

ISSN 0375-8990

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



Том 36 номер 3 2000

English version published
by Begell House, Inc., USA

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ HYDROBIOLOGICAL JOURNAL

Главный редактор В.Д. Романенко, академик НАН Украины,
президент Гидроэкологического общества Украины

Редакционная коллегия

Л.П. Брагинский (зам. главного редактора по научным вопросам),
В.Н. Добржанский (зам. главного редактора по редоргработе),
А.Ф. Алимов (Россия), О.М. Арсан (Украина), Арпад Берчик (Венгрия),
Юрг Блеш (Швейцария), Н.Ю. Евтушенко, В.Н. Жукинский,
Ю.П. Зайцев, М.И. Кузьменко, В.И. Лаврик, П.Н. Линник,
А.И. Мережко, О.П. Оксик (Украина), А.П. Остапеня (Беларусь),
Г.Г. Поликарпов, Л.А. Сиренко, В.М. Тимченко (Украина), Томас
Титицер (Германия), Т.А. Харченко, Т.Ф. Шевченко (отв. секретарь
редколлегии), В.М. Якушин (Украина)

Основатели и правообладатели журнала — Президиум и Институт
гидробиологии Национальной Академии наук Украины

Журнал переиздается на английском языке в США
издательской фирмой *Begell House, Inc. publishers*

Адрес редакции: 252210 Киев-210, просп. Героев Сталинграда, 12,
Институт гидробиологии НАН Украины
Тел. 418-60-04

Научные редакторы-составители разделов:

«Общая гидробиология» — Л.П. Брагинский, А.И. Мережко, Т.А. Харченко,
«Рыбохозяйственная гидробиология и ихтиология» — Н.Ю. Евтушенко,
В.Н. Жукинский, «Аквакультура» — В.Д. Романенко, Л.А. Сиренко, «Санитар-
ная гидробиология» — О.П. Оксик, «Инженерная и техническая гидробиоло-
гия» — О.П. Оксик, В.Н. Жукинский, «Водная микробиология» —
В.М. Якушин, «Экологическая физиология и биохимия водных растений» —
Л.А. Сиренко, А.И. Мережко, «Экологическая физиология водных животных»
— В.Д. Романенко, Н.Ю. Евтушенко, «Водная токсикология» — О.М. Арсан,
Л.П. Брагинский, «Водная радиоэкология» — М.И. Кузьменко, «Экологическая
гидрология» — В.М. Тимченко, «Гидрохимия» — П.Н. Линник, «Математиче-
ское моделирование гидробиологических процессов» и математический аппа-
рат статей других разделов — В.И. Лаврик

Редактор Л. И. Калинина

Корректор Т. Р. Калинина

Техническое и художественное оформление В. Н. Добржанский

Компьютерная верстка и макетирование Л. Е. Десницкая

Компьютерный набор Л. Н. Федоренко

Перерегистрирован 28.11.1993 г. Государственным комитетом Украины по
делам издательств, полиграфии и книгораспространения, серия КВ, № 231

Подписан к печати 04.08.2000. Формат 70×108/16. Бумага офсет. Офсет. печ.
Усл. печ. л. 9,8. Уч.-изд. л. 13,5. Тираж 380 экз. Заказ № 757а.

Государственное производственно-полиграфическое предприятие Госкомитета Украины
по вопросам науки и интеллектуальной собственности. 03680, г. Киев, ул. Антоновича, 180.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 1963 Г.
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

Том 36, № 3, 2000

КИЕВ

СОДЕРЖАНИЕ

Общая гидробиология

А.А.Протасов, О.О.Синицына. Фенотипическая дифференциация субпопуляционных групп Дрейссены в условиях гетерогенной водной системы. 3

С.М.Игнатъев. Основные результаты исследований зоопланктона Аравийского моря Институтом биологии южных морей Национальной академии наук Украины 15

Рыбохозяйственная гидробиология и ихтиология

Т.В.Багнюкова, О.С.Русинова, В.И.Луцак. Сезонные изменения некоторых физиолого-биохимических и морфологических показателей султанки *Mullus barbatus ponticus* E s s i p o v 23

Аквакультура

М.Э.Суханова, Н.Е.Сальников. Опыт культивирования гигантской пресноводной креветки в дельте Волги 31

Санитарная гидробиология

Г.П.Паловинко. Микробиологическое обследование воды и слизистых биообрастаний истока реки Оби в зоне загрязнения промышленными сточными водами. 36

<i>Д.Б.Косолапов, Б.Б.Намсараев. Микробный метаболизм органического углерода в донных отложениях Рыбинского водохранилища</i>	44
---	----

Экологическая физиология и биохимия водных животных

<i>В.Д.Соломатина, М.В.Малцновская, М.А.Фомовский, Н.А.Могилевич. Особенности метаболизма рыб в условиях радиоактивного загрязнения</i>	51
---	----

Экологическая гидрология

<i>В.М.Тимченко, С.С.Дубняк. Экологические аспекты водного режима киевского участка Каневского водохранилища</i>	57
<i>Е.Д.Голченко, Н.С.Лобода. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления</i>	67

Методы исследований

<i>К.М.Хайлов, Ю.Ю.Юрченко, Д.М.Смолев. Методология исследования биокосной системы «твердый субстрат — организмы — обтекающая их вода»</i>	79
--	----

Критика и библиографическая информация

<i>А.В.Паршиков, Л.А.Сиренко. Образование токсинов пресноводными цианобактериями: влияние факторов окружающей среды</i>	91
---	----

Утраты науки

<i>Памяти Ольги Михайловны Кожовой</i>	93
--	----

Хроника

<i>А.А.Протасов, Т.М.Михеева. Международная научная конференция «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды»</i>	95
--	----

Инструктивные материалы

<i>В.Н.Добржанский. Памятка автора «Гидробиологического журнала»</i>	97
<i>В.Н.Добржанский. Памятка рецензента «Гидробиологического журнала»</i>	112

**

На основі матеріалів натурних спостережень проаналізовано ключові (екологічно значущі) елементи водного режиму Київської ділянки Канівського водоймища. Встановлено особливості трансформації хвиль попусків Київської ГЕС і запропоновано формули для розрахунку їх параметрів. Визначено величини водообміну, зумовленого різними факторами. Один із основних шляхів поліпшення екологічного стану Київської ділянки полягає в управлінні гідрологічними процесами.

**

On the base of observation data the key (ecologically significant) elements of water regime of Kyiv section of Kaniv reservoir had been analyzed. The peculiarities of waves transformation of Kyiv HPS's releases have been determined and formulas for their calculation have been proposed. The volumes of water exchange caused by different factors had been determined. The ways of Kyiv section's ecological state improvement by means of hydrological processes regulation are suggested.

**

1. Вишневський В.А. Трансформація стоку Дніпра на ділянці біля м. Києва // Меліорація і водне господарство. — 1998. — Вип. 85. — С. 66—76.
2. Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1989. — 216 с.
3. Желсзьяк И.А., Шершевский А.И. Упрощенный расчет трансформации половодья в Киевском водохранилище // Тр. УкрНИГМИ. — 1970. — Вып. 88. — С. 148—162.
4. Пякуш Н.В. Гідрологічні дослідження водосховищ на Дніпрі // Вісн. АН УРСР. — 1975. — № 2. — С. 59—64.
5. Пикуш Н.В. Пневматический способ измерения скоростей воды // Гидробиол. журн. — 1971. — 7, № 4. — С. 97.
6. Шершевский А.И. Исследования движения волн попусков в нижнем бьефе Киевской ГЭС // Тр. УкрНИГМИ. — 1970. — Вып. 88. — С. 128—147.
7. Шершевский А.И. Натурные наблюдения и результаты расчетов распространения волн попусков в нижнем бьефе Киевской ГЭС // Там же. — 1972. — Вып. 116. — С.60—78.

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Поступила 03.06.99

УДК [556.5:551.583](477)

Е.Д.Гопченко, Н.С.Лобода

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Изменения климатических характеристик, обусловленные глобальным потеплением в результате увеличения концентрации парниковых газов, неизбежно повлекут за собой перераспределение водных ресурсов как во времени, так и в пространстве, оказывая влияние на планету в целом и на отдельные ее регионы [1, 4]. Помимо самих водных ресурсов [11, 18, 19], изменения претерпят составляющие водохозяйственных балансов [5, 15], что приведет к переоценке условий эксплуатации водохозяйственных систем. На

© Гопченко Е.Д., Лобода Н.С., 2000

юге Украины, где возможности водообеспечения за счет естественных водных ресурсов ограничены и, как следствие, водосборы перегружены водохозяйственными комплексами (системы прудов и водохранилищ, переброска стока крупных рек, заборы воды на орошение за счет местных водных ресурсов и др.), количественная оценка влияния глобального потепления на сток приобретает особую значимость при решении проблем перспективного планирования и проектирования водохозяйственных мероприятий с учетом возможного экологического состояния водных объектов.

Надежных прогнозов глобальных, а тем более региональных изменений климата в настоящее время не существует, поэтому для количественной оценки последствий глобального потепления, как правило, используются климатические сценарии. Оценка изменений водных ресурсов Украины выполнялась в соответствии с результатами прогноза изменений климатических характеристик (осадков и температуры воздуха) по трем альтернативным сценариям, рекомендованным второй рабочей группой на II Всемирной климатической конференции (Женева, 1990 г.) [4].

В основу исследований положен метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), разработанный В.С.Мезенцевым [12]. Метод базируется на совместном рассмотрении уравнений водного и теплового балансов земной поверхности, которые содержат общую составляющую — суммарное испарение E . Решение уравнения водного баланса достигается посредством использования аппроксимирующих функций количественных характеристик водных и теплоэнергетических ресурсов, а также физико-географических условий формирования суммарного испарения и стока. Под теплоэнергетическими ресурсами климата E_m в данном случае понимается слой воды, который мог бы испариться при условии, что на этот процесс затрачены все положительные составляющие теплового баланса подстилающей поверхности. Метод предоставляет возможность расчета стока за декадные, месячные или годовые интервалы. При отсутствии данных наблюдений за влажностью почвы предусмотрено ее определение при помощи итеративных процедур. Исходными материалами являются: сведения о среднемесячных осадках, температуре и дефиците влажности воздуха, а также о водно-физических свойствах почво-грунтов.

Первоначально метод ГКР (водно-теплового баланса) был реализован авторами для территории юга Украины с целью восстановления данных о токе в естественных Y_E (не нарушенных хозяйственной деятельностью) условиях его формирования. Сток, рассчитанный по методу ГКР, определяется прежде всего климатическими факторами и, следовательно, не искажен воздействием водохозяйственных мероприятий. Принимая во внимание незначительное влияние антропогенных факторов на метеорологическую информацию прошлых лет, оценки стока, выполненные на основе метода ГКР, допустимо рассматривать как объективные характеристики естественных водных ресурсов территории.

Используя среднеголетние данные, приведенные в изданиях «Справочник по климату СССР», и наблюдения на актинометрических и метеорологических станциях Украины до 1980 года, авторы разработали методику учета характеристик годового стока, базирующуюся на метеорологических данных [6, 7]. Обоснование возможности применения метода ГКР к четам естественного стока и апробация предложенной методики приведены в работах, где рассматривались, прежде всего, юго-западные, южные и

юго-восточные регионы Украины, наиболее сильно подверженные антропогенным преобразованиям [7, 10, 16]. Рассчитанные по методу ГКР значения стока отражают, главным образом, влияние крупномасштабных синоптических процессов над территорией Украины, автоматически исключая при этом не только водохозяйственные преобразования на водосборах, но и все факторы подстилающей поверхности. Расчетные значения стока, получившего название «климатического», в последующем изложении обозначаются как Y_K . Для малых и средних рек юга Украины разработана методика перехода от климатического стока к естественному, предусматривающая введение переходных коэффициентов $k = \frac{Y_E}{Y_K}$, величины которых определяются

количественными показателями местных (азональных и интразональных) факторов.

Использование метеорологической информации в расчетах стока открывает перспективы при решении проблемы количественной оценки состояния водных ресурсов в условиях глобального потепления. Посредством ввода измененных в соответствии со сценариями (табл. 1) среднесезонных характеристик осадков и температуры в уравнение водно-теплового баланса становится возможной оценка водных ресурсов территории в новых климатических условиях.

В использованных альтернативных сценариях прогноз изменений температуры и осадков приведен для определенных временных интервалов: декабрь — февраль, июнь — август. В связи с этим для перехода к холодному или теплому периоду года или для каких-либо других расчетных периодов использовались эмпирические, большей частью аппроксимирующиеся линейными зависимостями связи, которые были получены на материалах прошлых лет. Понятно, что такой подход предполагает допущение о сохранении основных соотношений между метеорологическими характеристиками в новых условиях. Особенность используемого варианта сценариев, имевшихся в нашем распоряжении, состоит в том, что прогнозные данные для северной части Украины, расположенной выше 50° северной широты, и для остальной ее территории, принадлежащей Южной Европе (см. табл. 1), существенно различаются. Особенно это проявляется в прогнозах изменений осадков теплого периода в сценарии 3, где выше 50° с.ш. осадки должны предположительно увеличиться на 25, а ниже 50° с.ш. — уменьшиться на 31%. Во избежание появления разрыва непрерывности в пространственных распределениях составляющих водно-теплового баланса величины прогнозируемых сценариями поправок и поправочных коэффициентов были вначале отнесены к центрам выделенных в сценариях территорий, а затем интерполировались в зависимости от географических координат метеостанций с использованием интерполяционных методов.

Для учета влияния антропогенных факторов была применена имитационная стохастическая модель годового стока, разработанная авторами [8, 9], которая позволяет выполнять оценку статистических параметров рядов годового стока в зависимости от степени увлажненности и уровня хозяйственного освоения территории. Последний задается в виде вероятностных характеристик дефицита потребления воды растениями, потерь на дополнительное испарение с поверхности искусственных водоемов, а также суммарными площадями орошаемых массивов, площадями водной поверхности искусственных водоемов при НПУ и пр. На входе в модель используются ста-

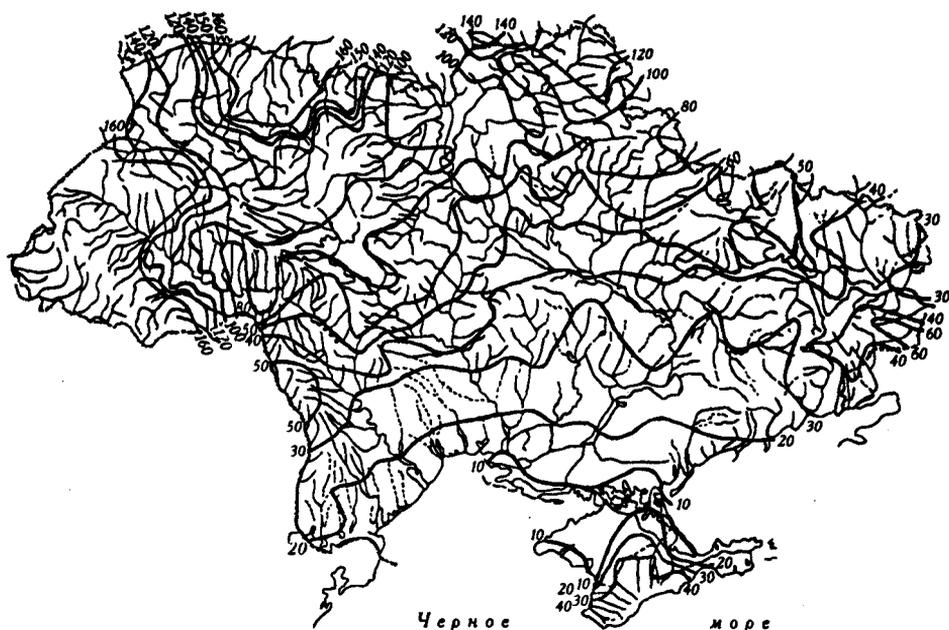
1. Прогноз изменений климатических характеристик (осадков и температуры воздуха) по трем альтернативным сценариям, рекомендованным второй рабочей группой на II Всемирной климатической конференции (Женева, 1990 г.)

Регионы	Сценарии	Изменение температуры, °С		Изменение количества осадков, %	
		декабрь — январь — февраль	июнь — июль — август	декабрь — январь — февраль	июнь — июль — август
Запад бывшего СССР (50—60° с.ш. 30—60° в.д.)	1	6,8	3,1	30	-1
	2	4,3	5,0	20	15
	3	7,3	4,5	32	25
Южная Европа (35—50° с.ш. 10—45° в.д.)	1	4,1	4,7	12	-26
	2	4,1	4,7	17	-07
	3	4,7	5,3	-5	-31

тистические параметры естественного годового стока рек, полученные при помощи метода ГКР значения норм климатического стока \bar{Y}_K , выраженного в миллиметрах слоя (рис. 1).

Карта изолиний норм климатического стока в целом соответствует тем картам, которые приведены в нормативных документах СНИП 2.01.14—83 и современной литературе [17]. В правобережной Украине преобладает воздействие западного переноса воздушных масс: уменьшение стока наблюдается в направлении с северо-запада на юго-восток, в то время как сток центральных и восточных областей Украины определяется меридиональным характером атмосферных процессов и его уменьшение происходит в направлении север — юг. Широтная зональность распределения норм климатического годового стока нарушается на востоке под влиянием Донецкого кряжа. Следует отметить, что на представленной карте показаны изолинии норм климатического стока \bar{Y}_K только равнинных территорий. В горах (Карпаты, Горный Крым) проявляется вертикальная зональность распределения климатических факторов и стока, которая выражается в виде порайонных зависимостей от высоты местности. Методика расчета климатического стока при этом несколько изменяется и, следовательно, должна излагаться отдельно. Построение карты норм климатического стока особенно важно для южных регионов Украины, где рек со стоком в естественных условиях его формирования практически не сохранилось, а начало стационарных наблюдений совпадает с интенсификацией водохозяйственных преобразований. В настоящее же время, как известно, в практике гидрологических расчетов используется карта изолиний речного стока, рекомендованная нормативным документом СНИП 2.01.14—83, где изолинии на территории Причерноморья и степного Крыма проведены пунктиром.

Как уже отмечалось, климатический сток не совпадает с естественным, если в его формировании преобладает влияние факторов подстилающей поверхности, что обычно имеет место на малых и средних водосборах зоны недостаточного увлажнения. Переходные коэффициенты от климатического стока к естественному малых и средних рек юга Украины зависят от следующих факторов: неполного дренирования рекой водоносных горизонтов подземных вод; задержания части водообразования в понижениях рельефа; перераспределения снежного покрова на водосборах под влиянием ветровой деятельности и др. Если в пределах изучаемого степного региона наблюдается устойчивый снежный покров и последующее за таянием снега половодье составляет около 70% годового стока, то перераспределение снегозапасов под влиянием ветрового выдувания и повышенное их накопление в



1. Карта изолиний норм климатического годового стока Украины (мм).

пределах малых и средних водосборов приводят к превышению естественного стока над климатическим ($k > 1$ при $F < 1000 \text{ км}^2$, где F — площадь водосбора). При переходе в засушливую зону степи, где устойчивый снежный покров наблюдается менее чем в 50% зим, преобладает влияние потерь стока на поверхностное задержание. В результате значения естественного стока меньше, чем климатического ($k < 1$ при $F < 1000 \text{ км}^2$).

Совершенно другую природу имеют переходные коэффициенты к естественному стоку с водосборов Донецкого края и Приазовья, которые характеризуются высокой инфильтрационной способностью грунтов и наличием карста [10, 16]. Водосборы этого региона получают дополнительное питание со стороны подземных вод и характеризуются значительно большим естественным стоком, нежели это может быть обеспечено в данных климатических условиях.

Помимо методик перехода от норм климатического стока к естественному, выполнены пространственно-временные обобщения рядов климатического стока, рассчитанного по среднемесячным метеорологическим данным. Для территории юга Украины между статистическими параметрами климатического стока установлены следующие соотношения [3]:

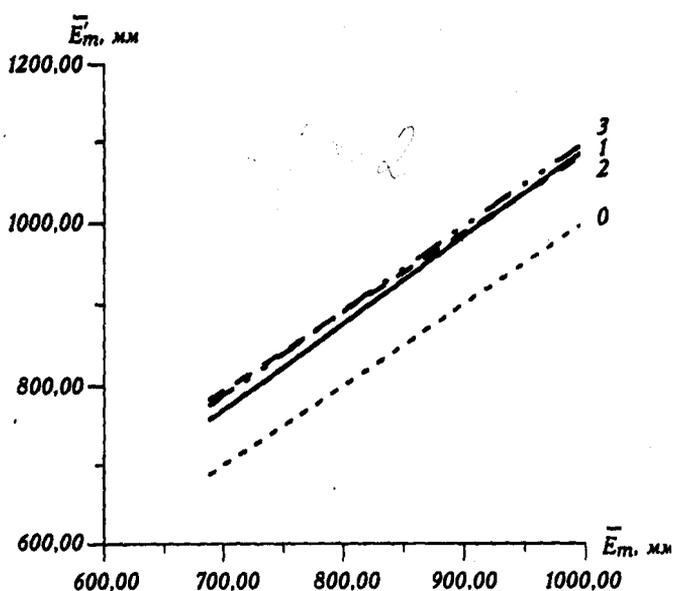
$$C_V = \frac{5,6}{\bar{Y}_K^{0,62}}; C_S = 1,7C_V; r(1) \cong 0, \quad (1)$$

где C_V — коэффициент вариации годового стока; C_S — коэффициент асимметрии; $r(1)$ — коэффициент автокорреляции.

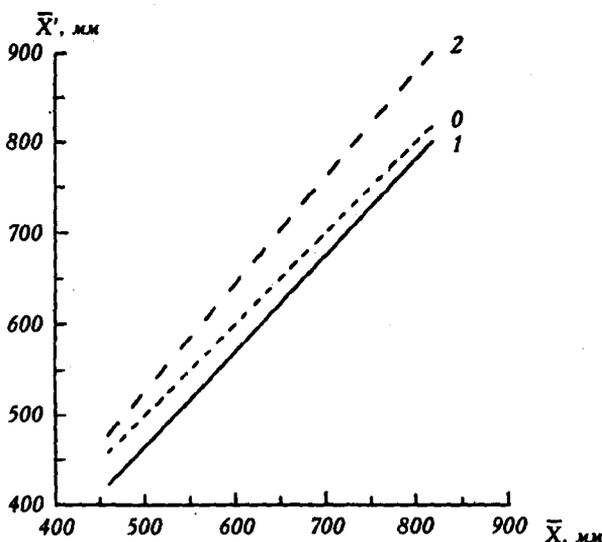
Таким образом, используя прогнозную информацию и методику перехода от климатического стока к естественному в соответствии с соотношениями (1), можно получить статистические параметры как климатического, так и естественного стока с любого водосбора рек юга Украины в современных или новых климатических условиях.

Результаты расчета по альтернативным сценариям показывают, что ожидается повышение теплоэнергетических ресурсов климата (рис. 2). Характер изменений практически одинаков, разве что для сценария 1 в областях достаточного увлажнения увеличение теплоэнергетических ресурсов менее выражено, чем в засушливых. Это объясняется особенностью первого сценария: для северных областей Украины прогнозируется повышение температуры за временной период июнь — август на $3,1^\circ$, а для двух других сценариев соответствующие изменения составляют $5,0$ и $4,5^\circ$. В среднем по Украине увеличение теплоэнергетического эквивалента составит 11%.

Особенно ярко индивидуальные особенности сценариев проявляются в прогнозах изменений осадков. Так, например, сценарий 1 предполагает снижение суммарного количества норм годовых осадков до 9% (рис. 3). Такое

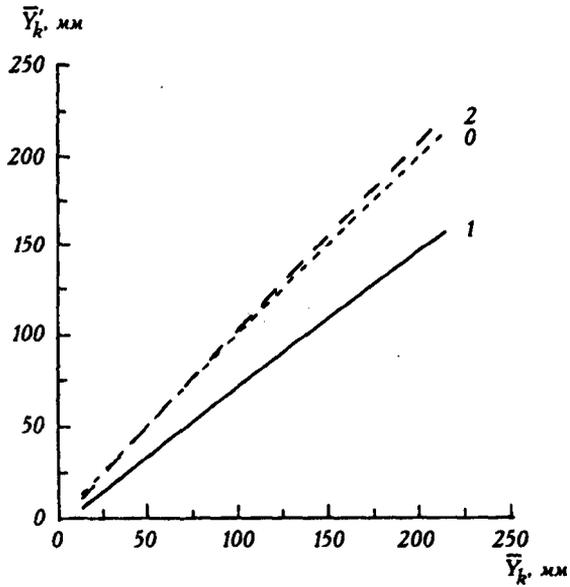


2. Сравнение фактических \bar{E}_m и сценарных \bar{E}'_m годовых норм теплоэнергетического эквивалента. Здесь и на рис. 3 и 4: 0 — линия равных значений; 1, 2 и 3 — соответственно сценарии 1, 2 и 3.



3. Сравнение фактических \bar{X} и сценарных \bar{X}' годовых норм осадков.

сочетание климатических факторов создает наиболее неблагоприятные для водных ресурсов условия. Процесс их формирования ограничен, во-первых, увлажненностью территории, и, во-вторых, значительно возрастает испаряющая способность воздуха, что, в конечном итоге, приводит к повышению суммарного испарения с поверхности суши. Даже без учета водохозяйственных преобразований на водосборах возможно снижение норм климатического стока в среднем на 25% (рис. 4).



4. Сравнение фактических \bar{Y}_K и сценарных \bar{Y}'_K годовых норм климатического стока.

В сценарии 2 увеличение испарения как следствие повышения температуры практически перекрывается соответствующим увеличением суммы годовых осадков на 8%. В результате изменение нормы климатического стока $D\bar{Y}_K$ находится в пределах точности ее расчета по наблюдаемым данным, т.е. в пределах $\pm 10\%$. Это позволяет сделать вывод, что при развитии глобальных климатических изменений в соответствии со сценарием 2 существенных изменений водных ресурсов Украины не произойдет.

Существенным отличием сценария 3 от предыдущих является изменение знака поправок к суммарной норме годовых осадков при переходе от засушливых зон к увлажненным (рис. 5). В то время когда в засушливых областях Украины количество осадков теплого периода уменьшается, в северном направлении оно увеличивается с большей интенсивностью, чем в западном, где увлажненность климата в естественных условиях тоже достаточно высокая. Воздействие этой пространственной неоднородности распределения сценарных поправок к норме годовых осадков достаточно четко просматривается на диаграммах природных ресурсов, построенных для различных областей Украины (рис. 6). Для южной, западной и восточной Украины прогноз возможных изменений водных ресурсов по сценарию 3 показывает уменьшение норм климатического стока на 18%, а для северной Украины при широте, большей 50° (в данном примере рассматривается метеостанция г. Ворзель), он практически не изменяется. На этом основании можно сделать вывод, что в условиях глобального потепления состояние водных ресурсов Украины в лучшем случае не будет ухудшаться.

Особенное внимание следует уделить южному региону Украины, где и в настоящее время местные водные ресурсы столь ограничены, что не удовлетворяют спрос промышленности и сельского хозяйства. Основным водопотребителем на юге Украины является, в первую очередь, сельское хозяй-

2. Оценка воздействия глобального потепления на характеристики водных ресурсов юга Украины (сценарий 1)

Статистические характеристики годового климатического стока в современных условиях				Статистические характеристики годового климатического стока, соответствующие сценарию 1				Уменьшение стока 75%-ной обеспеченности
Норма стока \bar{Y}_K , мм	C_V	C_S	$Y_{75\%}$, мм	Норма стока \bar{Y}_K , мм	C_V	C_S	$Y_{75\%}$, мм	$\frac{\Delta \bar{Y}_K}{\bar{Y}_K} \cdot 100\%$
30,0	0,68	1,2	14,9	22,5	0,74	1,3	10,2	-31,5
20,0	0,80	1,4	8,32	15,0	1,05	1,8	3,66	-56,0
10,0	1,35	2,3	0,00	7,5	1,60	2,7	0,00	Стока нет

3. Поправочные коэффициенты к норме климатического стока, учитывающие водохозяйственные преобразования (коэффициент полезного действия оросительной системы 0,75)

Современные климатические условия				Климатические условия по сценарию 1			
Норма климатического стока, мм	k_B	k_{OP}	k_C	Норма климатического стока, мм	k_B	k_{OP}	k_C
30,0	0,87	0,72	0,59	22,5	0,83	0,63	0,46
20,0	0,82	0,60	0,42	15,0	0,76	0,52	0,28
10,0	0,72	0,45	0,17	3,90	0,63	0,33	0,00

10 мм) последствия снижения водности за счет глобального потепления в маловодные годы становятся все более катастрофичными.

В связи с наметившейся тенденцией к сокращению степени воздействия водохозяйственных преобразований на водосборах, при расчетах затрат местного стока на орошение и дополнительное испарение с водной поверхности прудов и водохранилищ значения относительных площадей орошения и искусственных водоемов, в качестве примера, приняты равными 1%. Полученные на основе имитационной стохастической модели поправочные коэффициенты к норме климатического стока k_{OP} , k_B и коэффициент совместного влияния антропогенных факторов k_C в условиях изменения климата по сценарию 1 также существенно изменяются (табл. 3). Даже при малых масштабах водохозяйственных воздействий суммарное уменьшение нормы климатического стока превысит 50%.

В данном примере не учтены изменения такой составляющей водохозяйственного баланса, как дефицит водопотребления воды растениями. Для юга Украины уменьшение количества осадков теплого периода и увеличение температуры воздуха свойственны всем трем сценариям. Повышение количества годовых осадков происходит, в основном, за счет увеличения осадков в холодный сезон. Поэтому оросительные нормы в будущем будут увеличиваться, что вызовет дополнительное напряжение в водохозяйственном балансе южного региона Украины.

Заключение

Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере и последующее глобальное потепление приведут к возрастанию теплоэнергетических ресурсов климата Украины, способствуя увеличению испаряющей способности воздуха. Характер изменения ресурсов увлажненности неодинаков и определяет особенности изменения водных ресурсов. Увеличения водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления не произойдет. Наоборот, согласно данным двух сценариев, ожидается дальнейшее снижение стока. Развитие глобального потепления по сценарию 1 предполагает наиболее серьезные последствия, поскольку только

норма кліматического стока в середньому по Україні зменшиться на 25%. Наряду со зниженням норми стока буде спостерігатися посилення його багаторічної змінливості та асиметричності розподілу. В результаті зниження стока мало-водних років може перевищити в південних регіонах 50%. Встановлено, що при збереженні сучасного рівня господарського освоєння водосборів та зміні кліматических характеристик по сценарію 1 сток рек на півдні буде близьким до нуля.

Полученные результаты очень важны и с другой, экологической точки зрения. Уменьшение поверхностного стока и увеличение испарения неминуемо приведут к общему возрастанию минерализации и концентрации загрязняющих веществ в реках и водоемах. Таким образом, следует признать, что в будущем не исключено возникновение экстремальных экологических ситуаций. Поэтому необходимо уже в настоящее время предусмотреть меры относительно предотвращения возможного кризиса.

**

За трьома альтернативними сценаріями глобального потепління, рекомендованими II Всесвітньою кліматичною конференцією, здійснено оцінку водних ресурсів України. Побудовано карту норм кліматического стоку у сучасних кліматических умовах його формування. Встановлено зв'язки між нормою річного стоку та іншими його статистичними параметрами. Наведено методичні підходи до оцінки водних ресурсів за метеорологічними даними. Метод водно-теплогового балансу надає можливість для попередньої оцінки змін річного стоку в умовах глобального потепління. За двома сценаріями зареєстровано тенденцію до зменшення стоку річок України. Найбільш несприятливий прогноз передбачає сценарій 1, згідно з яким зниження водних ресурсів становитиме 25%, а стік у мало-водні роки зменшиться більш як на 50%. Зміни водних ресурсів внаслідок антропогенного впливу розраховували за допомогою імітаційного стохастичного моделювання. На півдні України за умови збереження сучасного рівня розвитку сільськогосподарства значення норми побутового стоку за сценарієм 1 будуть близькі до нуля.

**

According to the three alternative scenarios of global climatic warming which were recommended at the 2nd World Climatic Conference the Ukraine water resources were evaluated. The map for normal climatic runoff under the presentday climatic conditions its formation had been created. Connections between the normal annual runoff and other statistical parameters of runoff were constructed. Methodical recommendations for estimation of water resources according to meteorological evidence were indicated. Water — heat balance method make it possible to estimate tentatively the annual flow changes under global warming conditions. Possible changes of warmth and energetic resources, humidity resources and water resources have been determined. The trend in degradation of the runoff by two scenarios is observed of the Ukrainian rivers. The most unfavourable forecast is obtained by scenario 1, according to which the a decrease of water resources will be by 25% and during the years with little water the runoff will decline by more than 50%. The changes of water resources due anthropogenic influence were calculated by means of imitational stochastic modelling. On retention of presentday level of water — management the flow values of normal life-conditioned runoff by scenario 1 in the south of Ukraine will nearly equal to zero.

**

1. Антропогенные изменения климата / Под ред. М.И.Будыко, Ю.И.Израэля. — Л., Гидрометеоиздат, 1987. — 406 с.
2. Болгов М.В., Лобода Н.С., Николаевич Н.Н. О свойствах выборочных оценок параметров моделей марковских процессов с линейной гамма-корреляцией смежных членов // Метеор. климат. и гидр. — 1993. — Вып. 29. — С. 110—122.
3. Болгов М.В., Лобода Н.С., Николаевич Н.Н. Пространственное обобщение параметров внутривидовой связности рядов годового стока // Метеорология и гидрология. — 1993. — № 7. — С. 83—91.
4. Вакалюк Ю.В., Назаров И.М. Проблемы изменения глобального климата // Там же. — 1991. — № 4. — С. 74—84.

5. Варламова К.А., Голченко Е.Д., Лобода Н.С. Альтернативные кормовые культуры — ресурсы выживаемости при климатических изменениях // Новые нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: Материалы 2-го междунар. симп., Пуццано, 16—20 июня 1997 г. — Пуццано: Б.и., 1997. — Т. 5. — С. 602—604.
6. Голченко Е.Д., Лобода Н.С. Оценка влияния хозяйственной деятельности на годовой сток рек Украины и Молдавии // Научные основы рационального использования, охраны и управления водными ресурсами: Междунар. гидрол. программа, междунар. высш. гидрол. курсы ЮНЕСКО, 13-я сессия, 1982 г. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. — Ч. II. — С. 99—108.
7. Голченко Е.Д., Лобода Н.С. О влиянии хозяйственной деятельности на годовой сток рек юга Украины // Тр. УкрНИГМИ. — 1984. — Вып. 200. — С. 76—83.
8. Голченко Е.Д., Лобода Н.С. Влияние прудов и водохранилищ на характеристики годового стока рек зоны недостаточного увлажнения // Метеорология и гидрология. — 1984. — № 4. — С. 83—89.
9. Голченко Е.Д., Лобода Н.С. Применение методов статистического моделирования при оценке изменений годового стока рек под влиянием орошения // Там же. — 1986. — № 9. — С. 79—84.
10. Голченко Е.Д., Лобода Н.С. Об учете влияния карста на водные ресурсы Северского Донца // Тр. УкрНИГМИ. — 1988. — Вып. 228. — С. 82—89.
11. Голченко т.Д., Лобода Н.С. Методичні підходи до оцінки можливих змін водних ресурсів в умовах глобального потепління (на прикладі України): Тез. доп., Київ, 27—31 жовтня 1997 р. — К., 1997. — Том другий. — С. 195—196.
12. Мезенцев В.С. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края. — М.: Колос, 1974.
13. Раткович Д.Я. Математические модели как аппарат исследования водных проблем // Гидрологические основы водообеспечения. — М.: Б.и., 1993. — С. 99—219.
14. Рождественский А.В., Чуботарев А.И. Статистическая оценка параметров распределения случайных величин // Статистические методы в гидрологии. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974. — С. 257—315.
15. Сиротенко О.Д. Имитационная система климат — урожай СССР // Метеорология и гидрология. — 1991. — № 4. — С. 57—73.
16. Халед Агнан Агель. Годовой сток рек Приазовья и Донецкого кряжа: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Одесса, 1994. — 14 с.
17. Шерешевский А.И., Вишневский П.Ф. Норма и изменчивость годового стока рек Украины // Гидробиол. журн. — 1997. — 33, № 3. — С. 81—91.
18. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на годовой сток. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989. — 328 с.
19. Шикломанов И.А., Линз Г. Влияние изменений климата на гидрологию и водное хозяйство // Метеорология и гидрология. — 1991. — № 4. — С. 51—66.