

РЕЗЮМЕ

СЦЕНАРИИ БУДУЩЕГО СПРОСА НА ВОДУ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, СМОДЕЛИРОВАННЫЕ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ДНЕСТР

С каждым годом масштабы изменения климата и их последствия растут. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), последнее десятилетие и, особенно, период с 2015 г., были на планете и в северном полушарии самыми теплыми за последние сто лет. В бассейне Днестра этот период также, вероятно, самый теплый за весь период инструментальных наблюдений за погодой. Основной причиной повышения температуры и изменения климата является деятельность человека, спровоцировавшая усиление парникового эффекта в атмосфере. По оценкам ВМО, она обусловила глобальное потепление почти на 1,0 °С, по сравнению с доиндустриальным периодом. Согласно данным межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) начиная с 1960 г. антропогенные воздействия, вероятно, затронули глобальный гидрологический цикл – повышается содержание влаги в атмосфере, изменяется режим осадков над сушей, увеличивается их интенсивность. Эти изменения привели к изменению гидрологических систем и водных ресурсов, их количества и качества.

Прогнозирование состояния водных ресурсов на долгосрочную перспективу предусматривает, прежде всего, оценку изменения климата в исследуемом регионе. Для этого используют климатические модели, которые воспроизводят изменения на основе набора сценариев антропогенных воздействий: выбросов и радиационного воздействия (репрезентативных траекторий концентраций (РТК) парниковых газов) (рис.1). На основе Специального доклада о сценариях выбросов (СДСВ) МГЭИК разработаны сценарии концентраций, которые используются в качестве исходных данных климатических моделей, для расчета перспективных оценок климата,

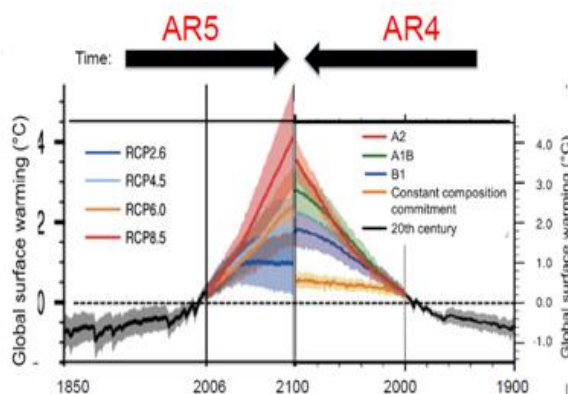


Рис.1 – Соотношение сценариев изменения климата СДСВ и РТК

представленных в третьем (ОДЗ), четвертом (ОД4) и пятом оценочных докладах (ОД5) МГЭИК. В ОД5 МГЭИК для новых климатических расчетов использован набор из четырех сценариев РТК. Они получили свои названия в соответствии со своим приблизительным общим радиационным воздействием в 2100 году относительно доиндустриальных значений (+2,6, +4,5, +6,0 и +8,5 Вт/м²). Значения радиационного воздействия представляют собой разницу между поглощаемой Землей энергией солнечного света и

энергией, излучаемой обратно в космос. На рисунке 1 представлено соотношение новых сценариев РТК, представленных в ОД5 и сценариев СДСВ, используемых в ОД3, ОД4.

В отличие от сценариев СДСВ, изменения климата в сценариях РТК зависят от использованного сценария выбросов и сценария радиационного воздействия, следовательно, от предположений относительно будущего социально-экономического, технологического развития и комбинации мер по адаптации и смягчению воздействий.

В данном исследовании для оценки вероятного изменения климата и речного стока в бассейне Днестра используется сценарий СДСВ А1В и два сценария радиационного воздействия – РТК4.5 и РТК 8.5. Сценарий А1В предполагает очень быстрый экономический рост и рост численности населения к середине XXI века с дальнейшим его уменьшением, быстрое внедрение новых и более эффективных технологий, сбалансированное использование ископаемых и возобновляемых источников энергии. К 2100 г. количество выбросов может достичь 700 ppm, а глобальная приземная температура воздуха увеличится на 2,8°C, по сравнению с концом XX века (рис.1, 2). Расчеты по сценарию А1В соответствуют средним значениям между данными сценариев РТК 6.0 и РТК 8.5.

Сценарий РТК8.5 также, как и сценарий А1В, не предполагает адаптации. При реализации этого сценария ожидается наиболее высокая траектория концентраций парниковых газов, по которой радиационное воздействие к 2100 г достигает более 8,5 Вт/м² и продолжит усиливаться в течение некоторого времени, концентрации ПГ достигают 1313 ppm. Глобальная приземная температура, по сравнению с концом XX века (1986-2005 гг.), вероятно, увеличится на 2,0 °С к середине XXI века (2046-2065 гг.) и на 3,7°C к его концу (рис.1, 2). Этот сценарий ближайший к текущим измеряемым тенденциям концентрации парниковых газов.

Сценарий РТК4.5 – сценарий стабилизации, который учитывает сценарии смягчения воздействий ПГ и адаптации к изменению климата. Он предполагает увеличение выбросов и концентрации ПГ к середине XXI века, с дальнейшим их уменьшением и стабилизацией радиационного воздействия на уровне приблизительно 4,5 Вт/м² к 2100 г. Концентрации ПГ к концу XXI века достигнут 630 ppm. Глобальная приземная температура, вероятно, к середине XXI века увеличится на 1,4 °С и на 1,8°C к его завершению, не превышая 2°C (рис.1, 2). При этом сценарии использования мер смягчения к радиационному воздействию и адаптации к изменению климата позволяют удерживать потепление ниже 2 °С относительно доиндустриального уровня.

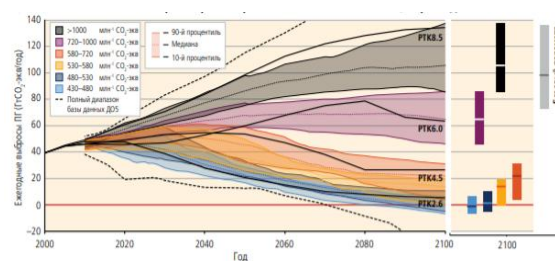


Рис.2 Траектории выбросов ПГ к 2100 г для сценариев ОД5

Следует отметить, что, согласно МГЭИК «меры по смягчению воздействий, вводимые в настоящее время в различные сценарии РТК, не дают заметно отличающихся результатов по изменению климата на следующие приблизительно 30 лет, в то время как долгосрочное изменение климата с середины века заметно различается в различных сценариях РТК».

Уточнение проекций изменения климата и речного стока в бассейне Днестра к середине XXI века (2021-2050) относительно последнего климатического периода (1991-2019 гг.) было проведено для сценария A1B по данным региональной модели климата REMO/ECNAM5 с разрешением 25*25 км. Для сценариев РТК4.5 и РТК8.5 расчеты проводились за ансамблевыми данными региональных климатических моделей RCA4 и RACMO22 с граничными условиями глобальной климатической модели EC-EARTH и разрешением 12*12 км. Эти модели включают кроме климатического и гидрологический блок. Они широко используются для оценки изменения речного стока во многих регионах мира, в частности для разработки Стратегий адаптации к изменению климата стран Балтийского региона.

Анализ полученных результатов показал, что к середине XXI века можно ожидать дальнейшее увеличение приземной температуры воздуха на всей территории бассейна Днестра (рис.3). Этот рост вероятен на протяжении всего года при всех рассмотренных сценариях изменения климата

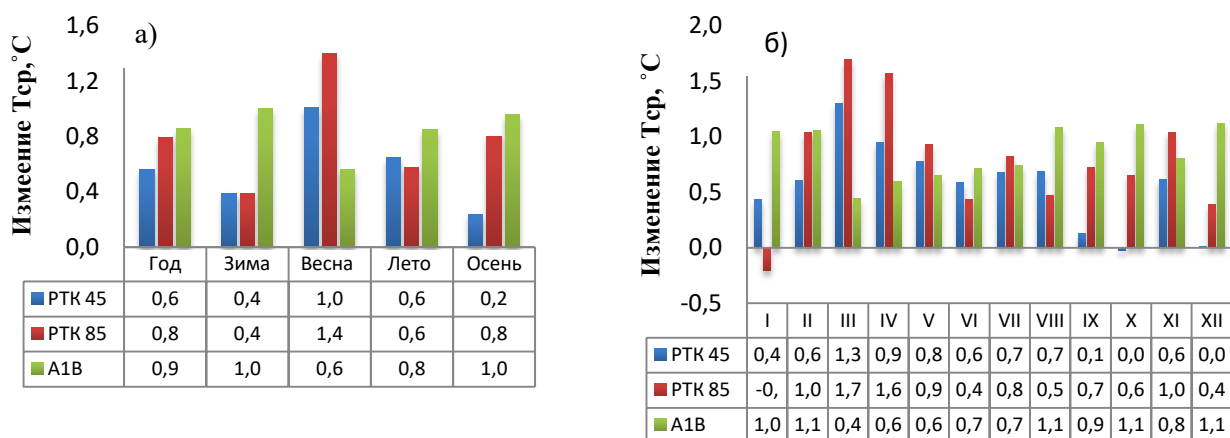


Рис.3 Вероятные изменения средней многолетней температуры воздуха за год, сезон (а) и месяц (б) в 2021-2050 гг. относительно 1991-2019 гг. для сценариев A1B, РТК4.5 и РТК8.5

Изменения количества осадков при повышении температуры, вероятно, будут неоднородными на территории бассейна на протяжении года при разных сценариях (рис.4). Согласно сценарию РТК8.5 осадков в бассейне Днестра, вероятно, станет больше, особенно осенью в нижнем течении. При сценарии РТК4.5 количество осадков к середине века (по сравнению с современным периодом) также может увеличиться, но эти изменения наиболее вероятны в верхнем течении.

Вероятно существенное перераспределение осадков между месяцами к середине века, увеличение колебания количества осадков от месяца к месяцу

и усиление амплитуды колебаний от верхнего течения к нижнему, особенно осенью (рис.4). При реализации сценария А1В количество осадков за год в бассейне Днестра существенно не изменится, но при этом ожидается большая их изменчивость на протяжении года, особенно осенью. Вероятно перераспределение осадков между сезонами – увеличение зимой и уменьшение осенью (рис.4). Наибольшие изменения ожидаются в нижнем течении, где летом вероятно их существенное уменьшение.

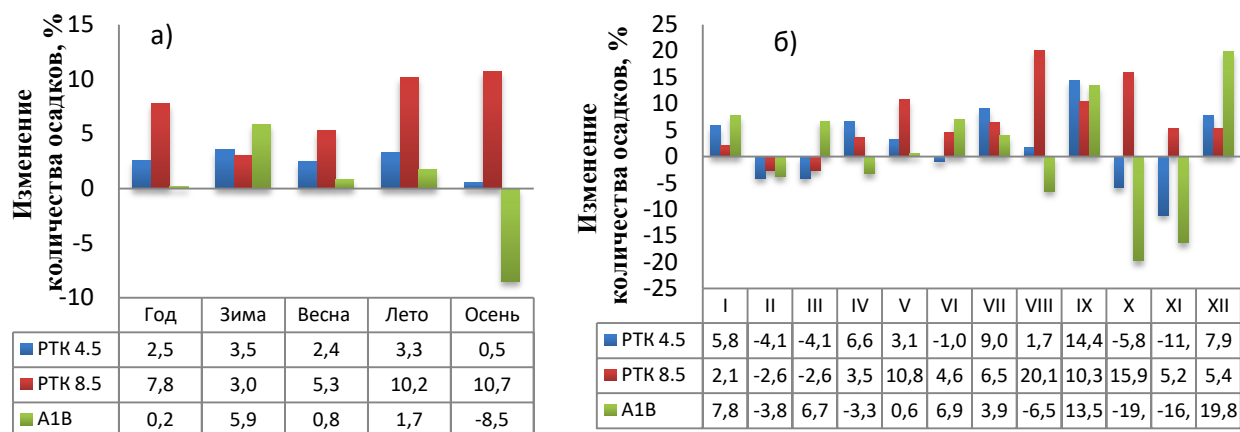


Рис.4 Вероятные изменения количества осадков за год, сезон (а) и месяц (б) в 2021-2050 гг. относительно 1991-2019 гг. для сценариев А1В, РТК4.5 и РТК8.5

При условии реализации сценариев А1В, РТК4.5 и РТК8.5 к середине XXI столетия величина годового стока рек бассейна Днестра (по сравнению с периодом 2011-2019 гг.) практически не изменится (колебания по разным сценариям от -6,5 до +2,9%). Однако общая картина по бассейну имеет существенные региональные отличия. В верхней и, частично, средней частях бассейна (до створа Днестровской ГЭС) прогнозные изменения годового стока являются незначительными, в пределах статистической погрешности. На притоках, впадающих ниже створа Днестровского водохранилища, прогнозируется значительное уменьшение величины годового стока к середине XXI столетия. Особенно существенным оно предполагается на притоках, впадающих в Днестр на участке между створом Днестровского гидроузла и Дубоссарским водохранилищем. Это касается притоков в пределах Винницкой области Украины и северной части Молдовы. На этих притоках величина уменьшения годового стока может составить до 30 – 32% (РТК 4.5) – рис.5.

Аналогичным распределением отличаются и прогнозные величины сезонного стока. Если в пределах верхней и (частично) средней части бассейна (регионы 1 и 2) они не превышают 10% (независимо от сезона), то для регионов 3 и 4 (притоки Днестра между створами Днестровской и Дубоссарской ГЭС) сток в отдельные сезоны года прогнозируется на 35 – 42% ниже от показателей 2011-2019 гг., которые и так отличались

значительной маловодностью. Отмеченные выше тенденции повторяются и в прогнозном распределении величин подземного стока.

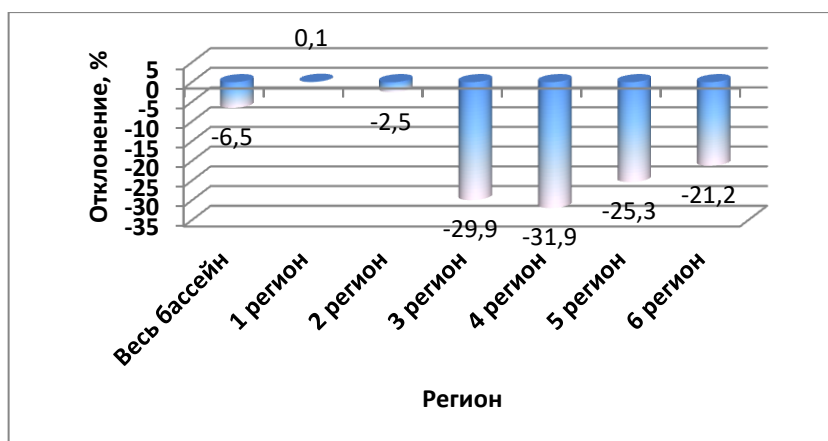


Рис.5 Осредненные по регионам бассейна Днестра вероятные изменения величин годового стока в 2021-2050 гг. относительно 2011-2019 гг. для сценария РТК 4.5

Негативным фактором является также уменьшение величины подземного стока от верхней к нижней части бассейна. В целом по бассейну его прогнозная величина имеет тенденция к увеличению, однако возрастание будет обеспечено за счет притоков, расположенных в верхней и, частично, средней частях бассейна. На притоках, впадающих ниже створа Могилев-Подольский, ожидается вероятное уменьшение годовой величины подземного стока притоков Днестра на 14,5 – 24,1 %. (рис.6). Для притоков, расположенных в нижней части бассейна, такое прогнозируемое уменьшение величины подземного питания приведет к пересыханию в меженный маловодный период года.

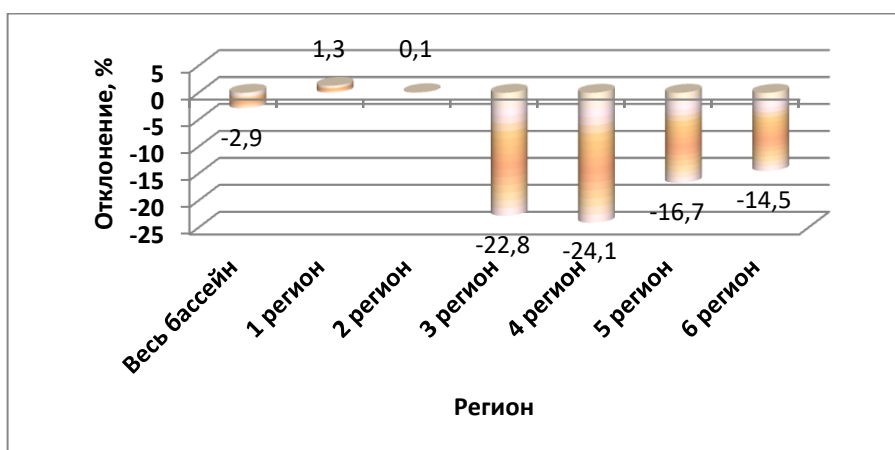


Рис.6 Осредненные по регионам бассейна Днестра вероятные изменения величин годового подземного стока в 2021-2050 гг. относительно 2011-2019 гг. для сценария РТК 4.5

Учитывая, что основная часть стока Днестра (88,0%) формируется выше створа Днестровского гидроузла, прогнозируемые климатические изменения

не приведут в ближайшие 30 лет (до 2050 г.) к возникновению проблем у водопотребителей, использующих воду из русла самого Днестра даже в его нижнем течении (территория Молдовы и Одесской области Украины).

Прогнозные изменения климатических параметров и величин общего и подземного стока, полученные по приведенным выше сценариям, предполагают существенное уменьшение стока рек – притоков Днестра, расположенных в его нижнем течении (ниже створа Днестровской ГЭС): левые притоки Днестра в пределах Винницкой и Одесской области Украины, а также Приднестровского региона Молдовы (Жванчик, Лядова, Мурафа, Русава, Каменка, Билочи, Ягорлик, Кучурган); правые притоки Днестра в пределах Молдовы (Реут, Икель, Бык, Ботна). В период летне-осенней межени возможно полное прекращение поверхностного стока указанных рек. Несмотря на то, что объем водопользования в бассейнах этих рек составляет всего несколько процентов от общего объема по бассейну, следует учесть прогнозные изменения при планировании использования водных ресурсов указанных рек.

Роль Днестровского гидроузла в регулировании стока Днестра и обеспечении водой потребителей, расположенных в нижнем течении реки, а также в решении экологических проблем в условиях изменения климата будет все больше возрастать. Это требует корректировки Правил эксплуатации гидроузла с учетом возможных изменений климата и характеристик водного режима.



Проект ГЭФ «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр»