопланктона на 48% был представлен зелеными водорослями [12].

В результате многолетнего изучения альгоценозов озер Понтур, Арантур, Рангетур, Посенлор доля диатомовых составляла соответственно 39%, 33%, 43% и 39% [5, 6, 8, 12, 13]. Состав зеленых водорослей был представлен примерно такими долями: соответственно 39%, 29%, 42%, 38 %.

Результаты исследований состава, численности и биомассы доминирующей группы водорослей фитопланктона указывают на немногочисленность доминантов как в реофильных так и в лимнологических альгоценозах ХМАО-Югры. В реке Вах выявлена круглогодичная монодоминантность вида *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim. В зимний период ценотическая роль этого вида оказывается наиболее важной, так как до 85% общей численности (тыс. кл/л) зимнего фитопланктона по реке приходится на вегетацию *A. italica*. Пространственные и временные параметры организации сообществ водорослей становятся более однообразными в экстремальных условиях, т.к. выживает сравнительно небольшое число толерантных форм, что отражается на показателях встречаемости доминантных организмов. Подъем численности *A. italica* в Вахе может быть обусловлен сочетанием биогенных веществ, поступающих в реку, понижением уровня воды и наступлением межени в июле-августе с увеличением ее температуры. Господствующий доминант в фитопланктоне р. Вах, демонстрируя высокие свойства толерантности и экологической пластичности по отношению к температуре и кислотности воды, относится к особо активным представителям, частота встречаемости (успешность) которого по всей реке варьирует от 75% до 96% [9].

Численность фитопланктона оз. Понтур в межгодовом аспекте указывает на наличие и успешность монодоминанта *Anabaena circinalis* Rabenh.et Flah., развитие численности которого достигает 82% от общей численности в начале летнего сезона [6].

Таким образом, по изученным альгологическим признакам потепления климата микроскопических сообществ водоемов ХМАО-Югры, выявленным в ходе исследований 2005-2019 годов можно сделать следующие предварительные прогнозы:

- В континентальных водоемах ХМАО-Югры отмечается увеличение видового разнообразия зеленых и эвгленовых в ущерб диатомовым и золотистым водорослям.
- Наблюдается развитие высокой численности монодоминантов. Состав группы доминирующих водорослей малочисленный.

Литература

1. Ашурова З. М., Скоробогатова О. Н. Зеленые водоросли планктона реки Обь в районе города Сургут // Бюллетень науки и практики. 2019. Т.5. №8. С. 8-16.
2. Габышев В. А. Пространственная структура и среда обитания фитопланктона реки Алдан // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. Т.5. №2. 2012. С. 61-69.



3. Галимзянова С. Т., Скоробогатова О. Н. Флористико-таксономический обзор зеленых водорослей Chlorophyceae и Conjugatophyceae озера Рангетур // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы VI международной научно-практической конференции. Нижневартовск. 2017. С. 12-15
4. Науменко Ю.В. Фитопланктон реки Оби: автореферат дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1996. 33 с.
5. Оленькова Е. В. Первая сводка о водорослях планктона озера Понтур (Западная Сибирь) // Ломоносов-2012: Материалы Международной научной конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. М. 2012. С. 98.
6. Оленькова Е. В. Численность фитопланктона оз. Понтур в межгодовом аспекте // Материалы научно-практической XV студенческой конференции НВГУ. Нижневартовск. Изд-во Нижневарт. гос. ун-та. 2013. С. 43 – 46.
7. Сафонова Т. А. Водоросли реки Катунь (Горный Алтай, Россия). Разнообразие, таксономическая структура // Альгология. 1996. Т.6. №1. С. 42–48.
8. Сергеева В. С. Первые сведения о фитопланктоне озера Арантур (Западная Сибирь) // Ломоносов-2012: Материалы Международной научной конференция студентов, аспирантов и молодых учёных. М. 2012. С. 95
9. Скоробогатова О. Н. *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim. в планктоне реки Вах (Западная Сибирь) // Естественные и технические науки. №3. 2010. С. 107-111
10. Скоробогатова О. Н., Науменко Ю. В. Видовой состав и экологическая характеристика планктона реки Вах // Вестник НГГУ. №3. 2013. С. 9-15.
11. Скоробогатова О.Н. Прогнозы структурной перестройки альгосообществ в условиях антропогенного воздействия // Информационные технологии в экологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Нижневартовск. 2018. С. 62-63.
12. Скоробогатова О. Н. Таксономическая структура цианопрокариот и водорослей водных объектов парка «Югра» // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 17-22.
13. Скоробогатова О.Н. Таксономический состав водорослей р. Аган // Север России: Стратегии и перспективы развития: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Сургут. 2016. С. 281-286.
14. Adrian R. Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography*. 2009. V. 54. https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.6_part_2.2283
15. Lepori F. A. paradox of warming in a deep peri-Alpine lake (Lake Lugano, Switzerland and Italy). *Hydrobiologia*. 2018.
16. Michelutti N. Climate-driven changes in lakes from the Peruvian Andes. *Journal of Paleolimnology*. 2015.
17. Moser K. A. Mountain lakes: Eyes on global environmental change. *Global and Planetary Change* 178. 2019. P. 77–95
18. Rühland K. Hemispheric scale patterns of climate related shifts in planktonic diatoms from North American and European lakes. *Global Change Biology*. 2008. V. 14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01670>
19. Saros J. A. whole lake experiment confirms a small centric diatom species as an indicator of changing lake thermal structure. 2016.

20. Strock K. E. Response of boreal lakes to changing wind strength: Coherent physical changes across two large lakes but varying effects on primary producers over the 20th century. *Limnology and Oceanography*. 2019. V. 64. <https://doi.org/10.1002/lno.11181>

References

1. Ashurova Z. M., Skorobogatova O. N. Zelenye vodorosli planktona reki Ob' v raione goroda Surgut // *Byulleten' nauki i praktiki*. 2019. T.5. №8. S. 8-16.
2. Gabyshev V. A. Prostranstvennaya struktura i sreda obitaniya fitoplanktona reki Aldan // *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya*. T.5. №2. 2012. S. 61-69.
3. Galimzyanova S. T., Skorobogatova O. N. Floristiko-taksonomicheskii obzor zelenykh vodoroslei Chlorophyceae i Conjugatophyceae ozera Rangetur // *Kul'tura, nauka, obrazovanie: problemy i perspektivy: materialy VI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Nizhnevartovsk*. 2017. S. 12-15
4. Naumenko Yu.V. Fitoplankton reki Obi: avtoreferat dis. ... d-ra biol. nauk. Novosibirsk, 1996. 33 s.
5. Olen'kova E. V. Pervaya svodka o vodoroslyakh planktona ozera Pontur (Zapadnaya Sibir') // *Lomonosov-2012: Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh*. M. 2012. S. 98.
6. Olen'kova E. V. Chislennost' fitoplanktona oz. Pontur v mezhgodovom aspekte // *Materialy nauchno-prakticheskoi XV studencheskoi konferentsii NVGU. Nizhnevartovsk. Izd-vo Nizhnevart. gos. un-ta*. 2013. S. 43 – 46.
7. Safonova T. A. Vodorosli reki Katun' (Gornyi Altai, Rossiya). Raznoobrazie, taksonomicheskaya struktura // *Al'gologiya*. 1996. T.6. №1. S. 42–48.
8. Sergeeva V. S. Pervye svedeniya o fitoplanktone ozera Arantur (Zapadnaya Sibir') // *Lomonosov-2012: Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh*. M. 2012. S. 95
9. Skorobogatova O. N. Aulacoseira italica (Ehr.) Sim. v planktone reki Vakh (Zapadnaya Sibir') // *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. №3. 2010. S. 107-111
10. Skorobogatova O. N., Naumenko Yu. V. Vidovoi sostav i ekologicheskaya kharakteristika planktona reki Vakh // *Vestnik NGGU*. №3. 2013. S. 9-15.
11. Skorobogatova O.N. Prognozy strukturnoi perestroiki al'gosoobshchestv v usloviyakh antropogennogo vozdeistviya // *Informatsionnye tekhnologii v ekologii: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi Godu ekologii v Rossii. Nizhnevartovsk*. 2018. S. 62-63.
12. Skorobogatova O. N. Taksonomicheskaya struktura tsianoprokariot i vodoroslei vodnykh ob"ektov parka «Yugra» // *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2017. № 4. S. 17-22.
13. Skorobogatova O.N. Taksonomicheskii sostav vodoroslei r. Agan // *Sever Rossii: Strategii i perspektivy razvitiya: Materialy II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Surgut*. 2016. S. 281-286.
14. Adrian R. Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography*. 2009. V. 54. https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.6_part_2.2283



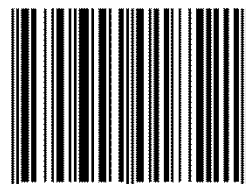
15. Lepori F. A. paradox of warming in a deep peri-Alpine lake (Lake Lugano, Switzerland and Italy). *Hydrobiologia*. 2018.
16. Michelutti N. Climate-driven changes in lakes from the Peruvian Andes. *Journal of Paleolimnology*. 2015.
17. Moser K. A. Mountain lakes: Eyes on global environmental change. *Global and Planetary Change* 178. 2019. R. 77–95
18. Rühland K. Hemispheric scale patterns of climate related shifts in planktonic diatoms from North American and European lakes. *Global Change Biology*. 2008. V. 14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01670>
19. Saros J. A. whole lake experiment confirms a small centric diatom species as an indicator of changing lake thermal structure. 2016.
20. Strock K. E. Response of boreal lakes to changing wind strength: Coherent physical changes across two large lakes but varying effects on primary producers over the 20th century. *Limnology and Oceanography*. 2019. V. 64. <https://doi.org/10.1002/lno.11181>



Отв. редактор И. А. Погоньшева

Дизайн и оформление Е. С. Овечкина

ISBN 978-5-6040185-2-1



9 785604 018521

Подписано в печать 20.01.2020 г.

Интернет-издание

<https://www.konferenc.com/2020>

Издательский центр «Наука и практика»

E-mail: info@bulletennaui.com

bulletennaui@gmail.com

600178-EPP-1-2018-1-RU-EPP-JMO-MODULE/CLIMEU