

В.Н. Корнеев, нач. отдела  
Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт  
комплексного использования водных ресурсов» (РУП «ЦНИИКИВР»)

## **СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ АДАПТАЦИИ БАСЕЙНА РЕКИ НЕМАН К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА**

Устойчивое развитие отраслей экономики в бассейне реки Неман с учетом обеспечения экологического функционирования водных объектов возможно при эффективном интегрированном управлении водными ресурсами бассейна, которое должно быть основано на учете среднесрочных и долгосрочных прогнозов региональных климатических изменений и своевременном принятии соответствующих предупреждающих адаптационных мер. Эти меры должны учитывать и максимально эффективно использовать выгоду от прогнозируемых изменений и нивелировать их возможные отрицательные последствия.

Прогнозируется, что к середине XXI века в бассейне реки Неман будут продолжаться наблюдавшиеся в последние десятилетия климатические изменения. В том числе прогнозируется повышение среднегодовой температуры воздуха, сокращение периода с устойчивым снежным покровом, увеличение годового количества осадков с более существенным их увеличением в первой половине года и с незначительными изменениями для летне-осеннего периода. Особенность бассейна реки Неман заключается в большой численности населения на его территории, высокой концентрации промышленных предприятий и других объектов, включая нефте-, продукто- и газопроводы, активном развитии гидроэнергетики и сельского хозяйства, интенсивном использовании водных ресурсов. В условиях роста интереса международного сообщества к этому региону ввиду его выгодного транзитного расположения роль и значение региона будут увеличиваться.

Стратегические направления адаптации бассейна реки Неман к изменению климата [1] разработаны в рамках международного проекта «Управление водными ресурсами бассейна реки Неман с учетом адаптации к изменению климата», выполнявшегося в 2012–2014 годах в ходе выполнения международного проекта. Главная цель Проекта – совершенствование интегрированного управления водными ресурсами с применением бассейнового подхода в условиях изменяющегося климата на примере реки Неман. Проект способствовал развитию трансграничного сотрудничества стран, расположенных в бассейне реки Неман. Он являлся частью программы пилотных проектов ЕЭК ООН и использовал платформу для обмена опытом между проектами и другими подобными инициативами по развитию сотрудничества в целях адаптации к изменению климата в трансграничных бассейнах. Помимо этого, Проект реализовывался при поддержке Международной инициативы «Окружающая среда и безопасность» (ENVSEC) и Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) в Республике Беларусь. В ходе реализации Проекта получены следующие основные результаты:

- выполнена оценка современного состояния водных ресурсов бассейна реки Неман (количественные характеристики) с учетом анализа воздействия на них хозяйственной деятельности;
- проведен анализ существующего изменения климатических характеристик и стока за период 50 лет, начиная с 1961 года;
- разработан прогноз изменения климата и стока на период до 2035 г.;
- разработана общая информационная платформа (база данных в Интернете) для управления водными ресурсами и по адаптации к изменению климата для каждой из стран бассейна реки Неман;
- разработаны Стратегические направления адаптации бассейна реки Неман к изменению климата.

Анализ и прогноз изменения климатических характеристик и стока в бассейне реки Неман выполнен с использованием информации за 1961 – 2010 гг. по 23 метеорологическим станциям (8 на территории Беларуси и 15 на территории Литвы) и по 25 гидрологическим постам (12 в Беларуси и 13 в Литве).

За период с 1961 по 2010 г. выявлены следующие тенденции изменения климата и стока:

- увеличение среднегодовой температуры воздуха в среднем по бассейну реки Неман на  $0,9^{\circ}\text{C}$  с максимальным увеличением в зимний период на  $2,5^{\circ}\text{C}$  (в январе) и в летний период на  $1,4^{\circ}\text{C}$  (в июле);

- незначительное увеличение количества осадков в среднем за год (на 7%), причем наибольшее увеличение произошло в зимнее время (в феврале – почти на 40%), а в летнее время изменение количества осадков оценивается как незначительное;

- незначительное увеличение среднегодового стока – в среднем по бассейну на 4,2%;

- снижение стока весеннего половодья с более ранним наступлением его пика;

- увеличение стока в зимний период;

- не очень значительное уменьшение стока в летний период.

Долгосрочные, на период с 2021 по 2035 гг., прогнозы изменения климата для бассейна реки Неман получены путем расчетов по региональной климатической модели SCLM с использованием выходных данных глобальной климатической модели ECHAM5. Для прогнозирования изменения климата, аналогично, как и для бассейнов рек Западная Двина и Неман использованы два сценария – A1B и B1 с последующим уточнением с за счет использования мультимодельного ансамбля из четырех сценариев CMIP5, предложенного Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 2013 году в Пятом докладе по изменению климата [2].

Тенденция увеличения температуры воздуха сохранится и в будущем. Среднегодовая температура воздуха вырастет на  $1,4 – 1,7^{\circ}\text{C}$  для различных климатических сценариев, с увеличением на  $2,0 – 2,8^{\circ}\text{C}$  в зимний период и на  $0,7 – 1,1^{\circ}\text{C}$  в летний. Также вероятно увеличение годового количества осадков в бассейне реки Неман. Более существенные изменения ожидаются в первой половине года, в то время как для летне-осеннего периода эти изменения будут не столь значительными. Вследствие значительного повышения температуры воздуха в зимний период и изменения количества и состава осадков снежный покров в ближайшем будущем будет сокращаться.

Уточненные климатические прогнозы до 2035 г. для бассейна Немана, выполненные с использованием результатов мультимодельного ансамбля CMIP5 подтвердили прогнозные тенденции увеличения температуры воздуха и количества осадков в среднем по бассейну [1]. При этом выявлен незначительный рост температуры воздуха по сезонам. Повышение температуры воздуха в летний период будет большим, чем прогнозировалось по сценариям A1B и B1, и меньшим в зимний период. Максимальное повышение температуры воздуха ожидается в зимний период. Наибольшее количество осадков прогнозируется в холодное время года, а во второй половине лета, как и в начале осени, количество осадков будет меняться мало или даже незначительно уменьшится.

Прогноз изменения стока поверхностных водных объектов в бассейне реки Неман на период с 2021 по 2035 гг. выполнялся с использованием двух методологически схожих гидрологических моделей:

- модели WatBal с расчетами суммарного испарения и водного баланса (расчеты по модели WatBal выполнены экспертами из Литвы) [3];

- модели гидролого-климатических расчетов на основании совместного решения уравнений водного и теплоэнергетического баланса (расчеты выполнены экспертами из Беларуси) [4].

По прогнозам изменения стока сохраняются выявленные за предыдущий более чем 50-летний период тенденции незначительного увеличения среднегодового стока в среднем по бассейну реки Неман. При этом максимальное увеличение стока может произойти в зимний период (до 24%), в основном в январе и феврале, за счет увеличения количества осадков

и оттепелей. Прогнозируемый сток в летний период может измениться не очень значительно, как с его увеличением (в основном для северо-западной части Литвы), так и с уменьшением (в основном, для территории Беларуси). Более значительное уменьшение стока прогнозируется в осенний период, особенно в его начале.

Стратегические направления включают основные результаты проекта в части оценки и прогноза изменения климата и стока в бассейне реки Неман, а также перечень основных возможных адаптационных мер. Эти меры разработаны на основании оценки предполагаемых воздействий изменения климата на различные виды природных ресурсов и отрасли экономики в контексте их взаимосвязи со степенью воздействия изменения климата на водные ресурсы. Проведены консультации по обсуждению результатов проекта и стратегических направлений в государствах бассейна реки Неман (в Беларуси, Литве, Калининградской области Российской Федерации) с участием представителей ЕЭК ООН, органов управления природопользованием, международных и национальных экспертов, заинтересованных водопользователей, а также средств массовой информации и общественности.

Основные наиболее актуальные принципы для определения стратегических направлений адаптации бассейна Немана к изменению климата утверждают, что «политика адаптации должна разрабатываться в контексте концепции интегрированного управления водными ресурсами, которая предполагает необходимость планирования на уровне речного бассейна, тесное межсекторальное сотрудничество, участие общественности и оптимизацию водопользования», а также что «адаптация – не «разовое мероприятие», а скорее постоянный, долгосрочный процесс, интегрированный во все уровни планирования» [6].

Поэтому основополагающим фактором при адаптации бассейна Немана к изменению климата является применение бассейнового подхода, при котором в максимальной степени принимаются во внимание проблемы и потребности бассейна в целом, вне зависимости от их пространственного расположения, ведомственной и территориальной принадлежности, а для их выявления и решения предлагаются механизмы бассейнового сотрудничества. Это обеспечивает более широкий взгляд на источники риска и способы решения проблем с точки зрения общих интересов. В обобщенном виде стратегические направления адаптации к изменению климата для различных видов природных ресурсов и отраслей экономики представлены в таблицах 1, 2.

**Таблица 1 – Стратегические направления адаптации к изменению климата для водных и других связанных с ними природных ресурсов**

Вид природных ресурсов	Стратегические направления адаптации
Поверхностные водные ресурсы	Эффективное управление водными ресурсами и оптимизация водопотребления, включая регламентацию требований к сельскохозяйственной и градостроительной деятельности в поймах рек для снижения рисков и ущерба от наводнений и засух. Мониторинг ситуации в бассейне, включая совершенствование системы мониторинга за гидрологическим, гидродинамическим, гидрохимическим режимом и автоматизацию пунктов мониторинга. Организация обмена информацией между странами на регулярной основе. Разработка планов управления водными ресурсами и рисками наводнений бассейнового уровня, картографирование риска затопления на систематической основе, планы действий при чрезвычайных ситуациях (ЧС), внедрение систем раннего оповещения, информирование (в т. ч. трансграничное) об опасности наводнений, планирование застройки урбанизированных территорий с учетом зон затопления согласно картам рисков затоплений. Снижение загрязнения от точечных и рассредоточенных источников. Мониторинг и модернизация гидротехнических сооружений. Восстановление систем орошения и пolderных систем. Мероприятия по укреплению берегов. Повышение информированности населения. Техническое переоснащение сетей гидрологических наблюдений.

## Окончание табл. 1

Вид природных ресурсов	Стратегические направления адаптации
Подземные воды	Комплексный мониторинг подземных вод. Оценка состояния подземных вод и их уязвимости к изменению климата. Эффективное управление водными ресурсами и оптимизация водопотребления, включая регламентацию требований к забору подземных вод. Учет взаимодействия поверхностных и подземных вод, эффективное управление дренажными системами
Лесные ресурсы	Мониторинг и анализ ситуации. Реализация комплексных мероприятий по устойчивому лесоводству, включая замену наиболее чувствительных видов на более устойчивые виды. Трансграничный контроль инфекций и паразитов. Мелиорация и повторное заболачивание лесных территорий. Проведение лесотехнических мероприятий по защите от пожаров, инфекций и вредителей.
Другие экосистемы и водно-болотные угодья	Контроль и предотвращение распространения видов-вселенцев (инвазивных видов), мониторинг экосистем и качества воды, контроль соблюдения технологий природопользования (например, при разработке торфяников), сохранение и расширение водно-болотных угодий, включая рекультивацию. Учет бассейновых аспектов при мероприятиях по улучшению биоразнообразия на региональном уровне (предотвращение фрагментации)
Ихтиофауна	Восстановление ихтиофауны и местообитаний, борьба с видами-вселенцами, водоохранные мероприятия

Механизмы адаптации к изменению климата основаны на том, что большинство мер адаптации, затрагивающих территорию бассейна, будет реализовываться усилиями стран, территорий и отраслей в рамках собственных стратегий развития и адаптации к изменению климата, а также других национальных инструментов экологической политики.

**Таблица 2 – Стратегические направления адаптации к изменению климата для отраслей экономики в сфере их взаимосвязи с водными ресурсами**

Отрасль экономики	Стратегические направления по адаптации
Промышленность	Развитие водозэффективных, водосберегающих и чистых технологий («зеленой экономики»), сокращение сбросов сточных вод и содержания в них загрязняющих веществ. Совершенствование экономического механизма в водопотреблении и водоотведении. Повышение информированности населения
Энергетика	Совершенствование инженерных проектов и технологий строительства ГЭС, обновление правил эксплуатации ГЭС с учетом прогнозируемых изменений гидрологического режима на бассейновом уровне, совершенствование управления пусками с водохранилищ и сбросами сточных вод, расширение использования возобновляемых источников энергии, использование отходов для получения энергии. Обмен трансграничной информацией
Жилищно-коммунальное хозяйство	Развитие систем водоснабжения и водоотведения, в том числе в сельских населенных пунктах; периодическая оценка запасов и мониторинг подземных вод (количественные и качественные показатели). Внедрение новых и совершенствование существующих технологий очистки сточных вод. Сокращение территорий захоронения отходов за счет совершенствования систем их переработки. Реализация мер по сокращению потерь воды, совершенствование дождевой канализации
Сельское хозяйство	Снижение загрязнения от точечных и рассредоточенных источников. Внедрение эффективных технологий, в т. ч. в мелких хозяйствах, борьба с эрозией. Замена сельскохозяйственных видов на более урожайные и устойчивые (адаптированные к новым климатическим условиям)

Окончание табл. 2

Отрасль экономики	Стратегические направления по адаптации
Рыбное хозяйство и рыбоводство	Эффективный надзор и оптимизация водопользования. Мониторинг ихтиофауны, регулирование рыбного хозяйства, использование возможностей разведения новых видов, включая расширение сети искусственных водоемов и ассортимента аквакультуры. Дополнительные технологические меры в Беларуси (аэрация, увеличение проточности, химические способы)
Правовые и институциональные аспекты управления водными ресурсами	Совершенствование правовой и институциональной базы бассейнового управления. Повышение информированности населения. Обмен трансграничной информацией
Транспортная инфраструктура, включая водный транспорт	Адаптация водного транспорта к увеличению частоты и амплитуды колебаний уровня воды, проведение инженерных мероприятий по улучшению пропускной способности водотоков. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрометеорологических явлений. Внедрение систем предупреждения и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций. Совершенствование инженерных защитных мероприятий по снижению негативного воздействия опасных гидрологических явлений на дорожную сеть. Повышение информированности населения. Проектирование новых дорог и зданий с учетом происходящих климатических изменений, использование в строительстве материалов, рассчитанных на увеличенное число циклов замораживания и оттаивания
Здоровье населения	Совершенствование мониторинга и контроль качества поверхностных и подземных вод, информирование населения. Прогнозирование наводнений и снижение ущерба от них
Рекреация	Поддержание туристской и рекреационной инфраструктуры, развитие экотуризма. Информирование населения

*Список использованных источников*

1 Стратегические направления адаптации бассейна реки Неман к изменению климата / Программа развития ООН в Беларуси и Европейская экономическая комиссия ООН; сост. В.Н. Корнеев, А.А. Волчек, Л.Н. Гертман, И.П. Усова, В.Н. Ануфриев, А.В. Пахомов, И.Е. Русая, И.А. Булак, Е.П. Богодяж, С.А. Дубенок, С.В. Завьялов, А.Н. Рачевский (Республика Беларусь); Э.Римкус, Э.Стоневичус, А.Шепикас (Литовская Республика); П. Бойс (Нидерланды); Д. Крема (Италия), Н.Б., Денисов, С. Коппель (Швейцария). – Брест, 2015. – 68 с./ The Strategic Framework for Adaptation to Climate Change in the Neman River Basin / United Nations Development Programme in Belarus and United Nations Economic Commission for Europe; V.N. Korneev, A.A. Volchak et al. – Brest, 2015. – с. 64.

2 Атлас глобальных и региональных климатических прогнозов (на английском языке) // Материалы МГЭИК, с. 1350 – 1353. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

3 Yates, D. N. WatBal: An Integrated Water Balance Model for Climate Impact Assessment of River Basin Runoff // Int. J. of Water Resources Development. – 1996. – № 12(2). – P. 121 – 140.

4 Волчек, А.А. Оценка современных трансформаций водного режима рек Беларуси / А.А. Волчек, В.В. Лукша // Водные ресурсы (информационные материалы). – Минск: ЦНИИКИВР, 2004. – № 18. – С. 20 – 29.

5 Руководство по водным ресурсам и адаптации к изменению климата. – Нью-Йорк, Женева : ООН, 2009 г. – 128 с.