

завжди панує однакова фаза водності як у період відкритого русла, так і у зимовий період. В цілому на більшості розглянутих водозборах відмічається настання багатоводної фази водності починаючи з 2000-х років, за винятком басейну Південного Бугу у зимовий період.

Задачею подальших досліджень є дослідження можливих трендів у коливаннях температури повітря та опадів на розглядуваній території з метою підтвердження припущення щодо впливу змін клімату на межений режим річок України в зоні недостатньої водності.

УДК 556.16

**Лобода Н.С., Гопченко Е.Д., Божок Ю.В., Козлов М.А.**

*Одесский государственный экологический университет, Одесса*

### **МОДЕЛЬ “КЛИМАТ-СТОК” В РАСЧЕТАХ И ПРОГНОЗАХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ**

В Одесском государственном экологическом университете под руководством профессором Гопченко Е.Д. и Лободы Н.С. еще с 80-х годов прошедшего столетия разрабатывалась и в дальнейшем совершенствовалась модель “климат-сток”. Модель описывает водосбор как динамическую систему, подверженную внутренним (водохозяйственные преобразования) и внешним (изменения климата) воздействиям. Динамика развития природной системы, которой является водосбор реки, описывалась в виде цепи «климат – подстилающая поверхность – естественный сток – водохозяйственные преобразования – бытовой сток» [1,2]. В модели процесс формирования годового стока рассматривается, в первую очередь, в связи с климатическими условиями, определяемыми атмосферными процессами макромасштаба, с дальнейшим переходом к процессам мезомасштаба, обусловленным воздействием естественных и искусственных (имеющих антропогенное происхождение) внутрибассейновых факторов.

Математическая модель включает в себя два основных блока. В первом блоке выполняется моделирование естественного (ненарушенного хозяйственной деятельностью) стока на базе метеорологических данных (как наблюдаемых, так и приведенных в климатических сценариях) с использованием уравнений водно-теплового баланса. Во втором блоке выполняется имитационное стохастическое моделирование бытового (трансформированного хозяйственной деятельностью) стока с использованием уравнений водохозяйственного баланса, представленных в вероятностной форме. Результатом моделирования являются функции антропогенного влияния, описывающие изменения статистических характеристик стока в зависимости от исходных климатических условий (в том числе сценарных), масштабов и показателей водохозяйственных преобразований (орошение, осушение, влияние искусственных водоемов, переброска стока). Суммарный эффект от преобразований (включая изменения климата) оценивается через коэффициенты антропогенного влияния. Методика расчета годового стока рек в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях его формирования вошла составляющей в нормативные документы по расчетам характеристик стока рек Молдовы как один из методов оценки стока при отсутствии или недостаточности гидрологических наблюдений, а также при его трансформации водохозяйственными преобразованиями [3]. Позднее (в 90-е годы XX столетия) модель начала использоваться для оценки и прогноза состояния водных ресурсов территорий в метеорологических условиях, соответствующих климатическим сценариям [4]. Модель “климат-сток” калибрована и верифицирована на ретроспективных гидрологических и метеорологических данных (до 80-х годов прошедшего столетия), точность расчетов отвечает нормативным требованиям. Соответствие результатов расчетов по модели наблюдаемым данным нашло свое подтверждение для водосборов различных географических зон Украины на разных пространственных масштабах (малые, средние, большие площади водосборов).

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 3 (54)

Пространственно-временные обобщения характеристик годового стока прошлых лет, выполненные в виде карт изолиний ресурсов тепла и увлажнения, а также климатического (рассчитанного по метеоданным) годового стока для равнинных рек; региональных зависимостей составляющих водно-теплового баланса от высоты местности для горных рек (Украинские Карпаты и Горный Крым); районирование и картирование статистических параметров и составляющих полей гидрометеорологических характеристик, полученных в результате применения методов многомерного статистического анализа, использовались как базис в оценках изменения водных ресурсов в сценарных климатических условиях XXI столетия.

Расчеты возможных изменений водных ресурсов Украины в будущем (по данным климатических сценариев) выполнялись уже с начала 90-х, когда появились данные (применимые к территории Украины) об изменениях температур воздуха и осадков по трем альтернативным сценариям изменения климата при удвоении концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере (II Всемирная климатическая конференция, Женева, 1990г.). В дальнейшем, по данным сценариев глобального потепления CCCM, GISS, UKMO, GFDL (для случаев мгновенного и постепенного удвоения концентрации CO<sub>2</sub>), адаптированным к географическим зонам Украины (1998г.), были оценены возможные изменения водных ресурсов в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях. Современные математические модели с высоким пространственным разрешением позволили более полно оценить последствия влияния изменений климата на состояние водных ресурсов Украины. Расчеты выполнялись как для сценариев “выброса парниковых газов” SRES (special report on emission scenarios, IPCC 2013), так и для сценариев “репрезентативных траекторий концентраций” RCP (representative concentration pathway, IPCC 2015).

Оценки влияния изменения климата на водные ресурсы с использованием модели “климат-сток” производились в рамках Международного исследовательского проекта 7-ой Рамковой Программы Европейского Союза “Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change – LAGOONS”, 2012-2014гг.; научно-исследовательских грантов МОН, а также грантов Одесской областной государственной администрации. Результаты имитационного моделирования успешно применялись для обоснования стратегии управления водными ресурсами с целью их охраны, сохранения и восстановления как для больших (Дунай, Днестр, Южный Буг, Днепр) рек Украины, так и малых и средних рек Причерноморья и других географических зон Украины [5,6]. Использование модели занимает важное место в научном направлении, развиваемом в ОГЭКУ под руководством ректора, д.ф.-м. наук, проф. Степаненко С.М., в области оценок влияния климатических изменений на отрасли экономики Украины и климатические риски их функционирования [7, 8, 9]. Специалисты ОГЭКУ, занимающиеся проблемами оценки последствий глобальных изменений климата и адаптации к этим изменениям, успешно сотрудничают на протяжении многих десятилетий с кафедрами гидрологии и гидроэкологии, а также метеорологии и климатологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко с целью обоснованного долгосрочного прогнозирования количественных характеристик водных ресурсов страны.

#### Список литературы

1. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Одесса: Экология, 2005. 208 с. 2. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Київ: КНТ. 2005. 188 с. 3. Определение гидрологических характеристик для условий республики Молдова. СР D.01.05-2012. 180 с. 4. Глобальные и региональные изменения климата под ред. Шестопалова В.М., Логинова В.Ф., Осадчего В.И. и др.). К.: Ніка-Центр, 2011. 448 с. 5. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману / Під ред. Тучковенко Ю.С., Лободи Н.С. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с. 6. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману / За ред. Лободи Н.С., Гопченка Е.Д. Одеса, ТЕС, 2016. 332 с. 7. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М.; Одеса: Екологія, 2011. 696 с. 8. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса: “ТЕС”, 2015.