

УДК 551.5:556(470.45)

**С. М. Мусаелян, Л. А. Бартоломей**

## **О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИИ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассматриваются некоторые аспекты глобального потепления и его влияния на водные ресурсы; приводится детальный анализ зависимости водных ресурсов от изменения основных климатических факторов (температуры воздуха), количества выпадающих осадков и испарения, предлагаются варианты адаптации хозяйственной деятельности в Волгоградской области к новым условиям увлажнения территории.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** климат, глобальное потепление, водные ресурсы, температура, воздух, осадки, испарение, река, сток, расход.

Some aspects of global warming and its influence on water resources are considered; the detailed analysis of dependence of water resources on the changes in main climatic factors is provided: air temperatures, the amount of rainfalls and evaporation. The authors offer some ways of adaptation of economic activity in Volgograd Oblast to new conditions of humidification on the territory.

**К е у w o r d s:** climate, global warming, water resources, temperature, air, rainfall, evaporation, river, drain, expense.

Водные ресурсы обладают высокой чувствительностью к изменению климата, поэтому возникает необходимость их корректной оценки в условиях изменяющихся природных антропогенных условий, а также разработка приемлемых сценариев и мер по адаптации хозяйственной деятельности к новым условиям увлажнения территории.

Исследования изменений климата в последние десятилетия как в нашей стране, так и за рубежом приобрели значительный размах [1—4]. Большая часть работ, посвященных оценкам климатических колебаний, в основном базируется на палеоклиматических реконструкциях, и, как правило, используется для оценки и прогноза модели глобальной циркуляции атмосферы.

В результате выполненных исследований было показано, что при реализации сценария изменения климата, соответствующему глобальному потеплению на 2 °С, произойдет повышение годового стока на всей рассматриваемой территории России. В лесной зоне ЕТР это повышение может составлять 4...20 %, а в лесостепной 15...30 %. При повышении температуры воздуха на 1°С существенных изменений годового стока рек не ожидается.

Выполненные расчеты позволяют сделать также вывод, что при прогнозируемых изменениях осадков и температуры воздуха существенно изменится внутригодовое распределение стока рек. Так, при сценарии глобального потепления климата на 1 °С в результате существенного повышения температуры воздуха холодного периода и, как следствие, увеличения количества и интенсивности оттепелей, произойдет выравнивание внутригодового распределения стока за счет его снижения в весенние месяцы (до 30 %) и увеличения в зимние (до 100 %).

Объектом наших исследований являются реки Волгоградской области. Речная сеть области принадлежит бассейнам рек Волги и Дона, самых крупных полноводных и судоходных рек на ее территории. В области имеется 200 рек длиной более 10 км. Общая их длина 8193 км (табл. 1).

Основу гидрографической сети области составляет овражно-балочная сеть (до 90 % общего количества водотоков и 60 % суммарной длины всех водотоков). Эта сеть довольно сильно развита. Бассейны рек изрезаны многочисленными малыми и большими балками, оврагами. Поэтому густота овражно-балочной сети очень высока и составляет 0,5...3,0 км/км<sup>2</sup>. Речная же сеть характеризуется значительно меньшей густотой — в среднем 0,075 км/км<sup>2</sup>.

В пределах области наибольшая изрезанность оврагами и балками характерна для высоких, крутых правых склонов рек Волги, Медведицы, Хопра и Дона, а наименьшая, но с наличием мелких балочек и лощин, — для равнинных степей левобережья Заволжья, Сарпинской низменности и донских степей в южной части области.

Т а б л и ц а 1

*Количество и протяженность рек в бассейнах Дона и Волги  
в пределах Волгоградской области*

Градация водотоков по длине, км	Общее количество водотоков (числитель) и их суммарная длина (знаменатель), км			Общее количество водотоков (числитель) и их суммарная длина (знаменатель), %		
	Бассейн Дона	Бассейн Волги	Всего	Бассейн Дона	Бассейн Волги	Всего
10...25	94/1484	23/308	117/1792	55/18,9	76,6/36,9	58,3/20,8
26...50	34/1154	2/67	36/1221	20,1/15,9	6,7/8,0	18,1/15,1
51...100	26/1705	3/204	29/1909	15,4/23,5	10/24,5	14,6/23,6
101...200	11/1420	2/255	13/2675	6,5/19,6	6,7/30,6	6,5/20,7
Более 200	5/1596	0/0	5/1596	3,0/22,1	0/0	2,5/19,8
Итого	170/7359	30/834	200/8193	100/100	100/100	100/100

Малые реки длиной 10...25 км составляют 58,3 % общего количества водотоков и 20,8 % их суммарной длины. Общее количество рек длиной до 200 км составляет 194 (97,5 %), длиной более 200 км — 5 (в бассейне Дона — Хопер, Медведица, Иловля, Бузулук, Аксай Есауловский). Их протяженность в пределах области 1596 км. Более 85 % рек области принадлежат бассейну Дона, а их суммарная длина 7359 км (89,7 %). С учетом Волги и Дона общая протяженность рек области составляет 11 137 км.

Данные табл. 2 показывают, что малые реки площадью водосборов до 100 км<sup>2</sup> составляют всего 2,2 % суммарной площади водосбора рек области, с водосбором более 5000 км<sup>2</sup> (четыре реки) — до половины всей территории. Водосборы притоков Волги не превышают 5000 км<sup>2</sup> и составляют всего 9 % общего водосбора рек области [5]. С учетом Волги и Дона общая площадь водосборов рек области составляет 201 125 км<sup>2</sup>, в том числе по самой Волге — 9680 км<sup>2</sup>, по Дону — 64 200 км<sup>2</sup>.

Т а б л и ц а 2

*Количество и площадь водосборов рек Дона и Волги  
в пределах Волгоградской области*

Градация рек по пл. водосбора, км <sup>2</sup>	Общее количество водотоков (числитель) и их суммарная площадь водосбора (знаменатель), км <sup>2</sup>			Общее число рек (числитель) и их суммарная пл. водосбора (знаменатель), %		
	Бассейн Дона	Бассейн Волги	Всего	Бассейн Дона	Бассейн Волги	Всего
До 100	41/2321	10/576	51/2897	237/2,0	33,3/4,8	24,1/2,2
101...500	84/18109	14/2887	98/20996	49,6/15,7	46,7/24,4	49,2/15,7
501...1000	28/18050	3/1732	31/19782	16,6/15,6	10,0/14,6	15,6/14,8
1001...5000	13/16380	3/6680	16/23060	7,7/14,3	10,0/56,2	8,1/17,3
5001...10000	2/18010	0/0	2/18010	1,2/15,6	0/0	1,5/18,5
Более 10000	2/42500	0/0	2/42500	1,2/36,8	0/0	1,5/31,5
Итого	170/155370	30/11875	170/127245	100/100	100/100	100/100

Распределение рек по территории области неравномерно. Большая их часть находится в правобережье. Особенно мало рек на Прикаспийской низменности, что объясняется в основном климатическими и тектоническими особенностями. Речная сеть области подверглась большому преобразованию. На Волге и Дону созданы водохранилища, которые существенно изменили облик как этих рек, так и их притоков. Многие притоки Волги и Дона второго порядка стали непосредственно впадать в Волгоградское и Цимлянское водохранилища, появились большие заливы, затоплены устьевые участки крупных водотоков.

Из выпадающих среднемноголетних осадков 40,56 км<sup>3</sup>, или 359 мм, почти 35 км<sup>3</sup>, испаряется в атмосферу и только 5,53 км<sup>3</sup> (13,8 %) преобразуется в местный речной сток. С соседних территорий ежегодно поступают 4,03 км<sup>3</sup> транзитных вод. Суммарные ресурсы речного стока составляют 9,56 км<sup>3</sup> в год. Коэффициент стока (отношение слоя речного стока к выпавшим осадкам) равен всего 0,14, т. е. потери осадков на испарение и просачивание в грунт составляют 86 %.

Для оценки возможных изменений водных ресурсов Волгоградской области использовались два метода — статистический и водно-балансовый. В качестве эталона для характеристики гидрологического режима территории области в эпоху потепления использованы данные наблюдений за последние 15 лет (1995—2009 гг.).

Исходя из анализа существующих в настоящее время оценок возможного антропогенного изменения климата, трансформации исходных архивных метеоэлементов для расчетных гидрологических районов (рис. 1) исследования проводились по следующим сценариям:

1) средняя годовая температура воздуха увеличивается на 2 °С (ориентировочно 2030—2035 гг.) по сравнению с современным уровнем при неизменном количестве атмосферных осадков;

2) уменьшения годовых атмосферных осадков на 10 % с неизменной температурой воздуха;

3) годовые атмосферные осадки уменьшаются на 10 %, а средняя годовая температура воздуха увеличивается на 2 °С;



увлажнения, зима холодная с морозами и метелями, весна короткая с быстрым нарастанием тепла, лето жаркое, длинное с суховеями, осень теплая и ясная. В летние месяцы значительно увеличится испарение.

Т а б л и ц а 3

*Прогноз влияния климата на поверхностные водные ресурсы Волгоградской области*

Гидрогеологический район по рис.	Сценарий уменьшение стока, %		
	I	II	III
Северо-западный	10	20	25
Центральный	12	25	28
Юго-западный	14	28	30
Юго-восточный	15	30	35
Среднее по области	12,8	25,8	29,5

По второму сценарию речной сток уменьшается в среднем на 25,8 %, а суммарное испарение — на 4,5 %. При этом максимальное наблюдается в апреле (22,7 %), по суммарному испарению — в июле (7 %) и апреле 4,5 % соответственно. Здесь можно отметить синхронное уменьшение речного стока и суммарного испарения. Так, при уменьшении осадков уменьшается влажность почвы и увеличивается ее водопоглощающая способность.

По третьему сценарию сток может уменьшаться в среднем на 29,5 % (июль — 50 %, апрель — 28 %), а суммарное испарение увеличится в апреле на 7 % и уменьшится в июле на 5 %. Речной сток оказался очень чувствительным к одновременному уменьшению количества осадков и увеличению температуры воздуха. Значения стока могут уменьшаться очень существенно, особенно для летних месяцев. Согласно этому сценарию, из 199 рек области более 160 (84 %) летом будут пересыхать.

По четвертому сценарию, когда заселенность водосбора уменьшается, а густота речной сети и распаханность увеличиваются на 5, 10, 20 и 30 % соответственно, изменится речной сток.

Прогноз изменения водных ресурсов Волгоградской области свидетельствует о необходимости заблаговременной подготовки к возможным неблагоприятным последствиям климата. С водохозяйственных позиций наиболее существенным является учет возможной трансформации гидрографов маловодных рек, особенно если весь объем прогнозируемого уменьшения годового стока будет приходиться на период летне-осенней межени. Негативные последствия такой ситуации для водного хозяйства следующие:

- 1) уменьшение фактической расчетной обеспеченности хозяйственных объектов, использующих поверхностные воды;
- 2) падение минимального уровня воды в реках и соответствующее осложнение для работы бесплотинных водозаборов;
- 3) понижение уровня подземных вод, особенно в приречных зонах;
- 4) ухудшение качества речных вод, обусловленное пониженной степенью разбавления сточных вод и других источников загрязнения;
- 5) трансформация гидробиологического режима рек, вызванная изменением уровенного и скоростного режимов рек, повышением температуры воздуха, и как следствие, ухудшение кислородного режима, снижение интенсивности процесса самоочищения.

Определение вариантов адаптации. Для смягчения негативных последствий водных ресурсов необходима разработка противопаводковых мероприятий, в первую очередь в Донском бассейне, с учетом особенностей формирования речного стока на территории области и смежных регионах и в связи с этим создание надежного гидрометеорологического мониторинга, широкое использование радиолокационной и спутниковой информации для оценки характеристик снежного покрова и планирования водохозяйственных мероприятий.

Нынешнее использование ресурсов речных и подземных вод, а также вероятная аридизация климата требуют планируемой адаптации. В связи с этим стратегия реорганизации водного хозяйства должна включать:

перестройку и переориентацию стратегии развития хозяйства на эффективное использование имеющихся водных ресурсов;

широкое внедрение водосберегающих технологий в водопотребляющих отраслях промышленности, сельском и коммунально-бытовом хозяйстве;

преобразование гидромелиоративных систем в технически совершенные с оптимальным расходом воды на производство продукции.

В целом оценка воздействий изменения климата на водные ресурсы и их использование — это далеко не только инженерная проблема, связанная с оптимальным выбором параметров водохозяйственной системы. Она требует гораздо более глубокого анализа, взаимосвязанных природных и экономических систем на уровне речных бассейнов и поиска, как правило, неформальных решений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Предстоящие изменения климата. Совместный советско-американский отчет о климате и его изменениях / под ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэль, М. С. Макракен, А. Д. Хект. Л. : Гидрометеиздат, 1991. 217с.

2. Шикломанов И. А., Георгиевский В. Ю. Влияние климатических изменений на ресурсы и водный режим рек России // Тез. докл. Всемирной конф. по изменению климата. М., 2003.

3. Наш будущий климат // Всемирная метеорологическая организация. 2003. № 952.

4. Клиге Р. К. Глобальные изменения в гидросфере // Глобальные изменение природной среды (климат и водный режим). М. : Научный мир, 2000.

5. Мусаелян С. М., Лобойко В. Ф., Петров Н. Ю. Поверхностные водные ресурсы Волгоградской области. Волгоград : ВолгГСХА, 2003. 92 с.

1. Predstojashhie izmenenija klimata. Sovmestnyj sovetско-amerikanskij otchet o klimate i ego izmenenijah / pod red. M. I. Budyko, Ju. A. Izrajel', M. S. Makraken, A. D. Hekt. L. : Gidrometeoizdat, 1991. 217s.

2. Shiklomanov I. A., Georgievskij V. Ju. Vlijanie klimaticheskikh izmenenij na resursy i vodnyj rezhim rek Rossii // Tez. dokl. Vsemirnoj konf. po izmeneniju klimata. M., 2003.

3. Nash budushhij klimat // Vsemirnaja meteorologicheskaja organizacija. 2003. № 952.

4. Klige R. K. Global'nye izmenenija v gidrosfere // Global'nye izmenenie prirodnoj sredy (klimat i vodnyj rezhim). M. : Nauchnyj mir, 2000.

5. MUSAELJAN S. M., LOBOJKO V. F., PETROV N. Ju. Poverhnostnye vodnye resursy Volgogradskoj oblasti. Volgograd : VolgGSHA, 2003. 92 s.

© Мусаелян С. М., Бартоломей Л. А., 2013

Поступила в редакцию  
в сентябре 2013 г.

Ссылка для цитирования:

Мусаелян С. М., Бартоломей Л. А. О некоторых аспектах изменения климата и его влиянии на водные ресурсы Волгоградской области // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 2(27). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/MusaelyanBartolomey-2013\\_2\(27\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/MusaelyanBartolomey-2013_2(27).pdf)