

3. Гальперина, Р. И. Водные ресурсы Казахстана : оценка, прогноз, управление : в 21 томе. Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 1 : Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстан. – Алматы, 2012. – Т. VII. – 684 с.
4. Определение основных расчетных характеристик. – СП-33-101-2003. – М., 2004. – 85 с.

УДК 551.581.1

## ОБОБЩЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА РАЗРАБОТКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

*О. П. Мешик<sup>1</sup>, М. В. Борушко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии  
УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь,  
e-mail : omeshyk@gmail.com

<sup>2</sup> Магистр технических наук, аспирант кафедры природообустройства старший  
преподаватель кафедры иностранных языков УО «Брестский государственный  
технический университет», Брест, Беларусь, e-mail : borushko.marina@mail.ru

### Реферат

Выполнено обобщение зарубежного и отечественного опыта разработки климатических проекций. Рассмотрены основные этапы разработки сценариев глобального изменения климата, предложенные Межправительственной группой экспертов по изменению климата и применяемые для разработки климатических проекций. Исследован опыт разработки климатических проекций белорусскими учеными. Выявлены корреляции между результатами исследований белорусских и зарубежных экспертов.

**Ключевые слова:** климатические проекции, сценарии изменения климата, климатические модели.

## INTERNATIONAL BEST PRACTICE AND BELARUSIAN EXPERIENCE IN MAKING CLIMATE PROJECTIONS

*A. P. Meshyk, M. V. Barushka*

### Abstract

International best practice and some Belarusian experience in projecting climate change are investigated in this paper. The authors study main stages in the history of creating scenarios of global climate change which are proposed by IPCC experts. Some cases of climate projections made by Belarusian researchers are also presented here. The authors reveal certain correlations between the results obtained by Belarusian and international experts.

**Key words:** climate projections, climate change scenarios, climate models.

### Введение

Научное сообщество уделяет большое внимание изучению проблем изменения климата и моделированию возможного развития климата в будущем. Главной причиной современного глобального потепления климата является усиление

ние парникового эффекта атмосферы, вызванное выбросами парниковых газов. Эта концепция лежит в основе оценочных докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Эксперты МГЭИК разрабатывают возможные сценарии глобального изменения климата при разных концентрациях парниковых газов и строят климатические проекции будущих изменений климата на основе различных климатических моделей.

Целью работы является изучение передовых подходов разработки климатических проекций зарубежными экспертами и исследование опыта разработки климатических проекций белорусскими учеными, а также выявление корреляции между результатами исследований белорусских и зарубежных исследователей.

### **Материалы и методы исследований**

В работе использованы материалы Специального доклада МГЭИК о сценариях выбросов (2000 г.) [1], Оценочного доклада МГЭИК 2014 [2], Оценочного доклада МГЭИК 2022 г. [3], а также работы белорусских ученых, занимающихся изучением проблем изменения климата на территории Республики Беларусь.

Методологической основой исследований являются статистические методы анализа данных, системный анализ накопленной информации.

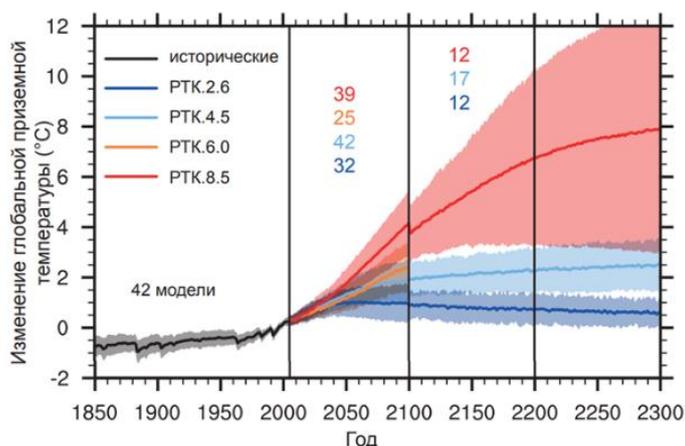
### **Результаты и обсуждения**

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) была учреждена в 1988 году Всемирной метеорологической организацией и Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде.

Первый оценочный доклад МГЭИК (1990 г.) [4] уже включал формулировку сценариев антропогенных выбросов парниковых газов и модельные прогнозы роста глобальной температуры по этим сценариям, полученные при различных значениях параметра климатической чувствительности. В 2000 г. МГЭИК представила Специальный доклад о сценариях выбросов (СДСВ) на период до 2100 г [1]. Этот доклад содержит 40 сценариев, разработанных с помощью шести компьютерных моделей для мира в целом и для его основных регионов. Они разбиты на четыре группы: А1 (17 сценариев); А2 (6 сценариев); В1 (9 сценариев); и В2 (8 сценариев). В основу каждого семейства сценариев был положен комплекс принципов, основанных на содержании эмиссий парниковых газов и социально-экономических показателях развития. Сценарии предназначены служить основой для оценок изменения климата и его воздействий.

Сегодня исследователи строят климатические проекции используя модели, в которых учитывается изменение количества парниковых газов. Так как невозможно знать точные будущие концентрации парниковых газов, модели запускают с различными потенциальными сценариями количества парниковых газов. Эти сценарии называются Репрезентативные траектории концентраций (РТК) (Representative Concentrations Pathways, RCP). В 2014 году МГЭИК приняла четыре стандартных RCP с концентрациями парниковых газов, которые добавляют следующие уровни радиационного воздействия: 2,6, 4,5, 6,0 и 8,5 Вт/м<sup>2</sup> [2]. Эти сценарии дают диапазон от наилучшего (2,6) до наихудшего (8,5) сценария эмиссии парниковых газов в атмосферу. Для сценария RCP2.6 концентрация

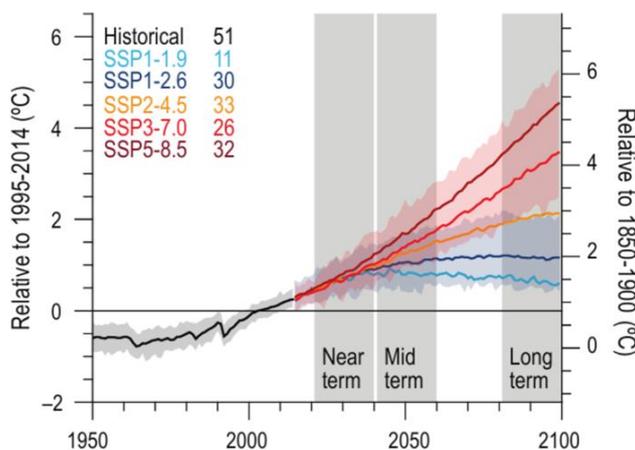
составляет 490 ppm, для RCP4.5 – 650 ppm, а для RCP8.5 – 1370 ppm. Сценарии отражают степень принятия человечеством мер в области недопущения глобального потепления климата в XXI веке. Сценарий RCP2.6 предполагает весьма низкий уровень воздействия, RCP4.5 и RCP6.0 – сценарии стабилизации, и самый «агрессивный» сценарий с высокими уровнями выбросов парниковых газов – это RCP8.5.



**Рисунок 1 – Сценарии изменения глобальной приземной температуры по проекту CMIP5 [2]**

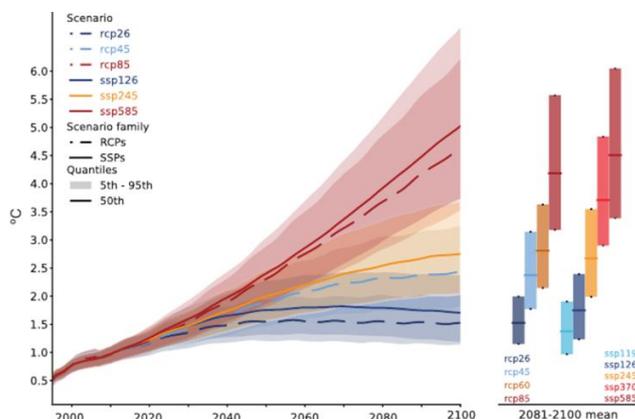
В результате модельных расчетов по сценариям RCP6.0 и RCP8.5 радиационное воздействие не достигает максимального значения к 2100 г.; в то время как для сценария RCP2.6 оно достигает максимума и затем снижается, а для сценария RCP4.5 стабилизируется к 2100 г. (рисунок 1).

В 2022 году МГЭИК приняла 6 оценочный доклад [3] на основе проекта CMIP6, в котором предлагается 5 сценариев изменения климата SSP (Shared Socio-economic Pathways): SSP2-2.6 для устойчивой траектории, SSP2-4.5 для умеренной, SSP3-7.0 для регионального соперничества и SSP5-8.5 для развития на основе широкого применения ископаемого топлива. Также рассматривается сценарий SSP1-1.9 для оценки возможности достижения цели Парижского соглашения по климату, которое допускает максимальный рост температуры в 1,5 °C (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Сценарии изменения глобальной приземной температуры по проекту CMIP6 [3]**

Хотя 6 оценочный доклад во многом основывается на новых наборах сценариев и моделей проекта CMIP6, очевидно определенная корреляция между сценариями RCP проекта CMIP5 и SSP проекта CMIP6. В докладе [3] проводится сравнение двух подходов и дается заключение о том, что модели, применяемые в проекте CMIP6, имеют большую климатическую чувствительность, поэтому демонстрируют больший рост температуры, чем модели и сценарии CMIP5.



**Рисунок 3 – Сценарии изменения глобальной приземной температуры по проектам CMIP5 и CMIP6 [3]**

До публикации 6 оценочного доклада МГЭИК большинство климатологов использовали сценарии RCP для построения климатических проекций с 20-летним приростом, начиная с 2020 года. Для разных сценариев применяется разное количество моделей, однако во всех случаях достаточно репрезентативное. Сегодня доступны десятки моделей из центров моделирования по всему миру. Не все идеально подходят для передачи основных концепций и общих трендов, поэтому сложно выбрать лишь одну из них. Предлагается использовать совокупность нескольких моделей (MultiModel Ensemble, MME), которые обеспечивают средства и стандартные отклонения между избранной коллекцией моделей.

Сценарии будущих изменений климата на территории Беларуси разрабатывают разные группы ученых на основе результатов различных моделей. Например, в рамках проектов CMIP3, CMIP5, PRUDENCE и ENSEMBLE территория страны была включена в области международных исследований [5, 6]. Просчитано [7], что для отдельно взятой модели оптимальный масштаб пространственного осреднения составляет примерно 2000 км, а региональные климатические модели покрывают территорию в 5000 км×5000 км. Вследствие небольшой площади Беларуси и ее размещения, территория страны часто включается в исследуемые домены как европейских ученых, так и российских. Например, прогнозирование будущих изменений климата, включающих территорию Беларуси, проводилось в России [8, 9, 10, 11 и др.], Украине [12 и др.] и Европе [13 и др.].

Результаты первых исследований будущих климатических изменений непосредственно территории Беларуси были представлены в работе Академика НАН Беларуси В.Ф. Логинова [14]. Моделирование позволило дать прогноз вероятного повышения основных метеорологических параметров к 2100 году.

Другие климатические исследования для территории Беларуси, основанные на климатических прогнозах проекта CMIP5 [15], демонстрируют увеличение

продолжительности теплого периода. Авторы данного исследования рассчитали прогнозные значения основных агроклиматических показателей по теплообеспеченности и влагообеспеченности для периодов 2011-2030, 2021-2041, 2041-2060 гг. В результате расчетов были получены новые границы агроклиматических зон для сценария RCP4.5 на территории Беларуси с использованием данных из ансамбля 31 модели CMIP5 по отношению к базовому периоду 1989-2015 гг. для сценария RCP8.5. Согласно рассчитанным моделям прогнозируется, что в ближайшие десятилетия на территории Беларуси изменения климата продолжат тенденции, наблюдавшиеся в последние десятилетия (т.е. увеличение сумм температур, продолжительности вегетационного периода и т. д.). Продолжится дальнейшее смещение границ агроклиматических областей на север и появление новых агроклиматических зон с суммами температур выше существующих в настоящее время. Полученные результаты показывают существенное изменение агроклиматических характеристик и необходимость планирования внесения изменений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Подробная оценка климатических проекций с различным пространственным разрешением для территории Беларуси представлена в работах [16, 17], где выполнена оценка возможных будущих колебаний температуры воздуха и осадков на основе использования данных климатического моделирования, предоставленных консорциумом EURO-CORDEX, для узлов сетки, входящих в границы Беларуси. В работе использованы данные с временным разрешением за суточные интервалы для периода 1970–2100 гг. и пространственным разрешением 0,44 градуса. Для оценки будущих изменений температуры воздуха и осадков авторы выполнили расчеты по 40 комбинациям глобальных и региональных климатических моделей. Расчетный период охватывает 2017–2100 гг., исторический период 1971–2000 гг. Используются климатические проекции, согласно сценариям радиационного воздействия RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Рассчитаны статистические параметры для рядов модельных данных по температуре воздуха и осадкам за годовые и сезонные интервалы и климатические индексы на их основе по последовательным десятилетиям. Расчеты показали существенные изменения температуры воздуха и осадков по территории Беларуси к концу текущего столетия, особенно для холодной части года (зима и весна). Ожидаемые изменения связаны с положительными тенденциями температуры воздуха и осадков. Расчетные данные сезонных и годовых значений температуры и осадков варьируются в зависимости от модели. Наименьшие изменения отмечены для сценария RCP2.6, наиболее значимые изменения – для сценария RCP8.5.

Ученые Института природопользования НАН Беларуси в работе [18] строят прогнозы изменения различных параметров температуры воздуха, осадков, а также снега и ветра для сценариев RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Согласно выполненным ими расчетам по ансамблю климатических моделей, входящих в консорциум EURO-CORDEX, ожидается увеличение температуры воздуха на 1-6 °С к концу текущего столетия, увеличение годовых сумм осадков в пределах 5-15 %, увеличение максимальных сумм осадков на 20 %, снижение на 10-40 дней числа дней с твердыми осадками, увеличение продолжительности засушливых периодов на 1-2 дня, незначительные изменения годовой скорости

ветра и разнонаправленные изменения числа дней с сильным ветром в пределах 1-3 дней.

Прогнозированием гидролого-климатических изменений на территории Республики Беларусь занимаются многие ученые [19, 20, 21]. Например, в исследовании [22] авторы использовали глобальную климатическую модель ЕСНАМ5 и региональную климатическую модель SCLM. В результате расчетов были сделаны выводы о том, что прогноз стока на период до 2035 г. в основном подтвердил выявленные тенденции его изменения за период с 1961 по 2015 гг. По прогнозным оценкам изменения объемов стока также возможна резкая дифференциация между северной и южной частями республики, между малыми и большими реками. При незначительном изменении стока в среднем за год, высока вероятность его неравномерности и разнонаправленности в отдельные сезоны и месяцы. Особенно значительно может измениться сток в летние месяцы с его снижением во все сезоны на юге Беларуси. Вместе с тем для севера Беларуси прогнозируются не столь значительные изменения стока, как для юга.

В работе [23] для прогнозирования максимального речного стока предложена гибридная модель, основанная на совместном использовании метода эмпирической модовой декомпозиции (EMD) и модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA). Проведенный анализ и сравнение результатов моделирования максимальных расходов воды р. Днепр в створе г. Речица позволяют сделать вывод о преимуществе использования гибридной модели EMD-ARIMA перед классической моделью ARIMA так как она позволяет учесть все локальные особенности максимальных расходов воды весенне-го половодья, внутреннюю структуру, а также аномальные выбросы.

В работе [24] авторы выполнили расчет прогнозных гидрологических характеристик с использованием численной модели «Гидрологические прогнозы для окружающей среды» (Hydrological Predictions for the Environment, HYPE) за период 2030-2040 гг. для трех сценариев RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5. Их прогнозные оценки показывают дальнейшие колебания годового стока рек Припять, Западная Двина, Днепр, Неман в пределах 10 %, снижение максимального и увеличение минимального стока летне-осенней межени.

На основании данных проекций, представленных в различных публикациях, можно сравнить данные климатических проекций, построенных белорусскими исследователями (рисунок 4), с данными проекций МГЭИК (таблица 1) и Европейского агентства по окружающей среде (European Environment Agency) (таблица 2).

Таблица 1 – Прогнозируемое изменение средней глобальной приземной температуры воздуха, °С [2]

Сценарий	2046-2065 гг.		2081-2100 гг.	
	Среднее значение	Вероятный диапазон	Среднее значение	Вероятный диапазон
RCP2.6	1,0	0,4-1,6	1,0	0,3-1,7
RCP4.5	1,4	0,9-2,0	1,8	1,1-2,6
RCP6.0	1,3	0,8-1,8	2,2	1,4-3,1
RCP8.5	2,0	1,4-2,6	3,7	2,6-4,8

Таблица 2 – Прогнозируемое изменение средней приземной температуры воздуха в Европе в 2071-2100 гг. относительно 1971-2000 гг., °C [25]

Среднегодовая температура	Атлантическая Европа		Континентальная Европа		Северная Европа		Южная Европа	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Средняя	1,7	3,2	2,1	4,1	2,9	5,2	2,0	4,2
Минимальная	1,3	2,5	1,6	3,6	2,0	4,1	1,9	3,8
Вероятный диапазон	1,4-2,1	2,7-3,6	1,6-3,2	3,7-5,2	2,0-4,2	4,1-6,2	1,9-2,7	3,9-5,4
Максимальная	2,9	4,2	3,2	5,3	4,3	6,5	3,2	5,7

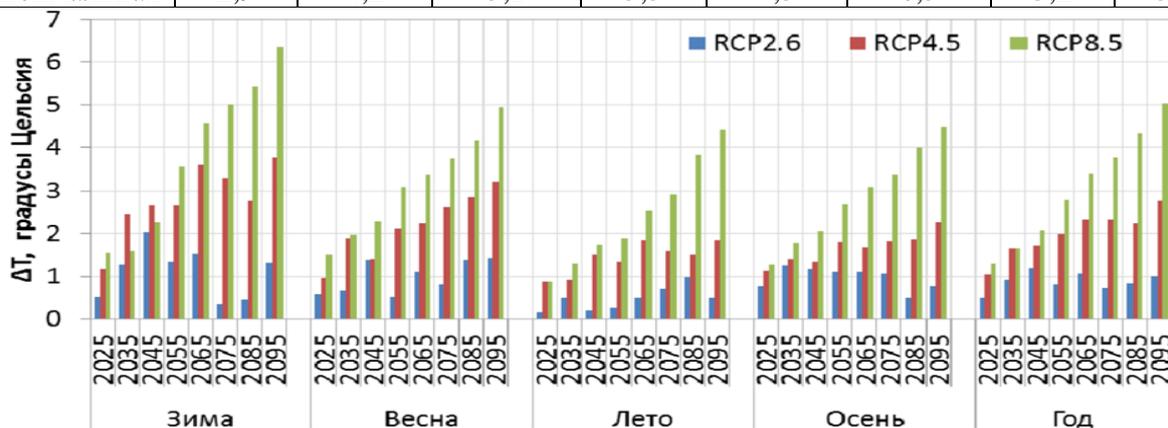


Рисунок 4 – Прогнозируемое изменение средней приземной температуры воздуха в Беларуси в 2021-2099 гг. относительно 1971-2000 гг., °C [18]

Согласно расчетам экспертов МГЭИК по сценарию RCP4.5 в 2081-2100 гг. приземная температура воздуха в среднем по планете увеличится на 1,8 °C относительно доиндустриального уровня, а вероятный диапазон составит 1,1-2,6 °C. В континентальной Европе по этому же сценарию эксперты Европейского агентства по окружающей среде прогнозируют рост в 2071-2100 гг. на 2,1 °C относительно 1971-2000 гг., а вероятный диапазон составит по их данным 1,6-3,2 °C. Расчеты белорусских исследователей предполагают рост средней приземной температуры воздуха в Беларуси в 2075-2095 гг. в вероятном диапазоне 2,1-2,8 °C по тому же сценарию.

По сценарию RCP8.5 глобальная приземная температура воздуха в среднем увеличится на 3,7 °C, а вероятный диапазон составит 2,6-4,8 °C. В континентальной Европе по этому же сценарию прогнозируется рост в среднем на 4,1 °C, а вероятный диапазон составит 3,7-5,2 °C. На территории Беларуси предполагается рост средней приземной температуры воздуха в диапазоне 3,7-5,0 °C.

Таким образом, очевидна корреляция полученных данных с небольшим снижением значений глобальной температуры воздуха, что можно объяснить неравномерностью изменений приземной температуры воздуха в целом по планете, удаленностью территории Беларуси от океанов и, конечно, применением различных климатических моделей при построении проекций и отличающихся по длительности временных отрезков.

### Заключение

В результате проведенного сравнительного анализа данных климатических проекций, разработанных экспертами МГЭИК и Европейского агентства по

окружающей среде, и данных климатических проекций, построенных белорусскими учеными, выявлены очевидные корреляции между результатами исследований белорусских и зарубежных специалистов.

#### Список цитированных источников

1. Специальный доклад МГЭИК. Сценарии выбросов / Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2000. – 570 с.
2. Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер (ред.)]. МГЭИК, Женева, Швейцария, 163 с.
3. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
4. Изменение Климата. Оценки МГЭИК за 1990 г и 1992 г. Первый доклад МГЭИК по оценке изменения климата. Общий обзор и краткое резюме для лиц, определяющих политику и Дополнение 1992 г. к докладу МГЭИК / Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 1992 – 169 с.
5. Taylor K.E., Stouffer R J. and Meehl G.A. (2011), An overview of CMIP5 and the experiment design, *Bulletin of the American Meteorological Society*, No 93 (4), pp. 485–498, doi: 10.1175/BAMS-D-11-00094.1.
6. Van der Linden P. and Mitchell J. (2009), *Ensembles: Climate change and its impacts: Summary of research and results from the ensembles project*, Technical report, Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK.
7. Räisänen, J., & Ylhäisi, J.S. (2011). How Much Should Climate Model Output Be Smoothed in Space. *Journal of Climate*, 24, 867-880.
8. Мохов И., Елисеев А. Моделирование глобальных климатических изменений в XX - XXIII веках при новых сценариях антропогенного воздействия (РГП) // *Известия РАН. Серия географическая*. 2006. № 443(6). С. 732–736.
9. Кокорев В.А., Анисимов О.А. Построение оптимизированной ансамблевой климатической проекции для оценки последствий изменений климата на территории России // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. – 2013. – Т. 25. – С. 131.
10. Говоркова В.А., Катцов В.М., Мелешко В.П., Павлова Т.В., Школьник И.М. Оценка пригодности моделей общей циркуляции атмосферы и океана CMIP3 для расчетов будущих изменений климата России. *Климат России в XXI веке. Часть 2 // Метеорология и гидрология*. – 2008. – № 8. – С. 5–19.
11. Современные и ожидаемые гидроклиматические изменения в бассейнах Балтийского и Арктических морей в пределах территорий Беларуси и России / В. Ф. Логинов [и др.] // *Докл. Нац. акад. наук Беларуси*. – 2022. – Т. 66, No 3. – С. 338–347. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-3-338-347>.
12. Снежко С. И., Ободовский А. Г., Лопух П. С. Долгосрочный прогноз стока горных и равнинных рек для оценки их гидроэнергетического потенциала (на примере Украинских Карпат и Беларуси) // *Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология*. 2017. No 1. С. 50–61.
13. Jacob D., Petersen J., Eggert B., Alias A., Christensen O.B., Bouwer L.M., Braun A., Colette A., Déqué M. et al. EURO-CORDEX: new high resolution climate change projections for European impact research // *Regional Environmental Change*. – 2014. – Vol. 14, Issue 2. – P. 563–578.
14. Логинов В. Ф, Микуцкий В. С., Каждан Е. Н. Использование моделей общей циркуляции для оценки климата в Беларуси // *Природопользование*. 2000. Вып. 6. С. 30–31.
15. Мельник В.И., Соколовская Я.А., Комаровская Е.В. Возможные изменения климатических и агроклиматических характеристик в XXI веке на территории Беларуси и их влияние на сельское хозяйство // *Природные ресурсы*. 2017. Вып. 2. С. 118-125.
16. Данилович И.С., Гайер Б. Оценка возможных будущих изменений температуры воздуха и осадков по декадам текущего столетия для территории Беларуси на основе результатов численного моделирования // *Природные ресурсы*. 2018. № 1. С. 102-114.

17. Danilovich I., Geyer B. (2021), Estimates of current and future climate change in Belarus based on meteorological station data and the EURO-CORDEX-11 dataset, *Meteorology, Hydrology and Water Management*, <https://doi.org/10.26491/mhwm/139386>

18. Данилович И.С., Логинов В.Ф. Текущие и ожидаемые изменения климата на территории Беларуси // *Центральноазиатский журнал географических исследований*. 2021. № 1-2. С. 35-48.

19. Лопух П. С., Партасенок И. С. Влияние атмосферной циркуляции на формирование гидрологического режима рек Беларуси. Минск, 2013.

20. Современные и ожидаемые гидроклиматические изменения в бассейнах Балтийского и Арктических морей в пределах территорий Беларуси и России / В. Ф. Логинов [и др.] // *Докл. Нац. акад. наук Беларуси*. – 2022. – Т. 66, No 3. – С. 338–347. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2022-66-3-338-347>

21. Данилович И. С., Квач Е. Г., Поликша Д. С. Современные и будущие изменения гидроклиматических характеристик в бассейне Припяти // *Асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зборник навуковых прац / Нацыянальная акадэмія навук Беларусі. Палескі аграгна-экалагічны інстытут ; пад рэд. М. В. Міхальчук. – Мінск : Беларуская навука, 2022. – С. 7-9.*

22. Волчек А. А., Корнеев В.Н., Парфомук С.И. Оценка и прогноз естественных водных ресурсов Беларуси // *Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / ФГБОУ ВПО РГАТУ; под ред. Н.В. Бышова. – Рязань, 2013. – С.434 – 440.*

23. Волчек, А. А.; Парфомук, С. И.; Сидак, С. В. Прогнозные оценки максимальных расходов воды реки Днепр в створе города Речицы. *Вестник БрГТУ* 2021, 69-76.

24. Данилович И. С., Квач Е. Г. Современные изменения и прогнозные оценки гидроклиматических характеристик на территории Беларуси // *Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. трудов V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию кафедры природообустройства, Брест, 26-28 октября 2022 г. / Брест. гос. тех. ун-т : редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2022. – Ч. 1. – С. 95-102.*

25. Daniela Jacob et al., “EURO-CORDEX: New High-Resolution Climate Change Projections for European Impact Research”, *Regional Environmental Change* 14, no. 2 (2014): 563–78, [doi:10.1007/s10113-013-0499-2](https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2).

УДК 551.578

## **ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

*О. П. Мешик<sup>1</sup>, В. А. Морозова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии  
УО «Брестский государственный технический университет»,  
Брест, Беларусь, e-mail : omeshyk@gmail.com

<sup>2</sup> Магистр технических наук, аспирант кафедры природообустройства,  
старший преподаватель кафедры начертательной геометрии и инженерной графики  
УО «Брестский государственный технический университет»,  
Брест, Беларусь, e-mail : vmorozova-brest@mail.ru

### **Реферат**

Снежный покров является источником питания рек в весенний период, тем самым формируя весеннее половодье, обусловленное таянием снега, накоплен-