
**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ
И РЕЖИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

УДК 556.18

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
В РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ**

© 2011 г. **И. А. Шикломанов**, В. И. Бабкин, Ж. А. Балонишникова

*Государственный гидрологический институт
199053 Санкт-Петербург, 2-я линия Васильевского острова, 23*

Поступила в редакцию 01.08.2010 г.

На основании обобщения результатов исследований, выполненных в Государственном гидрологическом институте в самые последние годы, представлены новые данные по оценке многолетней динамики водных ресурсов и использования воды для всех административных регионов РФ, изменению их в современный период и в ближайшей перспективе. Дана оценка произошедших изменений водопотребления, нагрузки на водные ресурсы и водообеспеченности, особенно за последние два десятилетия, в течение которых в России произошли наиболее серьезные изменения основных факторов, определяющих состояние водных ресурсов — изменение климата и социально-экономические преобразования. Оценки представлены не только для субъектов РФ, но и для гидроклиматических регионов страны в целом.

Ключевые слова: водные ресурсы, водопотребление, нагрузка на водные ресурсы, водообеспеченность.

Проблема оценки водных ресурсов и их использования не только имеет особую важность и актуальность с научной точки зрения, но и приобретает в последние годы чрезвычайно острый социальный и политический характер. Это обусловлено, с одной стороны, возрастанием роли антропогенных факторов, связанных с водопотреблением населения, промышленности, сельского хозяйства, а, с другой — изменениями глобального и регионального климата. Эта проблема особенно актуальна для России, поскольку в нашей стране с 1990-х гг. произошли значительные экономические преобразования и изменения речного стока под влиянием колебаний климата.

Следует отметить при этом, что при оценке рассматривались возобновляемые водные ресурсы, интегральная характеристика которых — речной сток, обеспечивающий, как правило, основной объем водопотребления и определяющий водообеспеченность территории и населения, а также избыток или дефицит водных ресурсов.

На основе анализа произошедших изменений характеристик водных ресурсов и их использования, а также с учетом возможных экономических тенденций в стране и климатической ситуации представлены прогнозные оценки водопотребления и водообеспеченности, что весьма важно для перспективного планирования развития экономики страны и водообеспечения населения.

**СОВРЕМЕННЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ
РОССИИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ПО ТЕРРИТОРИИ И ВО ВРЕМЕНИ**

Современная оценка водных ресурсов России и их использования выполнена за 1930–2005 гг., что позволило не только получить надежную информацию по их среднемноголетним характеристикам для всех экономических районов, субъектов Федерации и федеральных округов (ФО), но и выявить тенденции изменений за последние десятилетия в новых социально-экономических условиях и при изменении глобального климата.

Среднемноголетние возобновляемые водные ресурсы России по новым современным данным оцениваются в 4324 км³/год, из которых 4118 км³ сформированы на территории страны, а 206 км³ — это приток с сопредельных территорий (табл. 1). В указанные величины, естественно, включаются и подземные воды, дренируемые речными системами.

Суммарные величины водных ресурсов России достаточно велики, однако несмотря на это многие регионы России могут иметь и уже имеют очень серьезные региональные проблемы с водообеспечением экономики и населения. Главная причина в этом — крайне неравномерное распределение водных ресурсов по территории страны, которое не согласуется с потребностями в них; очень большая их временная изменчивость (особенно в южных районах); высокая степень загрязнения. Например, как следует из табл. 1, по величине местных водных ресурсов Южный и Дальневосточный ФО различаются почти в 30 раз. Очень хорошо обеспечены водными ресурсами Дальневосточный и Сибирский ФО,

Таблица 1. Среднеголетние водные ресурсы России по федеральным округам

Федеральный округ	Местные водные ресурсы, км ³ /год	Изменчивость местных водных ресурсов, C_v	Приток вод из сопредельных территорий, км ³ /год
Центральный	108	0.20	22.3
Северо-Западный	554	0.09	65.0
Южный	53.3	0.16	270
Приволжский	173	0.21	113
Уральский	385	0.18	217
Сибирский	1277	0.08	59.1
Дальневосточный	1566	0.08	295
Российская Федерация	4118	0.06	206

несколько менее — Уральский и Северо-Западный; ограниченные водные ресурсы имеют наиболее густо населенные округа — Приволжский, Центральный и Южный. Как следует из табл. 1, федеральные округа, имеющие малые водные ресурсы, обладают и наибольшей их многолетней изменчивостью ($c_v = 0.16–0.20$), т. е. это означает, что в отдельные годы или в течение нескольких лет они могут быть значительно меньше указанных среднеголетних значений.

Различия по субъектам РФ в водных ресурсах еще более велики. Наибольшие суммарные водные ресурсы имеют Красноярский край и Республика Саха (Якутия) (соответственно 950 и 899 км³/год), наименьшие — республики Калмыкия и Ингушетия, Белгородская, Курганская и Курская области (соответственно 1.64, 1.85, 2.71, 3.78 и 3.66 км³/год). Около 10 областей и республик имеют водные ресурсы <8 км³/год. Таким образом, абсолютные значения водных ресурсов субъектов РФ различаются в сотни раз. При этом субъекты РФ, расположенные в районах недостаточного увлажнения и обладающие очень ограниченными водными ресурсами, аналогично федеральным округам, имеют, как правило, очень большую их изменчивость как в многолетнем разрезе ($c_v = 0.25–0.87$), так и внутри года, что накладывает весьма значительные дополнительные трудности в решении проблем водообеспечения.

Следует отметить, что основной объем ежегодно возобновляемых водных ресурсов России приходится на речные бассейны, расположенные в пределах Красноярского края (735 км³/год), Республики Саха (Якутия) (566), Тюменской (344), Камчатской (265) областей, Хабаровского края (244), Архангельской обл. (201), Чукотского АО (181), Иркутской обл. (175), Республики Коми (158), Магаданской (119), Амурской (84.6) областей, Республики Бурятия (76.2), Читинской (68.8), Сахалинской (57.8) и Томской (57.8 км³/год) областей. В этих 15 регионах формируется >80% всего местного стока России.

Средняя природная водообеспеченность местным стоком в России составляет 28.4 тыс. м³/год

на человека и колеблется по субъектам РФ от 1.53 тыс. м³/год в Ставропольском крае до 3.36–13.6 млн. м³/год на человека в автономных округах Дальневосточного и Сибирского федеральных округов.

Анализируя количественные показатели современных водных ресурсов и водообеспеченности России, интересно сопоставить их с данными по другим странам, которые, как и Россия, обладают огромными территориями и значительными водными ресурсами. В табл. 2 по данным Государственного гидрологического института (ГГИ) представлены данные для шести стран мира, имеющих наибольшие величины возобновляемых водных ресурсов. По абсолютной величине водных ресурсов Россия занимает второе место в мире после Бразилии. Однако среди шести стран, представленных в таблице, по водообеспеченности населения Россия занимает третье место (после Бразилии и Канады), а по водообеспеченности территории — последнее место. По возможности регулирования водных ресурсов Россия находится на уровне Китая и Индии и очень значительно отстает от США и Канады. Это крайне неблагоприятный показатель для нашей страны, поскольку, в отличие от других стран, Россия имеет очень неравномерное внутригодовое распределение возобновляемых водных ресурсов. В течение трех месяцев в России, так же как и в Индии, формируется >60% водных ресурсов, тогда как в Китае 48%, Канаде 46, в США 35, а в Бразилии 32%.

Значительно более благоприятная ситуация в среднем по России — по соотношению величины водных ресурсов и объема потребления пресных вод (коэффициент использования или нагрузки на водные ресурсы). Современное водопотребление в России оценивается в 61.4 км³/год, или 1.6% водных ресурсов, в Бразилии этот показатель составляет 0.5%, в Канаде 1.5, в США 13.1, в Китае 17.7 и в Индии 25.4%.

Приведенные выше выводы основаны на средних за длительный многолетний период характери-

Таблица 2. Возобновляемые водные ресурсы и водообеспеченность избранных стран мира

Страна	Площадь, тыс. км ²	Население, млн. 2000 г.	Суммарные водные ресурсы, км ³ /год	C _v	Потенциальная водообеспеченность		Объем водохранилищ, км ³		Отношение полезного объема водохранилищ к водным ресурсам, %
					территории, мм слоя	населения, тыс. м ³ в год на чел.	полный	полезный	
Бразилия	8510	170	8120	0.08	954	47.8	474	272	3.4
Россия	17075	145.2 (2002 г.)	4324	0.06	253	29.8	790	324	7.5
Канада	9970	30.8	3420	0.06	343	111	801	587	17.1
США	9360	280	3048	0.11	326	10.9	796	714	23.4
Китай	9600	1282	2700	0.15	281	2.1	443	223	8.3
Индия	3290	1009	2037	0.11	619	2.0	299	223	10.0

Таблица 3. Водные ресурсы России (местные) по федеральным округам за различные периоды

Федеральный округ	Местные водные ресурсы, км ³ /год		Изменение местных водных ресурсов	
	1936–1984 гг.	1985–2005 гг.	км ³ /год	%
Центральный	105	113	8	8
Северо-Западный	546	581	35	6
Южный	51.1	58.9	7.8	15
Приволжский	166	199	33	20
Уральский	372	420	48	13
Сибирский	1 230	1 293	63	5
Дальневосточный	1 558	1 576	18	1
Российская Федерация	4 028	4 241	213	5

стиках водных ресурсов и водообеспеченности. Однако в настоящее время наибольшее научное и практическое значение имеет анализ их изменений во времени и особенно за последние два десятилетия в условиях заметного потепления глобального климата и новых социально-экономических отношений в нашей стране. Как известно, в течение XX в. глобальная температура воздуха повысилась на ~0.6°C, при этом наиболее заметное потепление имело место начиная с 1980-х гг. в умеренных широтах северного полушария. Изменился и режим выпадения осадков, хотя эти изменения не столь очевидны. Все это могло отразиться на величинах водных ресурсов обширных территорий, поскольку они, как известно, — достаточно надежная интегральная характеристика общих климатических условий.

Исследования, выполненные в последние годы в ГГИ, показали, что в последние два десятилетия в России наметилась тенденция некоторого увеличения суммарных водных ресурсов. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в табл. 3. Сравнение величин водных ресурсов за два многолетних периода показывает увеличение их в целом для России на ~5%, причем, это увеличение, хотя и в раз-

ной степени, имеет место во всех ФО. Еще более наглядно увеличение водных ресурсов иллюстрирует рис. 1, где приведена многолетняя динамика еже-

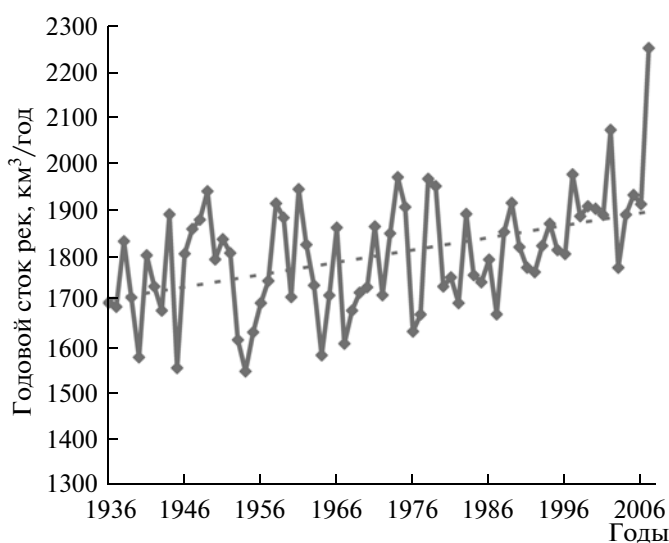


Рис. 1. Многолетняя (1936–2006 гг.) динамика водных ресурсов Российской Федерации.

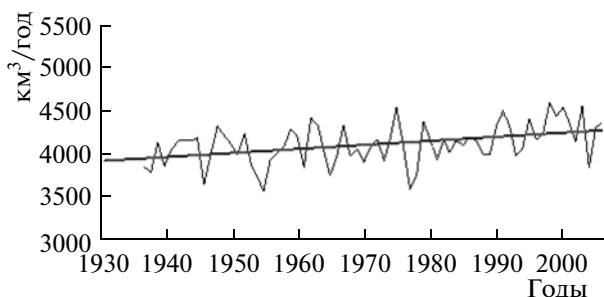


Рис. 2. Динамика стока шести крупнейших рек, впадающих в Северный Ледовитый океан за 1936–2007 гг.

годных величин суммарных водных ресурсов за 1936–2006 гг.

Интересно отметить также, что за последние два десятилетия в России произошло весьма значительное увеличение прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод. Так, по данным, приведенным в 1987 г. в [2], на 01.01.1983 г. потенциальные подземные водные ресурсы России (РСФСР) составляли 175 км³/год, а утвержденные эксплуатационные запасы 17.9 км³/год. По последним данным [1] на 2006 г. эти величины составляют соответственно 400 и 33.5 км³/год, т. е. имеет место увеличение их объемов практически в два раза.

Анализ данных многолетних наблюдений гидрологической сети позволил выявить также заметную тенденцию увеличения годового стока за рассматриваемый период в большинстве крупнейших речных бассейнов нашей страны.

Как показали исследования российских и зарубежных ученых [5], суммарный годовой сток шести крупнейших российских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан (Енисей, Лена, Обь, Колыма, Печора, Северная Двина), с начала наблюдений (1936 г.) по настоящее время увеличился на ~140 км³/год, или на 8% (рис. 2). Причем, эта тенденция имеет хорошую прямую корреляцию с повышением глобальной температуры воздуха. Суммарный годовой приток речных вод в Северный Ледовитый океан за последние 12 лет увеличился на 210 км³/год (по сравнению с 1921–1965 гг.), т. е. за этот период океан получил дополнительно 2500 км³ пресной воды, в том числе 1500 км³ за счет стока российских рек.

Произошло заметное увеличение годового стока р. Волги; с начала 1980-х гг. оно составило ~9%, что стало главной причиной повышения уровня Каспийского моря почти на 2.5 м [4].

На фоне повышения водности многих больших рек страны и увеличения суммарных водных ресурсов ряда рек южных регионов, в частности, в бассейне р. Дон, в последние десятилетия намечается устойчивая тенденция уменьшения водных ре-

сурсов, что в немалой степени связано с интенсивной хозяйственной деятельностью на водосборе [4].

Анализ материалов наблюдений гидрологической сети на средних по величине речных водосборах, практически не затронутых деятельностью человека, позволил выявить за последние десятилетия изменения не только их водных ресурсов или годового стока, но и его распределения внутри года. Причем, последние изменения на многих реках оказались особенно значительными, и прежде всего это касается стока за зимние месяцы [3].

В соответствии с данными [4], в большинстве регионов России произошло увеличение годового стока на 20–40% (исключение — южные районы). Однако особенно необычно практически повсеместное и резкое увеличение межлетнего стока — как летне-осеннего (до 40–60%), так и зимнего (для ряда регионов до 60–90%). Такое увеличение, одновременно охватившее в последние два десятилетия огромные регионы, необычно по своей природе, не имеет аналогов за весь период наблюдений и по эффективности воздействия на сток сопоставимо с регулирующим влиянием водохранилищ. Весьма интересно отметить, что в ряде регионов одновременно с увеличением межлетнего стока произошло и увеличение стока за весеннее половодье, что способствует повышению риска наводнений на реках.

ДИНАМИКА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, НАГРУЗКА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ

Использование воды на различные хозяйственные нужды — антропогенный фактор, воздействующий на водные ресурсы больших речных систем и регионов. Поэтому для того, чтобы оценить состояние водных ресурсов любого региона, прежде всего, необходимо иметь данные о водопотреблении в этом регионе и о его динамике за многолетний период.

Данные по водопотреблению начиная с 1960 г., когда появились относительно достоверные материалы учета использования воды, представлены на рис. 3.

Динамика водопотребления в России главным образом определяется социально-экономическими условиями. За период с начала научно-технической революции (1960 г.) по 1975 г., характеризующийся наиболее интенсивным развитием хозяйственной деятельности в стране, имело место резкое увеличение водопотребления (более чем в 3 раза). С 1975 по 1990 г. водопотребление практически стабилизировалось, что объясняется замедлением роста экономики и внедрением водосберегающих технологий, особенно в промышленности. Период после 1990 г. характеризуется интенсивным уменьшением водопотребления с 96–100 до 60–65 км³/год, что объясняется социально-экономическим кризисом — рез-

ким сокращением промышленного и сельскохозяйственного производства, уменьшением орошаемых земель.

В настоящее время в РФ потребляется ~61.4 км³/год пресной воды; из которой 63% приходится на промышленно-хозяйственное водопотребление, 22% – на хозяйственно-питьевое (коммунальное) и 15% – на сельскохозяйственное (орошение и сельскохозяйственное водоснабжение) (рис. 3).

Для более детальной оценки динамики водопотребления во всех федеральных округах были проанализированы имеющиеся по различным источникам данные по использованию свежей воды за многолетний период 1965–2005 гг., в том числе по соотношению объемов водозаборов и сбросов были ориентировочно оценены величины безвозвратного водопотребления. Для анализа динамики структуры водопотребления по федеральным округам были обобщены имеющиеся за последние годы данные Росводресурсов по использованию воды на различные хозяйственные нужды в каждом субъекте РФ. Обобщенные данные по суммарному водопотреблению (или использованию воды на все хозяйственные нужды) и водопотреблению в различных секторах экономики с 1993 по 2005 г. по всем округам приведены на рис. 4 и в табл. 4. Как видно, к настоящему времени водопотребление на нужды сельского хозяйства во всех округах, кроме Южного, практически сведено к минимуму и составляет 5% общего водопотребления и менее; это и понятно, поскольку в этих округах даже имеющиеся орошаемые площади не поливаются. В Южном ФО, где сосредоточено большинство поливаемых земель России, водопотребление на нужды сельского хозяйства за последние 15 лет сократилось в меньшей степени – с 10.1 до 7.5 км³/год, при этом его удельный вес в общем водопотреблении не изменился и составляет 54–55% (табл. 4). Использование воды на коммунальные нужды во всех округах практически остается на постоянном уровне. Наибольший интерес представляют данные по промышленно-

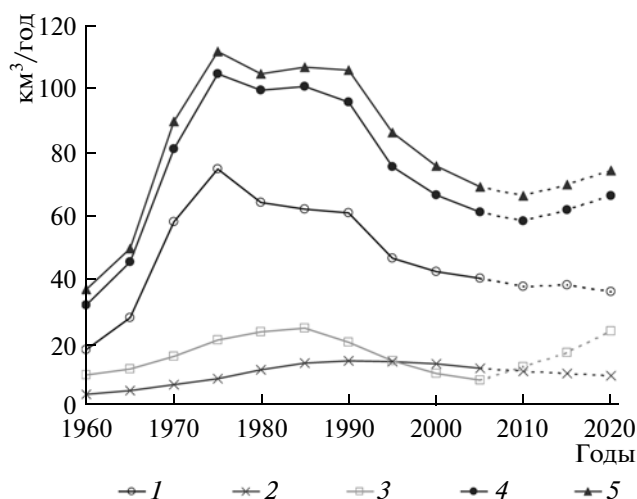


Рис. 3. Динамика водопотребления в России: промышленное 1, коммунальное 2 водопотребление; орошение и сельскохозяйственное водоснабжение 3; использование воды 4; водозабор 5.

му водопотреблению, объемы которого в последние 7–8 лет во всех округах практически остаются стабильными, а доля в общем водопотреблении увеличивается несмотря на то, что за этот период промышленное производство выросло на 40–50%, что, по-видимому, свидетельствует о более эффективном использовании свежей воды на вновь создаваемых и восстанавливаемых промышленных предприятиях, в частности – со все более широким применением оборотного водоснабжения.

Обобщение данных по имеющимся водным ресурсам и водопотреблению за многолетний период указывает на сохранение тенденции к снижению нагрузки на водные ресурсы (отношение объема всей используемой воды к возобновляемым водным ресурсам, %) начиная с 1980-х гг., что связано с уменьшением водопотребления. Современная нагрузка на водные ресурсы по округам приведена в табл. 5.

Таблица 4. Динамика структуры водопотребления в федеральных округах, % (П – промышленное, К – коммунальное, С/Х – сельскохозяйственное водопотребление)

Федеральные округа	1995 г.			2000 г.			2005 г.		
	П	К	С/Х	П	К	С/Х	П	К	С/Х
Центральный	54	37	9	59	36	5	58	39	3
Северо-Западный	83	15	2	86	14	0	87	12	1
Южный	32	14	54	31	14	55	31	14	55
Приволжский	60	23	17	66	27	7	70	26	4
Уральский	54	35	11	58	37	5	59	36	5
Сибирский	70	19	11	75	18	7	77	18	5
Дальневосточный	63	28	9	67	27	6	66	31	3

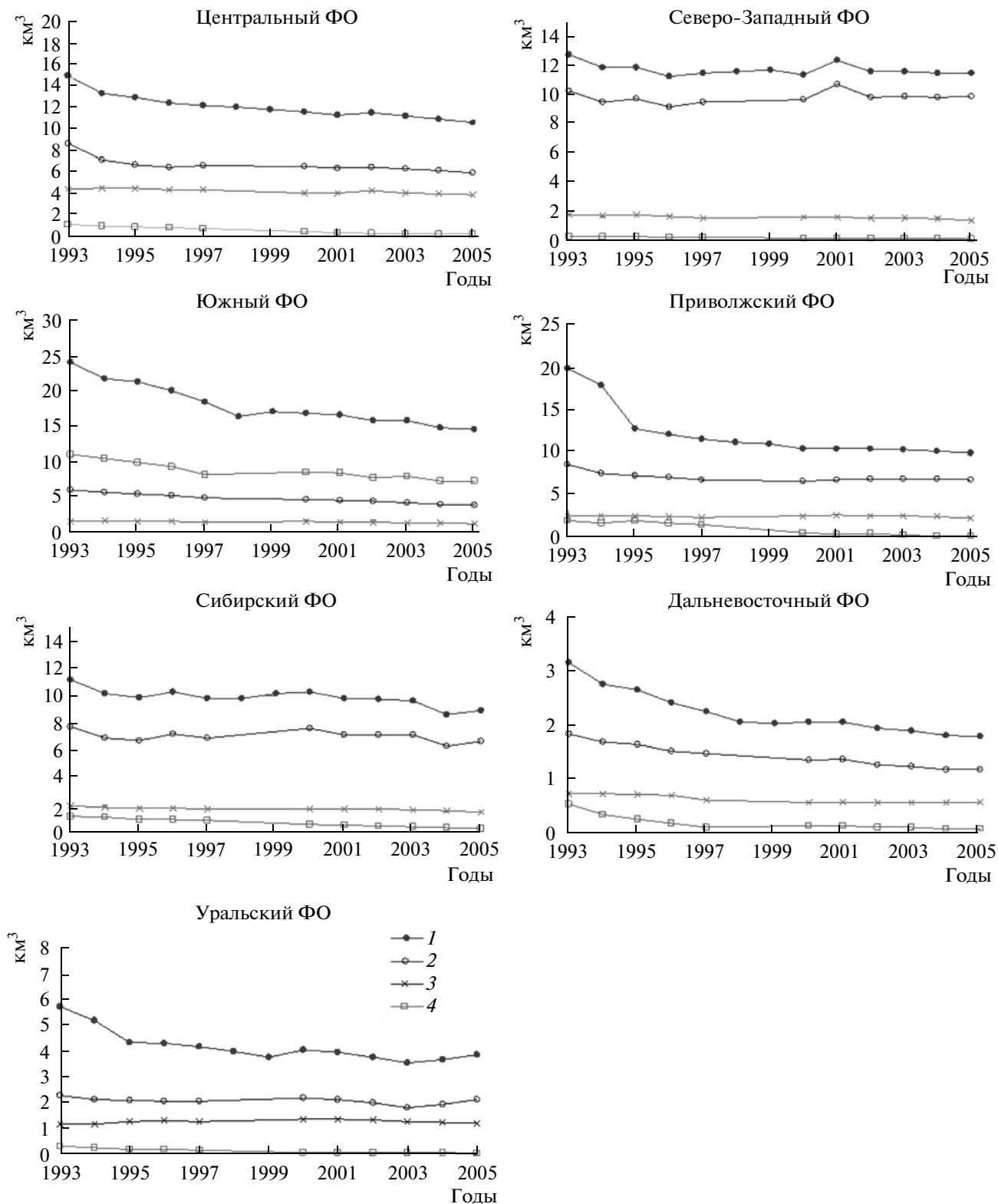


Рис. 4. Динамика полного водопотребления и использования воды на различные нужды в современный период: полное водопотребление 1, производственные нужды 2, хозяйственно-питьевые нужды 3, орошение и сельскохозяйственное снабжение 4.

Таблица 5. Водные ресурсы, коэффициент их современного использования и водообеспеченность в федеральных округах РФ

Федеральный округ	Численность населения, млн. чел. (2002 г.)	Средние водные ресурсы, км ³ /год, за 1930–2005 гг.			Нагрузка на водные ресурсы, %		Потенциальная водообеспеченность, тыс. м ³ на чел.	
		местные	приток	общие	местные	общие	местными водными ресурсами	общими водными ресурсами
Центральный	38.00	108	22.3	131	9.8	8.1	2.84	3.44
Северо-Западный	13.97	554	65.0	619	2.1	1.8	39.5	44.3
Южный	22.9	53.3	270	323	27.8	4.6	2.32	14.1
Приволжский	31.15	173	113	286	5.8	3.5	5.55	9.18
Уральский	12.37	385	217	601	1.0	0.64	31.1	48.6
Сибирский	20.06	1277	59.1	1336	0.74	0.71	63.6	66.5
Дальневосточный	6.69	1566	295	1861	0.11	0.09	234	278

В соответствии с приведенными данными, все федеральные округа имеют нагрузку относительно общих водных ресурсов <10%, что соответствует низкой степени нагрузки на водные ресурсы. По отношению к местным водным ресурсам только Южный ФО имеет высокую нагрузку (30%), для остальных округов она остается низкой.

Что касается оценки состояния водных ресурсов по удельной водообеспеченности (отношение водных ресурсов к численности населения), то эти данные также приведены в табл. 5.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И НАГРУЗКА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ НА ПЕРИОД ДО 2020 Г.

Анализ результатов многочисленных исследований, полученных в последние 10–15 лет как российскими, так и зарубежными учеными с использованием различных климатических сценариев и гидрологических моделей, убедительно показывает, что на большей части России в первой половине XXI в. следует ожидать увеличения водных ресурсов и уменьшения их внутригодовой неравномерности.

Следует отметить, что эти выводы, полученные с использованием климатических сценариев на основе моделей общей циркуляции атмосферы и палеоклиматических реконструкций, относятся в основном к довольно отдаленной перспективе и их использование для практических целей ввиду очень больших временных интервалов осреднения и неопределенностей количественных оценок очень ограничено.

В связи с этим на основе анализа результатов, полученных для самых различных речных водосборов, совместно с выявленными тенденциями и трендами в изменениях гидрологических и водохозяйственных характеристик за многолетний период (особенно за последние 20–25 лет) в ГГИ выполнены оценки ожидаемых изменений годового и сезонного стока рек в условиях меняющегося климата на ближайшую перспективу 2010–2020 гг. в целом для территории России и в пределах крупных гидроклиматических регионов, объединяющих субъекты РФ по условиям однородности физико-географических характеристик, а также наблюдаемых и прогнозируемых изменений речного стока [3].

Согласно этим оценкам в большинстве регионов РФ следует ожидать увеличения годового стока рек на 10–15%. Вместе с тем, в ряде густо населенных регионов – на территориях субъектов Черноземного Центра, Южного ФО, юго-западной части Сибирского ФО, которые и в современных условиях имеют довольно ограниченные водные ресурсы, – следует ожидать уменьшения годового стока рек в пределах 5–15%. В целом для территории России наиболее вероятно увеличение водных ресурсов на 8–10%.

Потепление климата оказывает особенно большое влияние на сезонный сток рек; эти процессы уже происходят практически на всей территории России, и ожидается их усиление в перспективе. Наиболее значительно изменится зимний сток рек; в Центральном, Приволжском округах и в юго-западной части Северо-Западного округа увеличение зимнего стока составит 60–90%, летнего 20–50%, в остальных федеральных округах увеличение зимне-

го и летнего стока будет находиться в пределах от 5 до 40%.

В ряде субъектов Федерации произойдет незначительное (до 10%) увеличение стока весеннего половодья, в то же время в областях Черноземного Центра и в южной части Сибирского ФО сток рек в весенний период уменьшится на 10–20%.

Перспективные оценки водопотребления – промышленного, коммунального и сельскохозяйственного – были выполнены на основе разработанных в ГГИ методических подходов с учетом специфики развития каждого из указанных видов водопотребления.

Промышленное водопотребление. Прогноз выполнен на основании современных характеристик промышленного водопотребления для каждого субъекта РФ – водозабора свежей воды ($W_{св}$), объема воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения ($W_{об}$), коэффициента оборота воды ($K_{об}$), а также с учетом анализа долгосрочных экономических сценариев, разработанных в Центре макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования и в Институте народнохозяйственного прогнозирования РАН. При этом предполагалось, что рост промышленности должен быть в максимальной степени обеспечен не за счет водозабора воды на промышленные нужды, а в результате более интенсивного развития на производствах систем оборотного водоснабжения.

Таким образом, на основании разработанного методического подхода в каждом субъекте устанавливался предполагаемый рост значений $K_{об}$ на расчетные уровни 2010, 2015 и 2020 гг. по отношению к современному. С учетом установленных на перспективу для каждого субъекта РФ показателей объемов оборотной воды и значений $K_{об}$ определялись величины использования свежей воды в промышленности по формуле $K_{об} = \frac{W_{об}}{W_{об} + W_{св}}$. Путем

обобщения полученных данных определялись соответствующие показатели для федеральных округов, отдельных речных бассейнов, гидроклиматических регионов и для России в целом.

Коммунальное водопотребление. Оценка перспективного коммунального водопотребления в России основана на учете тенденции его снижения за счет экономии питьевой воды и обеспечения контроля за ее расходом, а также на имеющихся прогнозах численности населения России до 2020 г. На основании фактического анализа экономии воды в различных субъектах РФ, а также при учете существующих в России норм коммунального водопотребления и международного опыта, методом экспертной оценки были приняты следующие показатели уменьшения удельного водопотребления по субъектам РФ на 2010, 2015 и 2020 гг.: 10, 15 и 20% соответственно по отношению к средним по-

казателям за 2000–2005 гг. Объем коммунального водопотребления на каждый расчетный уровень устанавливается путем умножения удельных величин водопотребления на прогнозную численность городского населения.

Сельскохозяйственное водопотребление. Для прогнозной оценки объемов водопотребления на нужды сельского хозяйства (орошение и сельскохозяйственное водоснабжение) прежде всего необходимы долгосрочные перспективные планы развития орошаемого земледелия в стране, в том числе распределение орошаемых земель по территории – по регионам и основным речным бассейнам. Единственный документ, который в той или иной мере отвечает этим планам, – “Концепция развития комплексных мелиораций и повышение продуктивности мелиорируемых земель”. Документ был разработан в 2004 г. группой ученых Волгоградского научно-исследовательского института орошаемого земледелия под руководством И.П. Кружилина.

На основании материалов по динамике орошаемых площадей и затрат воды на нужды орошения по субъектам РФ и основным речным бассейнам и данных Концепции по перспективам развития орошения по природно-экономическим районам приближенно была выполнена перспективная оценка динамики орошаемых площадей на уровни 2010, 2015 и 2020 гг. по субъектам РФ и по бассейнам крупных рек. При определении развития орошения последних принимались во внимание доли площадей субъектов РФ, находящихся в пределах исследуемых водосборов. Помимо земель с оросительной сетью, при расчетах учитывались и величины фактически политых земель.

Результаты расчетов показывают, что ожидается увеличение суммарного водопотребления за счет развития орошаемого земледелия. К 2020 г. по отношению к уровню 2005 г. это увеличение составит для Волги 17%, Дона – 41, Оби – 23, Кубани – 7 и Терьки с Сулаком – 5%. Тем не менее, для всех бассейнов (кроме Кубани) величины суммарного водопотребления на уровень 2020 г. будут значительно меньше водозаборов, которые имели место в 1970–1980-е гг. В значительной степени это обусловлено тем, что после 2005 г. в соответствии с прогнозными оценками в большинстве субъектов РФ ожидается заметное снижение промышленно-коммунального водопотребления.

Данные по динамике суммарного водопотребления с 1995 по 2020 г. по гидроклиматическим регионам приведены на рис. 5. Они показывают принципиально различное изменение в перспективе величин суммарного водопотребления для хорошо увлажненных северных и восточных регионов, где объемы водопотребления в основном определяют затраты воды на промышленное производство и коммунальное водоснабжение, и для южных регио-

нов, где планируется масштабное развитие орошаемого земледелия.

В регионах первой группы (рис. 5а) предполагается тенденция некоторого сокращения водопотребления (в пределах 20–25% к 2020 г.) в результате планируемого более широкого использования в промышленности технологии оборотного и последовательно-повторного водоснабжения, а также экономии воды при коммунальном водопотреблении. В регионах второй группы (рис. 5б) указанные факторы тоже действуют, но они в полной мере перекрываются увеличением водопотребления на развивающееся орошаемое земледелие, и в этих регионах намечается устойчивая тенденция увеличения суммарного водопотребления (до 20–60% к 2020 г.). При этом в еще большей степени, естественно, увеличатся объемы безвозвратного водопотребления.

Аналогичная тенденция в динамике перспективного водопотребления имеет место применительно к федеральным округам. В Северо-Западном и Дальневосточном округах, где не планируется развитие орошения, следует ожидать тенденции снижения водозабора, в остальных округах водопотребление будет расти с интенсивностью, которая зависит, главным образом, от развития орошаемого земледелия.

Прогноз водопотребления на различные хозяйственные нужды в целом по России до 2020 г. представлен на рис. 3. С 2005 по 2020 г. предполагается рост суммарного водопотребления на ~9% при увеличении сельскохозяйственного водопотребления на 85–90%. При этом планируется, что промышленное водопотребление свежей воды сократится на ~10, а коммунальное на 25%. Таким образом, предполагается, что суммарный объем водопотребления в стране на уровень 2020 г. будет на ~30% меньше, чем был в 1980-е гг.

На основании результатов прогнозирования водных ресурсов, водопотребления и численности населения выполнена приближенная оценка наиболее вероятных на ближайшую перспективу (2015–2020 гг.) изменений водообеспеченности и нагрузки на водные ресурсы (коэффициента использования водных ресурсов) для всех субъектов РФ, федеральных округов и гидроклиматических регионов. Последние данные представлены на карте-схеме (рис. 6). В целом для территории России удельная водообеспеченность на одного жителя увеличится в рассматриваемой перспективе на 12–14% за счет прогнозируемого увеличения водных ресурсов и сокращения численности населения, при этом средний коэффициент использования водных ресурсов практически не изменится.

Что касается конкретных регионов, то, как следует из рис. 6, увеличение удельной водообеспеченности (до 10–25%) ожидается на большей части территории России, где формируется >95% водных ресурсов страны. Вместе с тем, как показывают

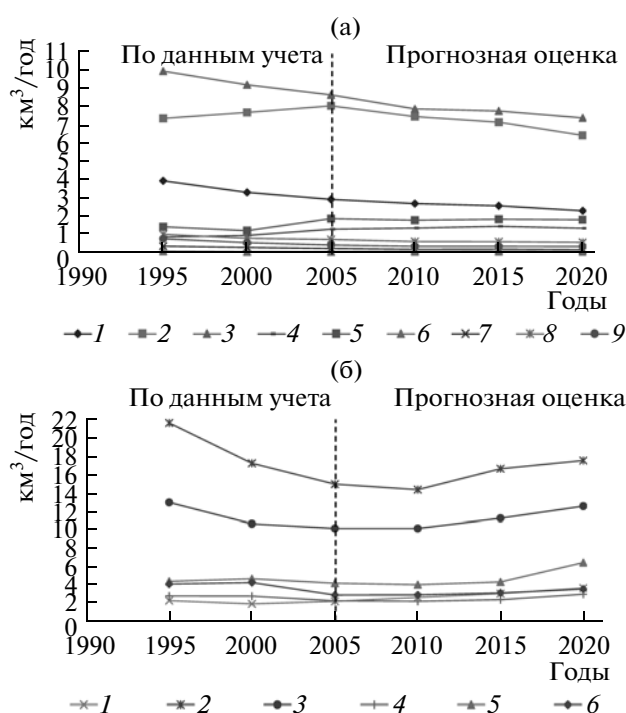


Рис. 5. Динамика полного водопотребления за 1995–2020 гг. по гидроклиматическим регионам России. Не планируется масштабное развитие орошаемого земледелия (а): север 1; северо-запад Европейской территории России 2; север Центрального ФО 3; север Уральского ФО 4; север Сибирского ФО 5; центр и север 6; северо-восток 7; юг и юго-восток 8; юго-восток Дальневосточного ФО 9. Планируется масштабное развитие орошаемого земледелия (б): центральные черноземные области Центрального ФО 1, Южный ФО 2, Приволжский ФО 3, юг Уральского ФО 4, юго-запад Сибирского ФО 5, юг Сибирского ФО 6.

результаты расчетов в ряде густо населенных регионов, на территориях черноземных областей Центрального ФО, Южного ФО, юго-западной части Сибирского ФО, которые и в современных условиях имеют довольно ограниченные водные ресурсы, следует ожидать уменьшения водообеспеченности от 5 до 25% и увеличения нагрузки на них от 5 до 25% за счет изменений климата и увеличения водопотребления. В частности, наиболее значительное уменьшение водообеспеченности (до 10–20%) и увеличение нагрузки на водные ресурсы (до 15–25%) прогнозируется в черноземных областях Центрального ФО (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская, Тамбовская), в ряде субъектов РФ, расположенных в Южном ФО (Республика Калмыкия, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская обл.), а также в меньшей степени в верховьях Оби и Иртыша в юго-западной части Сибирского ФО (Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области).

При этом, в маловодные годы водообеспеченность населения Белгородской и Курской областей,

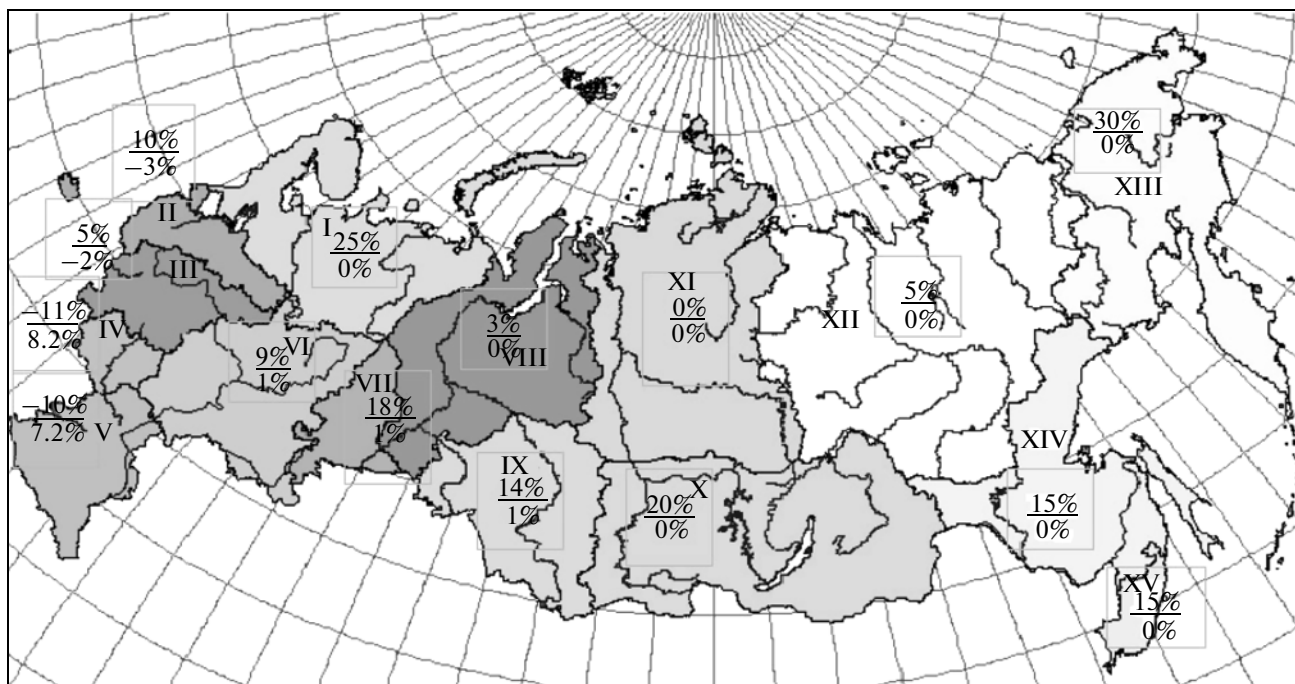


Рис. 6. Прогнозная оценка изменений водообеспеченности и нагрузки на водные ресурсы на 2015–2020 гг., % по отношению к современному уровню (числитель – изменение водообеспеченности, знаменатель – изменение нагрузки на водные ресурсы).

Ставропольского края и Республики Калмыкия может быть близкой к величинам 1000–1500 м³ в год на одного человека и даже меньше, что по международной классификации рассматривается как очень низкая или критически низкая водообеспеченность.

В других перечисленных выше субъектах Центрального и Южного федеральных округов водообеспеченность ожидается в пределах 2000–4000 м³ в год на одного жителя, что рассматривается как низкая. В этих регионах для устойчивого развития необходимо постоянно регулировать предложение и спрос на воду, а проблемы водообеспечения потребуют здесь особого внимания и крупных инвестиций.

В субъектах юго-западной части Сибирского ФО, хотя уменьшение водных ресурсов и не приведет к низким значениям водообеспеченности и высокой нагрузке на среднесезонные водные ресурсы, однако уже существующие в настоящее время весьма серьезные водные проблемы в маловодные периоды могут приобрести особую остроту в перспективе. И это прежде всего связано с большой изменчивостью водных ресурсов во времени и по территории и с интенсивным использованием стока трансграничных рек в Китае и в Казахстане.

Следует отметить, что, несмотря на прогнозируемое заметное увеличение водных ресурсов в нечерноземных областях Центрального ФО, в некоторых регионах, прежде всего в Московской обл. (вместе с г. Москва), – в результате развития экономики, уве-

личения численности и повышения благосостояния населения можно ожидать значительного увеличения нагрузки на водные ресурсы и снижения водообеспеченности, которые в настоящее время находятся на критическом уровне.

ВЫВОДЫ

Произошедшие за последние 15–20 лет изменения климата и коренные преобразования в социально-экономической сфере оказали значительное влияние на водные ресурсы России, их распределение во времени и по территории, водопотребление и водообеспеченность.

В условиях некоторого увеличения водных ресурсов, прогнозируемого изменения водопотребления и снижения численности населения на уровень 2020 г. не следует ожидать существенного обострения проблем водообеспечения применительно к крупным регионам России (федеральным округам и гидроклиматическим регионам). В то же время, наряду с увеличением годового, особенно – сезонного, стока рек на большей части территории страны целый ряд субъектов, расположенных на юге Европейской территории, Урала и Западной Сибири, имеют тенденцию уменьшения водных ресурсов и уже в настоящее время испытывают серьезные трудности с водообеспечением, особенно – в маловодные годы. Как показали исследования, есть основания полагать, что в условиях потепления кли-

мата эти тенденции сохранятся и в ближайшей перспективе; особенно это касается южных регионов Европейской части России, где планируется интенсивное развитие орошения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водные ресурсы России и их использование. СПб.: Наука, 2008. 470 с.
2. Водные ресурсы СССР и их использование. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 302 с.
3. Шикломанов И.А., Балонишников Ж.А., Георгиевский В.Ю. Гидрологические последствия изменений климата и их влияние на социально-экономические условия // Сб. пленарных докл. междунар. конф. "Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям". М.: Триада Лтд, 2007. С. 295–311.
4. Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Изменение стока рек России при глобальном потеплении климата // Докл. VI Всерос. гидрологического съезда. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2008. Секция 3. Ч. 2. С. 159–163.
5. Peterson B.L., Holmes R.M., Mc.Clelland et. al. Increasing river discharge to the Arctic Ocean // Science. 2002. V. 298. № 5601. P. 2171–2173.