

Заключение. Разнообразие культурных ландшафтов позволяет рассматривать их как особый тип наследия, в котором гармонично сочетаются и взаимодействуют природные и историко-культурные культурные элементы. Вопросы сохранения культурных ландшафтов должны быть учтены в практике устойчивого природопользования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Культурный ландшафт как объект наследия / под ред. Ю. А. Веденина, М. Е. Кулешовой. – М. : Ин-т наследия ; СПб. : Дмитрий Буланин, 2004. – 620 с.

2. К вопросу о типологическом разнообразии культурно-ландшафтных районов Беларуси / Н. В. Гагина, Л. Н. Гертман, Е. Ю. Лутохина, А. Н. Полухович // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии : материалы VII Междунар. науч. конф., Минск, 11–15 нояб. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; А. Н. Витченко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – С. 243–248.

УДК 556+551.587+004.942

Ю. А. ГЛЕДКО, П. С. ЛОПУХ, Н. В. ДОРОЖКО, И. В. ТАРАСЕВИЧ
Беларусь, Минск, БГУ
E-mail: gledko74@mail.ru, lopuch49@mail.ru, natashka_d10.05@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕГИОНАЛЬНОГО СТОКА ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ УВЛАЖНЕННОСТИ

В связи с активной фазой глобального потепления повысился интерес к региональным климатическим и гидрологическим изменениям [2–6]. Этому обстоятельству способствует развитие современных информационно-вычислительных технологий, доступ к метеорологическим данным и данным реанализа. Глобальное потепление и интенсивная деятельность человека оказывают глубокое воздействие на гидрологические системы и изменяют способ и интенсивность обмена между поверхностными и подземными водами. Существуют значительные различия в интенсивности изменения климата и стока в регионах с различной степенью увлажненности. Комплексный географический анализ метеорологических и гидрологических параметров позволяет более глубоко и детально изучить влияние метеоусловий на сток, что, в свою очередь, повысит качество и заблаговременность прогноза гидрометеорологических параметров на территориях с различной степенью увлажнения при потеплении климата,

а также позволит достоверно провести оценку регионального стока на изучаемых территориях.

В рамках проведенного исследования для обработки полученных гидрологических и метеорологических данных использовались статистические методы и методы численного анализа. Материалы обработаны в соответствии с методиками численного и статистического анализов с применением программ Microsoft Excel 2019, Origin 8.5.1, SPSS Statistics, Matlab, а также систем численного моделирования. Данные, используемые в исследовании, охватывают временной интервал более 30 лет. Выбор временного интервала обусловлен наибольшей репрезентативностью данных. Анализ ежедневных значений температуры воздуха, атмосферного давления, облачности и осадков выполнен по данным метеорологических станций Беларуси и Китая. Анализировались также расходы воды на гидрологических постах Беларуси. База данных включает результаты наблюдений по 50 пунктам наблюдений на метеорологических станциях по всем областям Республики Беларусь (Брестская область – 9 станций, Гомельская – 9, Витебская – 11, Гродненская – 5, Минская – 9, Могилевская – 7). Временной интервал на территории Беларуси охватывает период 1970–2019 гг. На территории КНР использовались данные по 10 пунктам наблюдений – Пекин, Тайюань, Таныцзин, Санья, Нинбо (Лише), Шанхай, Харбин, Шэньян, Яньчжоу, Далянь – за период с 2005-го по 2024 г. Гидрологические показатели по территории КНР охватывали временной интервал с 1945-го по 2022 г. Сформированная база данных будет реализована для оценки трансформации регионального стока под влиянием неустойчивых климатических изменений за рассматриваемый период.

Климат Республики Беларусь характеризуется как умеренно континентальный, довольно мягкий и влажный. Наиболее благоприятными с точки зрения климатических условий являются Гродненская и Брестская области. Климат Брестской области, где проходит Восточно-Европейская изотерма, умеренно-влажный с мягкой короткой зимой и умеренно-теплым продолжительным летом, самый мягкий и теплый в Беларуси, практически это климат Европы. В этой же области в районе Белого озера находится самая теплая точка Беларуси. Самый суровый климат в Витебской области. Это климат с более резко выраженной континентальностью, нежели в южных районах Беларуси. На западе этой области климат мягче, чем в ее восточной части. Территория Восточной Европы является регионом, где нередко происходят засухи разной интенсивности и продолжительности. Особенно подвержены засухе южные районы в теплый период года, когда в атмосфере преобладают антициклонические процессы, способствующие интенсивному радиационному прогреву и иссушению воздуха и почвы при дефиците осадков.

В среднем за год на территорию Беларуси приходят или непосредственно над ней формируются 15–16 антициклонов. Период современного потепления климата характерен тем, что наблюдается интенсивный рост зимних температур воздуха и, как следствие, уменьшение продолжительности периода со среднесуточной температурой воздуха 0°C и ниже. Однако следует учитывать, что в начальный период потепления, а именно в 1989–1999 гг., наибольшие изменения были характерны для холодной части года, с 2000-х гг. отмечается смещение потепления климата на вторую половину года.

Важной характеристикой при проведенном исследовании является режим увлажнения. В большинстве исследований режима увлажнения указывается тенденция к более влажным условиям в Северном полушарии. В период с 1900-го по 2020 г. колебания годовой температуры воздуха на территории Беларуси находились вблизи температурной климатической нормы. Существенная трансформация температурного режима в Беларуси наблюдается с 1989 г. Именно с этого времени отмечаются положительные отклонения среднегодовой температуры воздуха в Беларуси. Среднее годовое количество осадков в Беларуси в конце XX в. существенно не изменилось. В период 1989–2020 гг. в целом по стране оно увеличилось на 3–4 % по сравнению с климатической нормой 1961–1990 гг.

Использование статистических методов также позволило рассчитать многолетние нормы и коэффициенты линейного тренда для температур и осадков на территории Беларуси. За период 1977–2019 гг. для температурной нормы характерно уменьшение значений с юго-запада на северо-восток. На крайнем юго-западе (станция Брест) норма в пределах $8,09$ – $9,67^{\circ}\text{C}$, а на севере и северо-востоке – от $5,65$ до $6,42^{\circ}\text{C}$. Для среднегодового значения температурной нормы за период 2001–2019 гг. характерно уменьшение температур с юго-запада на северо-восток. На крайнем юго-западе (станция Брест), норма в пределах $8,91$ – $10,52^{\circ}\text{C}$, а на северо-востоке – от $6,17$ до $7,06^{\circ}\text{C}$. За период 1977–2019 гг. суммарное количество осадков имеет диапазон от $374,86$ до $842,19$ мм. Максимум осадков наблюдается на севере и северо-западе страны. Особенно для возвышенных территорий, Новогрудская возвышенность – $754,24$ – $842,19$ мм. Отмечается тенденция к уменьшению количества осадков в отдельные месяцы теплого периода года – июнь, август и сентябрь – и увеличению в мае, июле и октябре. В остальные месяцы года количество осадков оказалось выше или около нормы. Наибольшее увеличение количества осадков в период изменения климата отмечено в феврале, а наибольшее уменьшение – в июне. Наблюдается увеличение количества дней с жидкими осадками и, соответственно, уменьшение количества дней с твердыми осадками. Период потепления

климата в Беларуси связан с нарастанием экстремальности режима выпадения осадков. Увеличение неравномерности выпадения осадков и повышение температуры воздуха на территории Беларуси вызвали увеличение повторяемости засух. В годы периода потепления, а именно в 1989–2020 гг., в основном отмечались засушливые условия на протяжении двух и более месяцев в период активной вегетации растений.

Далее проводился анализ изменения расхода воды на территории Беларуси. Анализ изменения расхода воды на территории Беларуси целесообразно было проводить по гидрологическому году. Максимальные значения расхода воды отмечаются весной и зимой. Следует отметить Витебск, где в марте наблюдается рост значений расхода воды с 1989 г.

По алгоритму расчета выполнен также численный анализ атмосферных процессов регионального масштаба на территории бассейнов рек Беларуси при прохождении опасных метеорологических явлений, поскольку опасные явления оказывают существенное влияние на гидрологический режим.

Численный анализ выполнялся для трех случаев с вариацией параметров счета. Особое внимание уделялось анализу облачности, расчету осадков и температур на территории. В результате получены наборы материалов расчета, которые в дальнейшем планируется использовать при исследовании путем уменьшения масштаба территории и шага сетки, а также выделения бассейнов основных рек на территории Беларуси.

Вторым инструментом при численном анализе был API-open meteo – бесшовная интеграция моделей погоды с высоким разрешением с прогнозом на 16 дней для расчета параметров совместно на территории Беларуси и Китая [1]. С помощью этого инструмента выполнялся ежечасный прогноз температуры воздуха на территории Беларуси (точка Минск) и Китая (точка Пекин) (рисунок).

Следует отметить, что минимальные значения температур воздуха прогнозируются 20 сентября в Пекине (16 °C), а в Минске 27 сентября (около 7 °C).

Следующим параметром численного расчета был средний расход воды в реках на изучаемых территориях на месяц вперед. Использовались данные повторного анализа и прогнозирования из Глобальной системы осведомленности о наводнениях. Выделяются территории Яньчжоу и Шанхай, где с конца сентября прогнозируется значительное снижение среднего расхода воды. На территории Пекина к концу срока прогноза будет незначительный рост расхода воды, а максимальное значение на четырех пунктах наблюдений приходится на 20–23 числа сентября, за исключением территории Шанхая.

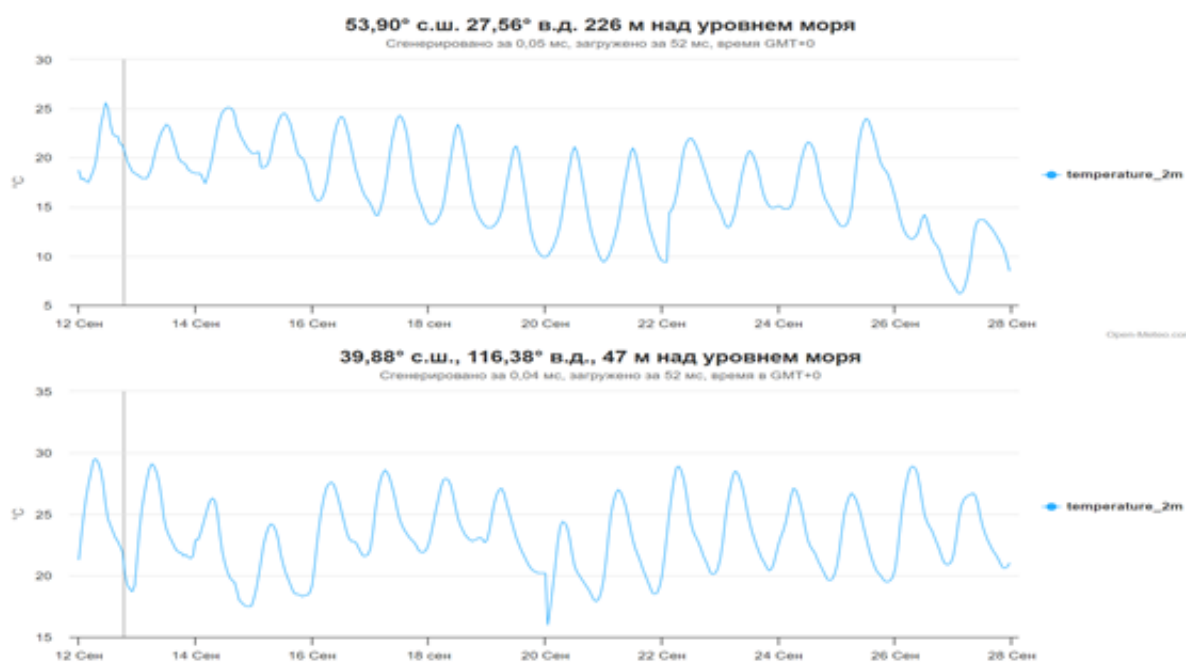


Рисунок – Пример численного прогноза температуры воздуха на 16 дней
(1 – Минск, 2 – Пекин)

Использование данных статистического и численного анализа гидрометеорологических параметров позволило проводить исследования на территориях различной степени увлажненности, а также определить роль рассматриваемых параметров в современных климатических условиях методами компьютерного и численного моделирования. Это позволит в дальнейшем выполнить оценку регионального стока на территориях с различной степенью увлажненности в условиях изменяющегося климата. Для оценки выбраны бассейны Западной Двины и Южного Буга (Республика Беларусь) и котловина Такла-Макан (КНР).

Статья подготовлена в рамках выполнения проекта БРФФИ-НФЕНК 2024 № X24-КИ-076 по теме «Численный анализ гидрологических процессов в современных климатических условиях для типичных сухих и влажных регионов (на примере КНР и Беларуси)».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бесплатный API погоды с открытым исходным кодом. – URL: <https://open-meteo.com/> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков / Всемир. метеорол. орг. – Женева, 2012. – URL: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7771 (дата обращения: 15.03.2025).
3. Дымников, В. П. Моделирование климата и его изменений / В. П. Дымников, В. Н. Лыкосов, Е. М. Володин // Современные проблемы

вычислительной математики и математического моделирования : в 2 т. – М. : Наука, 2005. – Т. 2 : Математическое моделирование. – С. 38–175.

4. Руководство по климатологической практике. ВМО-№ 100 / Всемир. метеорол. орг. – Женева, 2011. – 158 с.

5. Дорожко, Н. В. Вопросы моделирования регионального климата на территории Беларуси / Н. В. Дорожко // *Acta Geographica Silesiana*. – 2019. – Vol. 13/4 (36). – P. 5–12.

6. Логинов, В. Ф. Изменение площадей агроклиматических областей на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, Т. Г. Табальчук // *Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования ; редкол.: А. К. Карабанов (гл. ред.) [и др.]*. – Минск, 2014. – Вып. 25. – С. 47–52.

УДК 556.531.4(282.250.86)

В. Е. ГЛОТОВ, Л. П. ГЛОТОВА

Россия, Магадан, СВКНИИ имени Н. А. Шило ДВО РАН

E-mail: geoecol@neisri.ru, glotova@neisri.ru

ХОЛОДНЫЙ КЛИМАТ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ – УСЛОВИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРОВ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА

Сложившаяся в XXI в. социально-экономическая ситуация в мире однозначно указывает на связь ее с востребованностью продукции, производимой в отдельных странах или в регионах страны, на международном рынке. Примером этого утверждения может быть Кемеровская область Российской Федерации, материальное благополучие жителей которой контролируется востребованностью производимого здесь каменного угля. На российском и мировом рынках востребованы добываемые в нашем регионе, прежде всего в Магаданской области и в Чукотском автономном округе, золото и серебро, в ближайшие годы дополнительно станут востребованы олово и медь. Из числа морских биологических ресурсов – рыба и рыбопродукция, крабы. Вместе с тем существует географо-экономическое правило, что себестоимость любой продукции будет минимальной, если климатические условия благоприятствуют ее производству. Северо-Восток России, расположенный в высоких северных широтах, омываемый морями Северного Ледовитого и Тихого океанов, отличается холодным климатом со среднегодовой температурой от $-2,5^{\circ}\text{C}$ до -17°C , длинным холодным периодом (более семи месяцев). На большей