

# ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЮГА РОССИИ НА СЕРЕДИНУ XXI СТОЛЕТИЯ

**Большинство ученых склоняются к мнению, что происходит глобальное изменение климата. Такие изменения повлекут за собой изменение всех климатических элементов, включая водные ресурсы. В статье рассматриваются вопросы влияния глобального изменения климата на водные ресурсы Юга России по состоянию на середину XXI столетия.**

## Введение

**В** современном мире глобальное изменение климата – одна из наиболее широко обсуждаемых тем, затрагивающая интересы всех и каждого. Никогда еще этот вопрос не стоял так остро. Ведь изменения, так или иначе, затронут каждого жителя Земли, все аспекты жизнедеятельности человека, природы и общества.

Споры о причинах изменения климата и способах их контроля были, есть и будут, но уже сейчас это воздействие ощутимо и каждому предстоит жить с последствиями этого процесса. Примером такого воздействия может служить тот факт, что в некоторых районах изменение климатических условий неизбежно приведёт к ухудшению комфортности проживания и здоровья населения.

## Результаты и их обсуждение

**Б**ольшинство специалистов согласны, что в настоящее время наблюдается общая тенденция потепления климата. Некоторые ученые считают, что это лишь кратковременное явление, происходящее на фоне более долговременного и медленного похолодания, а потому в долгосрочной перспективе следует думать не о борьбе с последствиями потепления, а о предупреждении похолодания.

Изменение климатических элементов происходит с различной интенсивностью и зави-

**С.В. Панова\***,  
кандидат  
географических наук,  
генеральный  
директор, ООО  
«Мотт МакДональд Р»

**Пол Питер  
Фрайдей,**  
технический  
директор, ООО  
«Мотт МакДональд Р»

сит не только от географического положения районов, но и от физико-географических условий отдельных пунктов и даже территорий.

Вода и водные ресурсы – один из важнейших компонентов, необходимых для обеспечения жизнедеятельности человека. В современном мире проблемы, связанные с изменениями водных ресурсов, имеют решающее значение для экономического развития, обеспечения жизненных потребностей и безопасности населения, рационального природопользования и сохранения окружающей природной среды многих стран. Во многом изменения водных ресурсов и гидрологические характеристики зависят не только от антропогенной деятельности человека, но и от климатических условий того или иного региона и Земли в целом. Рост численности населения и активное экономическое развитие совместно с прогнозируемым изменением климата приведут к обострению проблемы нехватки и качества воды в районах со скудными запасами водных ресурсов, а в ряде районов – к ее ослаблению. При этом в ряде стран водопотребление снижается за счет использования более эффективных современных технологий и внедрения систем, способствующих экономии воды.

По прогнозам, изменения климата приведут к изменению расходов водотоков во многих регионах мира. Величина изменений будет различна и зависит от сценариев выпадения осадков и прогнозируемого режима испарения. Изменения затронут территорию Российской Федерации, в том числе её южные регионы.

Юг России насчитывает 13 субъектов Российской Федерации общей площадью 589,4 тыс. км<sup>2</sup> и численностью населения

\* Адрес для корреспонденции: [svetlana.panova@mottmac.com](mailto:svetlana.panova@mottmac.com)

22,9 млн. человек. Основные реки региона: Волга, Дон, Кубань, Терек, Сулак и Самур. Гидрографическая сеть состоит как из рек местного формирования, так и транзитных, берущих начало за пределами рассматриваемого региона. Средний многолетний объём водных ресурсов составляет 323 км<sup>3</sup>/год, из которых 53,3 км<sup>3</sup> – воды местного формирования и 270 км<sup>3</sup> – воды, поступающие с территорий сопредельных субъектов РФ и из-за границы. Полный объём имеющихся на территории водохранилищ составляет 69,5 км<sup>3</sup>, полезный – 27,5 км<sup>3</sup>, а площадь водного зеркала – 9240 км<sup>2</sup>. Средняя потенциальная водообеспеченность в регионе общими водными ресурсами составляет 14,1 тыс. м<sup>3</sup> на одного человека, а местными – 2,32. Водные ресурсы Юга России (местные и общие) значительно меньше, чем в других федеральных округах, кроме Центрального. Соответственно, потенциальная водообеспеченность на Юге России значительно меньше, чем в других округах, а по местным – минимальная в Российской Федерации (табл. 1).

Суммарные водные ресурсы, которые сравнительно невелики на Юге России, значительно различаются по субъектам РФ, изменяясь от 1,64-1,85 км<sup>3</sup>/год в республиках Калмыкия и Ингушетия до 247-268 км<sup>3</sup>/год в Астраханской и Волгоградской областях. В этих областях значительная величина общих водных ресурсов определяется притоком воды из соседних субъектов. Местный сток незначителен и только в Краснодарском крае равен 16,0 км<sup>3</sup>/год, в то время как в других субъектах РФ он не превышает 8,33 км<sup>3</sup>/год, а в Астраханской области даже отсутствует. Значительно изменяется по региону и величина потенциального водообеспечения:

**Ключевые слова:**

изменение климата, водные ресурсы, водообеспеченность

от 2,05-3,85 тыс.м<sup>3</sup>/чел в Ставропольском крае и Республике Ингушетия до 100,75-247,00 тыс.м<sup>3</sup>/чел в Волгоградской и Астраханской областях. Различие в водообеспеченности в регионе достигает 120 раз (табл. 2).

Водные ресурсы многих субъектов Юга России имеют значительную изменчивость, при этом в некоторых субъектах коэффициент вариации достигает 0,50-0,92 (в Республике Калмыкия – 0,76, в Ставропольском крае – 0,92). Поэтому на многих реках Юга России велика повторяемость маловодных, многоводных лет и катастрофических наводнений, приводящих к серьёзным проблемам в водообеспечении и разрушениям во время паводков [1].

В целом по Российской Федерации за 1978-2007 гг. сток рек увеличился и был больше нормы. Суммарные водные ресурсы за аналогичный период возросли на 5 % [1]. В то же время за 1978-2007 гг. на реках Юга России отмечалось как увеличение, так и уменьшение стока – у рек Волга, Кубань и Терек сток увеличился на 10-15 %, а у р. Дон сократился на 15 %.

Большое значение для потребителей водных ресурсов имеет внутригодовое распределение стока. На Юге России у степных рек (Волга, Дон, Восточный Маныч и др.) максимум стока приходится на весенний период, а минимум – на осенне-зимний. На горных реках (Кубань, Терек, Сулак и др.) максимум стока отмечается в весенне-летний период, а минимум – в осенне-зимний. Как показали исследования, выполненные Государственным гидрологическим институтом (ГГИ), в последние десятилетия на многих реках в связи с потеплением климата произошло увеличение стока в меженные периоды, особенно в зимние месяцы. В бассейнах рек Волга и Дон сток в зимний период за 1978-2007 гг. в среднем был на 60-120 %

**Таблица 1**

Современная потенциальная водообеспеченность федеральных округов [1]

Федеральные округа	Средние водные ресурсы за период 1930-2005 гг., км <sup>3</sup> /год			Численность населения (перепись 2002 г.) млн. чел.	Потенциальная водообеспеченность, тыс.м <sup>3</sup> на одного человека	
	местные	приток	общие		общими	местными
Южный и Северо-Кавказский	53,3	270	323	22,90	14,1	2,32
Центральный	108	22,3	131	38,00	3,44	2,84
Северо-Западный	554	65,0	619	13,97	44,3	39,6
Приволжский	173	113	286	31,15	9,18	5,55
Уральский	385	217	601	12,37	48,6	31,1
Сибирский	1277	59,1	1336	20,06	66,3	63,6
Дальневосточный	1566	295	1861	6,69	278	234
Российская Федерация	4118	206	4324	145,14	29,8	28,4

**Таблица 2**

Водные ресурсы Юга России по административным территориям [по 1 с дополнениями автора]

Субъекты Российской Федерации	Площадь, тыс.км <sup>2</sup>	Население, млн. чел.	Водные ресурсы, км <sup>3</sup> /год			Изменчивость водных ресурсов (Сv)	Потенциальная водообеспеченность по общим водным ресурсам, тыс.м <sup>3</sup> на одного человека
			приток	местный сток	общий сток		
Краснодарский край	76,0	5,10	8,17	16,0	24,2	0,23	4,74
Республика Адыгея	7,6	0,44	11,5	2,62	14,1	0,41	32,05
Ставропольский край	66,5	2,72	4,79	0,79	5,58	0,92	2,05
Карачаево-Черкесская Республика	14,1	0,46	0,00	6,28	6,28	0,13	13,65
Астраханская область	44,1	1,00	247	0,00	247	0,47	247,00
Волгоградская область	114,1	2,66	263	4,81	268	0,46	100,75
Ростовская область	100,8	4,33	21,9	3,43	25,3	0,50	5,84
Республика Дагестан	50,3	2,62	13,4	8,33	21,8	0,15	8,32
Кабардино-Балкарская Республика	12,5	0,96	4,54	2,90	7,45	0,26	7,76
Республика Калмыкия	76,1	0,29	0,23	1,41	1,64	0,76	5,66
Республика Северная Осетия-Алания	8,0	0,70	3,75	3,85	7,60	0,11	10,85
Чеченская Республика	(10,3)	1,14	8,43	2,13	10,6	0,20	9,30
Республика Ингушетия	(9,0)	0,48	1,24	0,60	1,85	0,32	3,85
<b>ИТОГО</b>	<b>589,4</b>	<b>22,90</b>	<b>270</b>	<b>53,3</b>	<b>323</b>	<b>0,16</b>	<b>14,10</b>

больше, чем за предшествующий период. За этот период увеличился сток рек в летне-осенний период в бассейне р. Дон на 25–50 %, а в бассейне р. Волга – на 75–100 % [1]. На многих реках отмечено сокращение стока весеннего половодья – в бассейне р. Дон на 10–30 % и на некоторых степных притоках р. Волга на 10–20 % [1]. Такое изменение внутригодового стока рек, прежде всего меженного, связано с наблюдавшимся в последние десятилетия повышением температуры воздуха в зимнее время.

Одновременно с увеличением стока в зимний и летне-осенний периоды у большинства рек произошел резкий рост значений минимального месячного зимнего и летне-осеннего стока. В последние десятилетия минимальный месячный сток за эти периоды в 3–4 раза превысил соответствующие величины за предшествующий многолетний период. Такой рост минимального стока явился положительным фактором, позволившим улучшить водообеспечение в зимний и летний периоды.

Избыток и дефицит водных ресурсов являются одним из показателей водообеспеченности территории [5]. Большая часть рассматриваемой территории характеризуется дефицитом водных ресурсов до 600 мм.

Линия равновесия избытка и дефицита водных ресурсов на севере региона проходит по верховьям р. Дон и среднему течению р. Волга (города Обоянь, Воронеж, Пенза, Ульяновск), а на юге – по предгорьям северного склона Большого Кавказа, низовьям притоков рек Кубань и Терек, берущих начало на северном склоне Большого Кавказа. Наибольшие величины дефицита водных ресурсов отмечаются в восточной части региона, при максимальной величине в 600 мм в Прикаспийской низменности. Область избытка водных ресурсов на севере региона охватывает узкую зону с избытком в 0–200 мм; на юге – это северный склон Большого Кавказа с величиной до 800–1000 мм в высокогорной зоне на высотах более 2500 м.

С 2005 г. началось постепенное увеличение водопотребления в связи с ростом потребности в воде для нужд промышленности и увеличением орошаемых площадей. По имеющимся прогнозам водопотребление будет постепенно расти. В связи с этим необходимо учитывать возможное изменение водных ресурсов, которое будет происходить в связи с изменением климата.

Согласно имеющимся оценкам климатологов [2, 7] в первой половине XXI века интенсивность антропогенных изменений глобального

климата продолжится и воздействие этих процессов на природу и социально-экономические условия может стать столь значительными, что их необходимо будет учитывать при прогнозных оценках на ближайшие десятилетия. Величины изменения температуры воздуха и атмосферных осадков на период 2011–2050 гг. для бассейна р. Волга оценены Государственным гидрологическим институтом по пяти климатическим сценариям и по двум вариантам выброса парниковых газов [1]. За 2011–2050 гг. по всем сценариям и обоим вариантам произойдёт увеличение температуры воздуха и количества атмосферных осадков. Так, температура воздуха повысится за год на 1,2 °С, в тёплый период – на 1,0 °С, а в холодный – 1,4 °С; годовая сумма атмосферных осадков вырастет на 22 мм за год, за тёплый период – на 9 мм и холодный – на 13 мм. По оценкам специалистов Северо-Кавказского Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) [4, 6] на Северном Кавказе за период 2005–2050 гг. также произойдёт увеличение средней годовой температуры воздуха и годовой суммы атмосферных осадков: в бассейнах рек Западный и Восточный Маныч на 1,3 °С и 84 мм и в бассейнах рек Кубань и Терек – на 1,2 °С и 167 мм, соответственно.

Учитывая современное состояние и возможное изменение климата к 2050 г., ГГИ, Московский государственный университет (МГУ) и Северо-Кавказское УГМС выполнили оценку возможного изменения стока рек Юга России на 2050 г. По данным Государственного гидрологического института сток основных рек Юга России изменится [1]:

- ◆ р. Волга      увеличится    на 14-22 %
- ◆ р. Дон        уменьшится    на 19-27 %
- ◆ р. Кубань    уменьшится    на 14-22 %
- ◆ р. Терек      увеличится    на 5-10 %

Несколько иной характер изменения стока в бассейнах рек Волга и Дон получен по оценкам, выполненным МГУ [3]. По оценке специалистов МГУ к 2050 г. сток в этих бассейнах рек будет значительно меньше, чем за предшествующий период (1961–1990 гг.) – от 12 % на р. Волга до 52 % на р. Северский Донец (табл. 3).

К 2050 г. сток рек Западный и Восточный Маныч возрастёт на 16,7 % и 15,8 %, соответственно, а сток рек Кубань и Терек – на 14,6 % и 11,3 % [4, 6].

Различия в оценках стока рек на 2050 г., полученных специалистами ГГИ и МГУ, определяются различными климатическими сценариями, на основе которых производил-

**Таблица 3**

Годовой сток основных рек Юга России на середину XXI века в долях от стока базисного периода (1961-1990 гг.) [3]

Река	Площадь водосбора, тыс.м <sup>2</sup>	Объём стока, км <sup>3</sup> /год	Годовой сток на середину XXI века, в долях от базисного
Волга	1380	254	0,88
Дон	378	27,3	0,74
Воронеж	21,600	2,30	0,60
Хопёр	61,100	3,35	0,56
Северский Донец	98,900	3,88	0,48

ся расчёт температуры воздуха и атмосферных осадков на 2050 г. Далее по этим данным был рассчитан сток рек.

На Юге России отмечается одно из наибольших в России водопотребление, составлявшее на 1975 г. 29,3 км<sup>3</sup>/год и 40,0 км<sup>3</sup>/год на 2005 г. За последние 50 лет объёмы водопотребления значительно изменились. Так, за 1960-1975 гг. отмечалось резкое увеличение водопотребления, связанное с развитием промышленности и орошения. В 1976-1990 гг. произошла стабилизация, связанная с внедрением оборотного водоснабжения в промышленности и технологий экономии воды в сельском хозяйстве. В 1980-е годы водопотребление на реках Юга России достигло максимума. Суммарный водозабор из поверхностных и подземных источников в бассейне р. Волга составил 35–37 км<sup>3</sup>/год, р. Дон – 17–19 км<sup>3</sup>/год, р. Кубань – 12–13 км<sup>3</sup>/год, рек Терек и Сулак – 10-11 км<sup>3</sup>/год. Период 1993-2005 гг. характеризуется интенсивным снижением водопотребления с 53,1 до 40,0 км<sup>3</sup>/год или почти на 25 %, что объясняется резким сокращением промышленного производства и площадей орошаемых земель.

## Заключение

Из вышеизложенного следует, что в последние десятилетия происходит устойчивое изменение климата, сопровождаемое повышением температуры воздуха и увеличением количества атмосферных осадков. Соответственно, на 5–15 % увеличится сток рек при одновременном внутригодовом перераспределении стока, который стал больше в меженный период и меньше в весенний.

При этом есть ряд прогнозов изменения речного стока на первую половину XXI столетия, которые различаются в связи с исполь-

зованием различных климатических сценариев. Так, для рек Волга и Дон по сценарию ГГИ сток к 2050 г. увеличится на 13–20 %, в то время как по прогнозу МГУ – сократится на 12–26 %, т.е. прогнозируются в целом сравнительно небольшие изменения стока, хотя и разнонаправленные.

Обеспеченность водой населения и отраслей экономики сократится, если сток рек окажется около нормы или уменьшится, поскольку ожидается, что к 2050 г. численность населения на Юге России возрастёт на 5–10 %. Соответственно, по сравнению с 2005 г. водообеспеченность сократится на 0,6–0,9 тыс.м<sup>3</sup>. В этих условиях возрастёт дефицит водных ресурсов для отраслей экономики, особенно в бассейнах рек Дон и Кубань. В бассейне р. Кубань уже в настоящее время отмечается недостаток водных ресурсов, особенно для целей мелиорации [1].

Неблагоприятным фактором потепления климата для всех рек региона станет увеличение числа и интенсивности наводнений, паводков и гидрологических засух, что объясняется значительной изменчивостью от года к году температуры воздуха и особенно атмосферных осадков.

Благоприятным фактором для судоходных рек к 2050 г. станет внутригодовое перераспределение стока, а именно его увеличение в летне-осенний период.

### *Литература*

1. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008. 470 с.
2. Изменение климата. 2001 г. Обобщённый доклад. Оценка МЭГИК / Под ред. Р.Т. Уотсона. ВМО, ЮНЕП, 2001. 526 с.
3. Кислов А.В. Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-Европейской равнины в условиях потепления XXI века / А.В. Кислов, В.М. Евстигнеев, С.М. Малхазова, Н.Н. Соколихина и др. М.: Макс Пресс, 2008. 290 с.
4. Лурье П.М. Река Кубань. Гидрография и режим стока / П.М. Лурье, В.Д. Панов, Ю.Ю. Ткаченко. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 498 с.
5. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли / Отв. ред. В.И. Корзун. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 637 с.
6. Панов В.Д. Реки Западный и Восточный Маньч. Гидрография и режим стока / В.Д. Панов, А.А. Базелюк, П.М. Лурье. Ростов н/Д.: Донской издател. дом, 2009. 431 с.
7. Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 p.



S.V. Panova, P.P. Fraydey

## GLOBAL CLIMATE CHANGE AND WATER RESOURCES IN SOUTHERN RUSSIA IN THE MIDDLE OF THE XXI CENTURY

Most scientists tend to believe that global climate change is going on now. These changes result in a change of climatic elements,

including water resources. The article examines the impact of global climate change on water resources in the South of Russia in the XXI century.

**Key words:** climate change, water resources, water supply

