

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

РАЗВИТИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БЕЛАРУСИ В XX–XXI веках

**Материалы
международной научно-практической очно-заочной конференции,
посвященной 100-летию Белорусского государственного университета,
60-летию кафедры физической географии и образовательных технологий,
100-летию со дня рождения профессора О. Ф. Якушко**

Минск, 24–26 марта 2021 г.

Научное электронное издание

МИНСК, БГУ, 2021

УДК 910(082)
ББК 26.8я43

Под общей редакцией П. С. Лопуха

Редакционная коллегия:

П. С. Лопух (гл. ред.), Ю. А. Гледко, Д. М. Курлович,
Е. В. Логинова, Е. В. Матюшевская (отв. секретарь)

Рецензенты:

доктор географических наук *Ю. М. Обуховский*;
доктор экономических наук *А. В. Неверов*

Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. оч.-заоч. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 60-летию каф. физ. географии и образоват. технологий, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т ; под общ. ред. П. С. Лопуха ; редкол.: П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-985-881-064-1.

Представлены материалы международной научно-практической конференции, посвященной столетию со дня основания Белорусского государственного университета, 60-летию кафедры физической географии и образовательных технологий, 100-летию со дня рождения профессора Ольги Филипповны Якушко. Рассмотрены актуальные проблемы современной метеорологии и климатологии, лимнологии и гидрологии, климатические риски, инновационные педагогические технологии и особенности развития географического образования, методологии современных географических исследований.

Адресуется научным работникам, специалистам в области гидрологии и метеорологии, а также образовательных технологий.

Минимальные системные требования:

PC, Pentium 4 или выше; RAM 1 Гб; Windows XP/7/10;
Adobe Acrobat.

Оригинал-макет подготовлен в программе Microsoft Word.

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Е. В. Логинова*

Подписано к использованию 24.03.2021. Объем 27,9 МБ.

Белорусский государственный университет.
Управление редакционно-издательской работы.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.
Телефон: (017) 259-70-70.
email: urir@bsu.by
<http://elib.bsu.by>

**РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО АДАПТАЦИИ К
ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
ЭКОНОМИКИ (ВИТЕБСКАЯ, МОГИЛЕВСКАЯ И ГОМЕЛЬСКАЯ
ОБЛАСТИ)**

Клевец Н. Н.

*Государственное учреждение «Республиканский центр по
гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу
окружающей среды»*

г. Минск, Республика Беларусь, email: natakliavets@gmail.com

Современное изменение климата оказывает влияние на отрасли экономики, население, окружающую среду. Климатические условия оказывают непосредственное влияние на энергетическую отрасль. Для проведения расчетных оценок изменчивости климатических характеристик применительно к энергетической отрасли необходим расчет будущих значений характеристик термического режима и режима увлажнения.

Ключевые слова: адаптация; энергетическая отрасль; изменение климата.

**DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR ADAPTATION
TO CLIMATE CHANGE FOR THE ENERGY INDUSTRY OF THE
ECONOMY (VITEBSK, MOGILEV AND GOMEL REGIONS)**

Kliavets N. N.

*State institution "Republican Center for Hydrometeorology, Radioactive
Pollution Control and Environmental Monitoring"*

Minsk, Republic of Belarus, e-mail: natakliavets@gmail.com

Modern climate change has an impact on sectors of the economy, population, and the environment. Climatic conditions have a direct impact on the energy industry. The calculation of future values of thermal and humidification characteristics is necessary for the calculation of climatic variability in the energy industry.

Keywords: adaptation; energy industry; climate change.

Современное изменение климата, в первую очередь, рост температуры воздуха, начало отмечаться во второй половине 20-го века, а на территории Республики Беларусь с конца 80-х гг. прошлого века. Наряду с ростом температуры воздуха отмечается увеличение экстремальности климата (увеличение повторяемости волн тепла, продолжительности бездождных периодов и т.д.). Наблюдаемое изменение климата подвергает риску людей, общество, сектора экономики и экосистемы. На протяжении последних десятилетий прямые и застрахованные потери от бедствий, связанных с погодой, значительно увеличились как на глобальном, так и на региональном уровнях [2]. Выходом является оценка уязвимости различных секторов

экономики, населения, экосистем и принятие мер по их адаптации к изменению климата.

Данная работа выполнена в рамках Программы Союзного государства «Развитие системы гидрометеорологической безопасности Союзного государства» на 2017 – 2021 гг. Разработка рекомендаций по адаптации к изменению климата для энергетической отрасли осуществлялась для территории Витебской, Могилевской и Гомельской областей.

Климатические условия оказывают непосредственное влияние на энергетическую отрасль, начиная от разработки месторождений горючих полезных ископаемых до транспортировки электроэнергии и доведения ее до потребителя. Для оценки влияния климата на энергетическую отрасль были выбраны климатические параметры (индексы влияния), оказывающие на нее непосредственное воздействие. Выбор осуществлялся на основании «Руководства по специализированному климатическому обслуживанию экономики» (под ред. д-ра геогр. наук, профессора Н. В. Кобышевой) [4].

Для проведения расчетных оценок изменчивости климатических характеристик применительно к энергетической отрасли необходимо было использование высокоразрешающей системы регионального моделирования ГГО им. Воейкова Росгидромета и построение на ее основе оценки изменений климата (сценарного ансамблевого прогноза) на территории Витебской, Могилевской, Гомельской областей с использованием новейших сценариев МГЭИК, которые на основе многочисленных мировых исследований характеризуют антропогенные воздействия на глобальную климатическую систему в 21 веке [5]. Информация, полученная на основании данного ансамблевого прогноза, позволяет провести комплексную оценку воздействий климатических изменений на энергетическую отрасль, ожидаемые до конца 21 века. Данный сценарий учитывает эмиссию парниковых газов по сценарию выбросов RCP 8.5, согласно которому выбросы будут расти в течение столетия.

Современные климатические модели позволяют рассчитать будущие изменения температурных характеристик и характеристик режима увлажнения. Сделать климатический прогноз изменения числа дней с метелью, грозой, ветром определенной скорости и т.д. непосредственно по расчетным данным в настоящее время является очень сложной задачей.

Исходным периодом для расчета является 1981 – 2010 гг. (климатическая норма), прогноз рассчитывался для трех десятилетних периодов: 2030 – 2039 гг., 2050 – 2059 гг., 2090 – 2099 гг.

В результате расчетов были получены будущие значения климатических характеристик, проведена оценка их влияния на отрасли экономики.

Влияние изменения климата на энергетическую отрасль экономики

Современное изменение климата проявляется в росте температуры воздуха, оно сопровождается сокращением продолжительности периода с температурой воздуха 0°C и ниже и данная тенденция будет отмечаться до конца столетия. Также, в связи с повышением зимних температур воздуха,

отмечается снижение числа дней с экстремально низкими температурами и к концу 2050-х гг. такие температуры не будут характерны для Витебской, Могилевской и Гомельской областей.

Отмечается тенденция сокращения отопительного периода. Это приведет к изменению структуры энергопотребления: уменьшатся затраты энергоресурсов на отопление помещений. В то же время изменения, отмечающиеся в теплое время года, являются более негативными. Так ожидаемый рост температуры воздуха в сочетании с возможным дефицитом осадков может привести к уменьшению водных ресурсов, доступных для охлаждения ТЭС и АЭС. Увеличение числа суток с температурой воздуха $+25^{\circ}\text{C}$ и более будет негативно сказываться на передаче энергии, т.к. с повышением температуры воздуха передаваемая мощность по ЛЭП снижается, растут потери электроэнергии. Особенно критическим является повышение температуры воздуха до $+35^{\circ}\text{C}$ и выше, которая может привести к полному прекращению подачи электроэнергии по ЛЭП из-за высокой вероятности перегрева линий электропередач [4]. Вероятный рост количества зимних осадков и повышение температуры воздуха в зимний период года приведет к увеличению случаев гололедно-изморозевых отложений, что увеличит вероятность возникновения аварий на ЛЭП. Рост индекса CDD (индекс дефицита холода) и уменьшение HDD (индекса дефицита тепла) приведет к снижению потребления энергии на отопление и увеличение потребления энергии на охлаждение (кондиционирование) (рисунок 1).

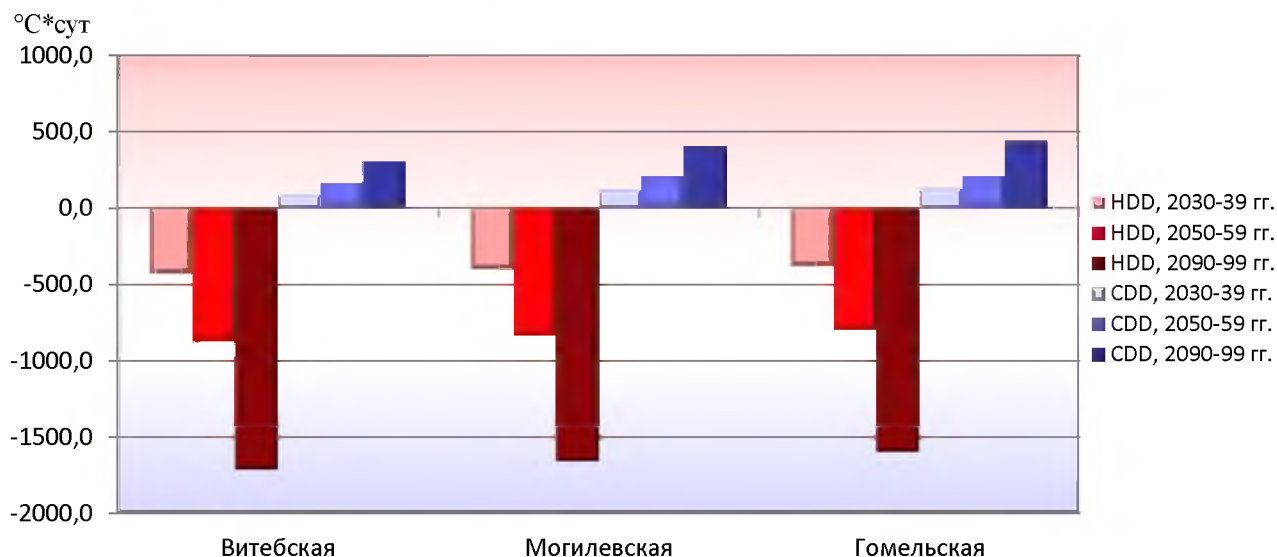


Рисунок 1 – Прогнозные изменения индекса дефицита холода (CDD) и индекса дефицита тепла (HDD) относительно 1981-2010 гг., $^{\circ}\text{C}^{\ast}\text{сут}$.

Оценка будущих изменений климатических характеристик является необходимым шагом для оценки рисков от изменения климата и разработки рекомендаций по адаптации. Принятие адаптационных мер направлено на уменьшение уязвимости и повышение устойчивости систем к действию климатических факторов.

Анализ погодно-климатических рисков для энергетической отрасли экономики

При разработке рекомендаций по адаптации к изменению климата необходим учет погодно-климатических рисков.

Негативные последствия от опасных явлений погоды (ОЯ) практически всегда очевидны, и ущерб от ОЯ можно оценить в максимально короткие сроки. Механизм оценки рисков, обусловленных изменением климата, более сложен, в том числе и для энергетической отрасли экономики.

В среднем в год на территории Витебской, Могилевской и Гомельской областей отмечается от 4 (Могилевская область) до 6 ОЯ (Витебская область).

Из всех случаев ОЯ, отмеченных на территории анализируемых областей, от 7 до 22 % ОЯ наносят ущерб энергетике (отключение и повреждение линий электропередач (ЛЭП), трансформаторных подстанций; как следствие, отмечается отключение связи и электроэнергии). Наибольшее количество ОЯ, нанесших ущерб, отмечается на территории Гомельской области (рисунок 2).

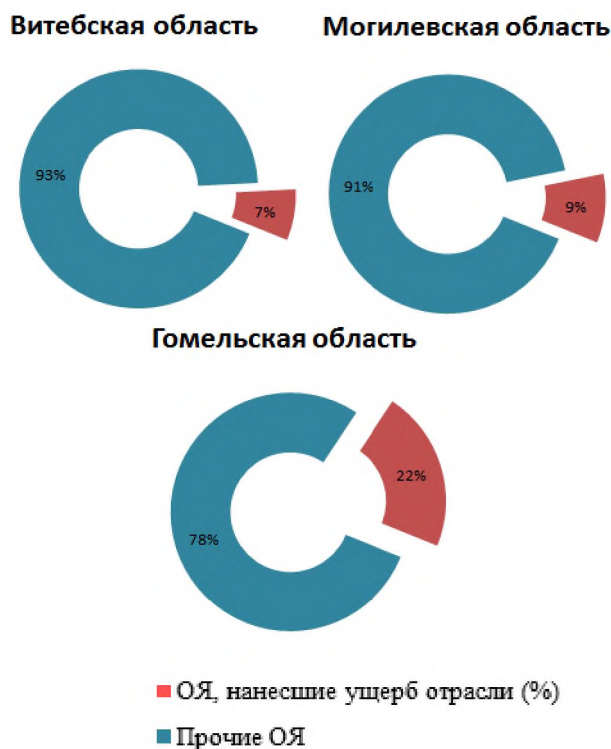


Рисунок 2 – Повторяемость опасных явлений, нанесших ущерб энергетической отрасли, от общего количества ОЯ по областям

Среди всех ОЯ можно выделить отдельные виды, воздействие которых оказывает наибольшее негативное влияние. Более чем 50 % случаев ущерба для энергетики приходится на очень сильный ветер, в том числе шквалы (рисунок 3), 21 % случаев – жидкие осадки, достигшие критерия ОЯ.

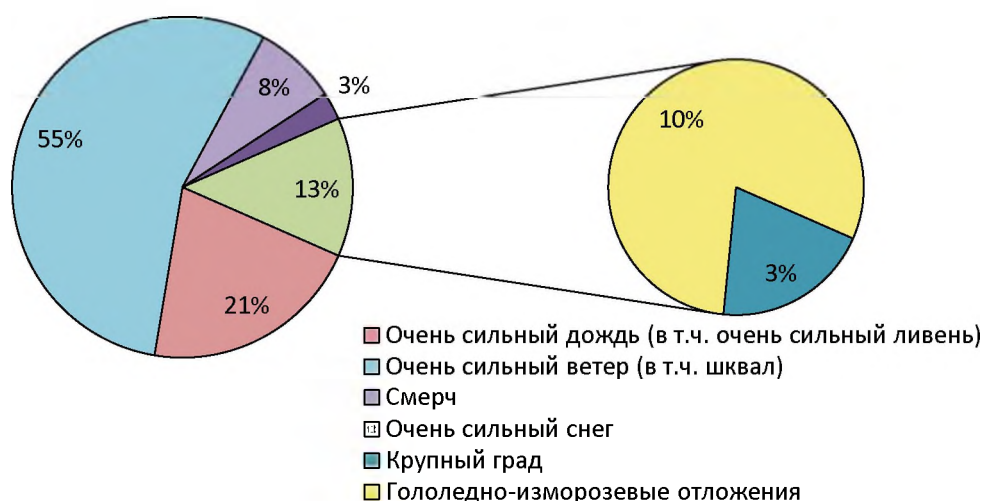


Рисунок 3 – Виды опасных явлений (%), нанесших ущерб энергетической отрасли на территории Витебской, Могилевской и Гомельской областей

Для количественной оценки уязвимости территории от изменения климата была использована методика расчета климатической уязвимости территории на основе безразмерных климатических индексов, разработанная в Гидрометеорологическом научно-исследовательском центре РФ Оганесяном В. В. [3].

Безразмерный индекс климатической уязвимости для анализируемой территории изменяется от 32,0 (Сенно) до 45,2 (Житковичи). В среднем по областям наименьшее значение индекса характерно для Могилевской области (35,6), наибольшее – для Гомельской (40,5). Наибольший вклад в значение индекса вносят осадки. Так их соотношение изменяется от 15,4 (Сенно) до 30,2 (Житковичи). На втором месте по вкладу в безразмерный индекс является ветер. На третьем – температура воздуха. По вкладу климатических параметров в значение индекса можно судить о степени их влияния на экономику и население вследствие изменения климата. Причиной изменения значений данного индекса являются особенности географического положения (широты) пункта наблюдения, подстилающей поверхности и особенности атмосферной циркуляции.

Рекомендации по адаптации энергетической отрасли к изменению климата

На основании проведенной оценки влияния изменений климата для энергетической отрасли, а также подверженности территориям рисков от опасных явлений погоды и изменения климата, Белгидрометом разработаны следующие рекомендации по адаптации:

- в связи с тем, что на стадии проектирования электростанций проводятся изыскательные мероприятия, учитывающие климат региона, в котором она будет размещаться, необходимо учитывать будущие изменения климата и те тенденции, которые отмечаются за последние 30 – 50 лет;

- необходима модернизация ЛЭП, т.к. при эксплуатации и проектировании необходимо учитывать возрастающие погодноклиматические нагрузки, воздействие которых может приводить к значительным потерям при транспортировке электроэнергии, затраты на ремонт ЛЭП, прекращение подачи электроэнергии;

- в связи с ростом температур будет происходить постепенное увеличение потребления электроэнергии на кондиционирование и существенное уменьшение потребления электроэнергии на отопление. Для минимизации экономических потерь от данных факторов, необходимо изменение структуры энергопотребления, которая на данный момент ориентирована на основное использование тепловой энергии в холодное время года;

- учитывая необходимость адаптации энергетической отрасли к изменению климата, необходимо иметь ввиду обязательства Беларуси согласно Парижскому соглашению по снижению выбросов парниковых газов. По данным на 2018 год [1] на энергетику приходится около 62 % суммы совокупных выбросов парниковых газов без учета ЗИЗЛХ (землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство). Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – один из основных способов адаптации экономики к изменению климата. Для территории Беларуси в качестве альтернативных источников может служить ветроэнергетические и гелиоэнергетические установки, биоэнергетика.

- принимая во внимание наибольшую уязвимость Гомельской области, на ее территории необходимо усиление адаптационных мероприятий, минимизации потерь при передаче энергии по ЛЭП в связи с высокими температурами воздуха в теплый период года, высокая ветровая нагрузка

Планы адаптации к ожидаемым изменениям климата в 21 веке должны быть взаимосогласованы как на отраслевом уровне, так и на региональном.

Список использованных источников

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 15.03.2019

2. Кобышева, Н.В. Климатические риски и адаптации к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. / Н.В.Кобышева, Е.М.Акентьева, Л.П.Галюк. – СПб., 2015. – 216 с.

3. Оганесян, В.В. Методика расчета климатической уязвимости территории на основе безразмерных климатических индексов. / В.В. Оганесян // Тр. Гидрометцентра России, вып. 366. – С. 158-165. – 324 с.

4. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами под редакцией д-ра геогр. наук, профессора Н.В.Кобышевой. – СПб., 2009. – 336с.

5. IPCC, 2014a: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contributions of Working Group II to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 1132 pp.