**АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРУКТУРЫ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ.
ЧАСТЬ 1. ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ**

Е.А. Рыбак^{1,2}, О.О. Рыбак^{1,2,3}

¹Институт природно-технических систем, РФ, г. Сочи, Курортный проспект 99/18

²ФИЦ ШНЦ РАН, РФ, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28

³Институт водных проблем РАН, РФ, г. Москва, ул. Губкина, 3

E-mail: elena.rybak@gmail.com, o.o.rybak@gmail.com

В настоящее время вопросы устойчивого и гарантированного доступа к воде рассматриваются как одна из составляющих обеспечения продовольственной безопасности, сохранения и восстановления природных ресурсов. Основной проблемой водопотребления в России является нерациональное и неэффективное использование водных ресурсов и, как следствие, высокий удельный расход воды. В субъектах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов водопотребление в настоящее время является одним из самых высоких в России. Характеристики воздействия на водные ресурсы напрямую связаны с использованием воды, основными элементами которого являются забор воды из природных источников, использование воды и сброс сточных вод. В статье исследовано текущее состояние водных ресурсов в субъектах Российской Федерации на Северном Кавказе. Объективно оценена их доступность. Рассмотрены региональные различия в водообеспеченности.

Ключевые слова: Северный Кавказ, водные ресурсы, водопотребление, водопользование, потери воды, рациональное использование водных ресурсов.

Поступила в редакцию: 16.04.2021. После доработки: 21.05.2021.

Введение. Одним из важнейших компонентов природной среды, определяющих ее экологическое состояние, являются водные ресурсы, чутко реагирующие на изменение климата. По этой причине в настоящее время ключевой задачей развития общества является обеспечение эффективного управления водными ресурсами. В связи с обострением водных проблем в мире, вопросы устойчивого и гарантированного доступа к воде рассматриваются как одна из составляющих обеспечения продовольственной безопасности, сохранения и восстановления природных ресурсов, являющихся основой жизнеобеспечения населения.

Одной из приоритетных задач надлежащего функционирования водного хозяйства Российской Федерации является повышение социальной, экологической и экономической эффективности использования водных ресурсов. Эта задача достаточно сложная, поскольку существует практика экстенсивного использования водных ресурсов, т.е. по-

стоянно растут объемы водопотребления и не снижаются объемы загрязненных вод. Экономический рост и социальное развитие Российской Федерации напрямую зависят от перспектив решения проблем водной безопасности, вызванных ростом повторяемости наводнений и засух, возникновением и усилением водного дефицита в наиболее развитых районах страны, ростом загрязнения природных вод, выводящим природные системы за рамки экологической устойчивости. По мнению [1–3], отставание от передовых стран в управлении водным хозяйством и водными ресурсами, чрезмерная водоемкость экономики могут стать сдерживающим фактором в развитии страны.

Суммарные величины водных ресурсов России достаточно велики, однако несмотря на это многие регионы страны могут иметь и уже имеют очень серьезные региональные проблемы с водообеспечением экономики и населения. Главная причина этого – крайне неравномерное распределение водных ресур-

сов по территории страны: на наиболее освоенные районы европейской части России, где сосредоточено свыше 80% населения, приходится всего 10–15% водных ресурсов; очень большая их временная изменчивость (особенно в южных районах).

Стратегическое планирование социально-экономического развития регионов Северного Кавказа и их выход в перспективе на траекторию устойчивого развития, требует оценки природных ресурсов территории, в том числе, водных ресурсов. В настоящее время регулирование водных ресурсов в регионе затруднено фрагментированным водопользованием, неравным доступом к воде, противоречивой правовой системой в области регулирования водопользования [4]. Эти проблемы усугубляются двумя факторами. Первый из них – это изменения климата, которые уже привели к значительной деградации горного оледенения [5], которое в значительной степени определяет гидрологический режим. Второй – демографическая ситуация. Северо-Кавказский Федеральный округ входит в число лидеров среди субъектов Федерации по естественному приросту населения, а миграционный прирост в Южном Федеральном округе перекрывает естественную убыль населения [6].

В настоящей работе на основе анализа открытых статистических источников проведено исследование состояния возобновляемых водных ресурсов, структура и степень рациональности водопотребления в отдельных субъектах Российской Федерации на Северном Кавказе. Поскольку в фокусе настоящего исследования были, в первую очередь, горные и предгорные территории, то на настоящем этапе за рамками остался ряд субъектов Федерации, входящие в рассматриваемые округа.

Стоит отметить, что анализ состояния водопотребления в исследуемом регионе осложняется не вполне корректной статистической отчетностью или ее отсутствием по ряду параметров.

Водообеспеченность региона. Величина водопотребления определяется как численностью населения, уровнем

развития и состоянием жилищно-коммунального хозяйства, культуры водопотребления, климатическими условиями, так и структурой и мощностью промышленного сектора. Для оценки удельной обеспеченности применяется так называемый критерий (или индекс) Фалкенмарк, рассчитываемый как объем пополняемых водных ресурсов в расчете на одного человека в год. «Идея этого индекса состоит в том, что в мире объем доступной для потребления пресной воды со временем не увеличивается, а население растет, что при прочих равных условиях влечет сокращение водопотребления в расчете на душу населения. Таким образом, для каждого региона мы можем определить доступный объем водопотребления, приходящийся на душу населения, и соотнести полученные величины с некими критическими значениями» [7]. Значение критерия Фалкенмарк менее 1,7 тыс. м³ (минимум, необходимый для удовлетворения потребностей населения) свидетельствует о водной напряженности территории [8]. Обеспеченность водными ресурсами в целом по стране существенно превышает этот уровень. Однако индекс Фалкенмарк отражает лишь запасы пресной воды, но не учитывает потребности в водных ресурсах, предполагая, что спрос однозначно определяется численностью населения. Тем не менее, для предварительного анализа этот критерий весьма показателен (табл. 1).

Юг России (ЮФО и СКФО) является регионом с дефицитом местного стока, с недостаточностью суммарными водными ресурсами, о чем свидетельствует и индекс Фалкенмарк (за исключением республики Адыгея, где он превышает даже среднероссийский) для региона исследования (табл. 1). Тем не менее, климатические условия, особенности хозяйственной деятельности привели к тому, что в субъектах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов водопотребление в настоящее время является одним из самых высоких в России [9–16].

Проблемы водохозяйственного комплекса Юга России потребовали строительства в XX-м веке более 500 тыс.

гидротехнических сооружений, около 20 тыс. водохранилищ [17].

Водопотребление на Северном Кавказе может измениться или ограничиваться под влиянием естественных причин, в первую очередь, вызванных глобальным потеплением климата (точнее, его региональными проявлениями). Одним из его последствий на Юге России является деградация горного оледенения и связанные с этим ряд негативных тенденций во многих отраслях экономики и социальной сферы. В 20-м и начале 21-го века была отмечена устойчивая тенденция сокращения площади и объема горного оледенения Кавказа [5,18]. В условиях изменяющегося климата эта тенденция, вероятно, сохранится [19]. При уменьшении регулирующей роли ледников сток будет в большей степени определяться атмосферными осадками, поступление воды будет менее равномерным, а сам сток приобретать паводковый характер. Схематически, последствия сокращения горного оледенения будут следующими. Первоначально, по мере усиления таяния, будет наблюдаться увеличение объема ледникового стока [20]. Эта тенденция в целом соответствует ожидаемому изменению водных ресурсов России [10]. В то же время по данным Гидрологического института (ГГИ) на юге Европейской территории России, которая и в современных условиях имеет довольно ограниченные водные ресурсы, следует ожидать их сокращения от 5 до 15%, и увеличения нагрузки на них от 5 до 25% за счет изменений климата и увеличения водопотребления.

В горных районах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов по мере сокращения стокообразующей площади ледников, в долгосрочной перспективе можно ожидать сокращения ледникового стока, и, соответственно, изменения гидрологического режима горных рек. Характерно, что последние исследования [20] свидетельствуют о том, что пик увеличения стока на Северном Кавказе был, по-видимому, уже пройден, и в последние годы сокращение площади горного оледенения компенсирует увеличение объема ледникового

стока, вызванного ростом слоя стока. Кроме того, произошло смещение пика расходов воды в рядах стока к более ранним датам.

На фактор изменений климата накладывается сложная демографическая ситуация в регионе, которая, вероятно, в будущем отразится на доступность водных ресурсов для населения. В предгорьях Западного Кавказа, входящих в Южный федеральный округ – Адыгее и Краснодарском крае, основными долгосрочными устойчивыми тенденциями демографического развития являются естественная убыль и миграционный прирост населения, который эту убыль перекрывает [6]. Для регионов Северо-Кавказского федерального округа (Дагестана, Ингушетии, Кабардино-Балкарии и Чечни) характерны долгосрочная тенденция естественного прироста населения и неравномерная, главным образом отрицательная, динамика чистой миграции. Основным источником пополнения численности населения этих регионов был естественный прирост. Под влиянием этих факторов число жителей в подавляющем большинстве предгорных районов Центрального и Западного Кавказа в последнее десятилетие увеличилось. В Карачаево-Черкесии и в Северной Осетии-Алании относительно стабильная численность населения после 2012 г. стала последовательно уменьшаться вследствие превышения миграционного оттока населения над естественным приростом.

Текущая картина водопотребления. В соответствии с определением, данным в [21] водопотребление – это использование водных ресурсов для удовлетворения потребностей населения, коммунально-бытового сектора, промышленности и сельского хозяйства, обязательно предполагающее забор воды из водных объектов. Ключевой проблемой водопотребления в России является нерациональное и неэффективное использование водных ресурсов и, как следствие, высокий удельный расход воды.

Недостаточность водных ресурсов усугубляется неравномерностью их распределения по субъектам Федерации на

Северном Кавказе (табл. 1), а также особенностями демографического развития региона.

Помимо использования индекса Фалкенмарк, оценить доступность водных ресурсов на той или иной территории можно, рассчитав индекс устойчивости. Индекс устойчивости равен отношению объема воды, забираемого из природных источников, к совокупному объему воды региона [22]. Если индекс устойчивости превышает 20%, говорят о проблеме нехватки воды от возобновляемого стока и острой нехватке, если этот показатель превышает 40%. При этом в качестве совокупного объема воды может использоваться как внутренний пополняемый сток, так и совокупный сток с учетом поступления воды с сопредельных территорий [23]. Нами был рассчитан индекс устойчивости с использованием среднего показателя стока за различные периоды. Индекс устойчивости в республиках Северного Кавказа колеблется от 1,4% (Адыгея) до 44,5% в Карачаево-Черкесской Республике и 31,1% в Краснодарском крае (рис. 1). Таким образом, в Краснодарском крае и Республике Северная Осетия-Алания наблюдается нехватка воды, а в Карачаево-Черкесской Республике ощущается острая нехватка воды (индекс более 40%).

Характеристики воздействия на водные ресурсы напрямую связаны с использованием воды, основными элементами которой являются забор воды из природных источников, использование воды и сброс сточных вод.

Общий забор воды из природных источников в Российской Федерации имеет тенденцию к снижению, хотя в отдельные годы имел место и рост. В частности, в 2010 г., в котором увеличение валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации по сравнению с предыдущим годом составило 4,5% в сопоставимых ценах, объем водозабора на все нужды также возрос на 5% и достиг почти 79,0 млрд. м³. В 2014 г. общий забор воды из водных объектов равнялся 70,8 млрд. м³ с учетом Республики Крым и г. Севастополя и около 70,4 млрд. м³ без этих субъектов Российской Федерации.

Увеличение ВВП страны в сопоставимых ценах за 2014 г. было на уровне только 0,7%. В 2015 г. рассматриваемый суммарный водозабор сократился: его объем оказался равен 68,6 млрд. м³, что на 3,1% меньше уровня предыдущего года. В 2016 г. показатель водозабора достиг 69,5 млрд. м³, то есть повысился по сравнению с предыдущим годом на 1,3%.

Таблица 1. Среднее многолетнее значение водных ресурсов за период 1936–1980 гг. в субъектах Южного и Северо-Кавказского Федеральных округов (составлено по [12])

Субъект	Площадь, тыс. км ²	Население, тыс. чел.	Средние много- летние значения водных ресурсов*, км ³ /год	Индекс Фалкенмарк
Российская Федерация	17125,2	146880	4260,3	29,0
Южный ФО	447,9	16442	561,6	34,1
Адыгея	7,8	454	14,1	31,1
Краснодарский край	75,5	5603	23,0	4,1
Северо-Кавказский ФО	170,4	9823	61,6	6,3
Дагестан	50,3	3064	20,7	6,7
Ингушетия	3,6	488	1,7	3,5
Кабардино-Балкария	12,5	865	7,5	8,7
Карачаево-Черкессия	14,3	466	6,1	13,1
Северная Осетия-Алания	8,0	702	8,0	11,4
Чеченская Республика	15,6	1437	11,6	8,1

В 2017 г. суммарная величина забора воды оказалась на уровне 68,9 млрд. м³, или на 0,9% ниже величины предыдущего года, а в 2019 году находился на уровне 68,3 млрд. м³ (на 0,39% выше, чем в 2018 г.) [11–13].

На рис. 2 представлены данные по забору воды из всех природных источников для субъектов ЮФО и СКФО. Отметим, что снижение общего водозабора наблюдается в большинстве субъектов Федерации (что соответствует общероссийской тенденции), кроме Карачаево-Черкесии и Ингушетии, а в Адыгее объемы забора восстановились к концу рассматриваемого периода после глубокого провала в начале 2000-х. Потери

при транспортировке слабо меняются в течение всего периода практически во всех рассматриваемых регионах, однако слабые интегральные тенденции все же можно идентифицировать (табл. 2). Приведенные в последнем столбце цифры свидетельствуют о практически повсеместном (кроме Карачаево-Черкесии, которая вписывается в общероссийскую статистику) удручающем положении с обращением в водными ресурсами, а также о плохом состоянии (изношенности) гидросетей. Резкий скачок потерь в Дагестане в 2019 г. является, по-видимому, ошибкой в статистических данных.

Рис. 1. Индекс устойчивости в субъектах Федерации региона исследований
Fig. 1. Sustainability index in Federal subjects of Russian Federation of the studied region

Таблица 2. Изменения общего водозабора и потерь воды при транспортировке на Северном Кавказе («+» - рост, «-» - снижение, «0» - изменения незначительны)

Субъект РФ	Водозабор из природных источников	Потери при транспортировке воды	% потерь при транспортировке от общего забора воды
Адыгея	-	+	15
Дагестан	-	-	26
Ингушетия	+	-	18
Кабардино-Балкария	-	-	25
Карачаево-Черкесия	+	+	10
Северная Осетия-Алания	-	+	17
Чечня	0	-	45
Краснодарский край	-	0	14
В целом по РФ	-	0	10-12

Рис. 2. Объемы забора воды из природных источников (красный цвет) и объемы потерь при транспортировке (синий цвет) на Северном Кавказе, млн. куб. м в год (построено по [24]).

Пунктиром показан линейный тренд

Fig. 2. Volumes of water intake (shown in red) and volumes of water loss during transportation (shown in blue) in the North Caucasus, mln. cub. m per year (based upon [24]). Dotted line indicates linear trend

Заключение. Статистическая отчетность по ряду характеристик, подаваемая отдельными субъектами Федерации, некорректна или отсутствует, что, разумеется, значительно затрудняет объективный анализ современного состояния водопотребления. Несмотря на указанную сложность, проведенное исследование позволило выявить одну из ключевых проблемы, заключающейся в низкой водообеспеченности региона.

Проблемы водоснабжения на Северном Кавказе будут, по-видимому, обостряться в будущем в силу двух естественных причин: климатических изменений, которые запустят (скорее всего, уже запустили) цепочку изменений гидрологического режима территории (1) и рост населения (2). Очевидно, что, если не предпринимать неотложных мер, комплекс проблем будет только накапливаться. Для преодоления их негативных последствий необходимо, во-первых, пересмотреть стратегию водопользования, а, во-вторых, коренным образом изменить структуру водопотребления. Изменение стратегии водопользования предполагает, в том числе, наведение порядка со статистической отчетностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития. Центр экологической политики России. 2009, 88 с.
2. Демин А.П. Изменение водоемкости экономики России // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 6. С. 739–751.
3. Мотовилов Ю.Г., Гельфан А.Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М.: Институт водных проблем РАН, 2018. 296 с.
4. Вайнгартнер Р., Гуня А.Н. Влияние изменений климата на сток и водное хозяйство горных регионов: опыт и уроки Альп для Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т. 9. № 1. С. 54–61.
5. Носенко Г.А., Хромова Т.Е., Роттаева О.В., Шахгеданова М.В. Реакция ледников Центрального Кавказа в 2001–2010 гг. на изменения температуры и количества осадков // Лёд и Снег. 2013. № 1 (121). С. 26–33.
6. Тарасова Т.Т. Демографическая динамика предгорных районов Центрального и Западного Кавказа (2007–2017 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. 2019. Т. 1. № 4. С. 199–205. DOI:10.23885/2500-395X-2019-1-4-199-206
7. Фридман А.А. Модели экономического управления водными ресурсами. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012. 47 с.
8. Falkner M., Lundqvist J., Widstrand C. Macro-scale Water Scarcity Requires Micro-scale Approches: Aspects of Vulnerability Semi-arid Development // Nature Resources Forum. 1989. Vol. 13. No. 4. P. 258–267.
9. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». М.: НИА-Природа, 2013. 370 с.
10. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 году». URL: <https://water-rf.ru/water/gosdoc/353.html> (дата обращения: 01.11.2020).
11. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». М.: НИА-Природа, 2018. 296 с.
12. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2019 году». М.: НИА-Природа, 2020. 1846 с.
13. Охрана окружающей среды в России. 2018. Стат. сб. Фед. Служба гос. стат. М., 2018. С. 65–81.
14. Социально-экономическое положение Северо-Кавказского федерального округа в 2017 году. Стат. сб. Фед. Служба гос. стат. М., 2018.
15. Стратегия социально-экономического развития Южного федерального округа на период до 2020 года II. Характеристика Южного федерального округа, конкурентные преимущества, вызовы и угрозы 1. Общая характеристика и современные тенденции социально-экономического развития Южного феде-

рального округа. URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-05092011-n-1538-r/strategiia-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiia-iuzhnogo-federalnogo> (дата обращения: 12.01.2019).

16. Ушвицкий Л.И., Гурьянов В.М., Куницына Н.Н. и др. Северо-Кавказский федеральный округ: состояние и стратегические ориентиры развития // Государственное и муниципальное управление. 2017. № 3. С. 30–42.

17. Иванкова Т.В. Водообеспеченность и проблемы подготовки инженеров-гидротехников для юга России // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2015. № 7 (16). С. 120–122.

18. Панов В.Д., Лурье П.М., Ильичев Ю.Г. Состояние современного оледенения северного склона Большого Кавказа на начало XXI столетия // Устойчивое развитие горных территорий. 2010. Т. 2. № 3. С. 69–73.

19. Лурье П.М., Панов В.Д. Изменение современного оледенения северного склона Большого Кавказа в XX в. и про-

гноз его деградации в XXI в. // Метеорология и гидрология. 2014. № 4. С. 68–76.

20. Rets E.P., Durmanov I.N., Kireeva M.B. et al. Past 'peak water' in the North Caucasus: deglaciation drives a reduction in glacial runoff impacting summer river runoff and peak discharges // Climatic Change. 2020. Vol. 163. P. 2135–2151. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02931-y>

21. Вода России. URL: <https://water-rf.ru>. (дата обращения: 20.11.2020).

22. Raskin P., Gleick P., Pontius G., Strzepek K. Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Problems. Stockholm: Stockholm Environmental Institute, 1977. 77 p.

23. Рыбкина И.Д., Сивохин Ж.Т. Водные ресурсы российско-казахстанского трансграничного региона и их использование // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-70-86.

24. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 20.11.2020).

ANALYSIS OF REGIONAL FEATURES OF WATER USE STRUCTURE IN THE NORTH CAUCASUS. PART 1. WATER AVAILABILITY AND WATER CONSUMPTION

E.A. Rybak^{1,2}, O.O. Rybak^{1,2,3}

¹Branch of Institute of Natural and Technical Systems, RF, Sochi, Kurortny Av., 99/18

²FRC SSC RAS, RF, Sochi, Yana Fabritsiusa St., 2/28

³Water Problems Institute of RAS, RF, Moscow, Gubkina St., 3

To date, the issues of sustainable and guaranteed access to water are considered as one of the components of ensuring food security, preserving and restoring natural resources. The main problem of water consumption in Russia is the irrational and ineffective use of water resources and, as a result, high specific water consumption. In the subjects of the South and North Caucasus Federal Districts, water consumption is currently one of the highest in Russia. The characteristics of the impact on water resources are directly related to the use of water, the main elements of which are the water withdrawal from natural sources, the use of water and the discharge of wastewater. In the article, we examine the current state of water resources in the North Caucasus. Their availability is objectively assessed. Regional differences in water availability are considered.

Keywords: North Caucasus, water resources, water consumption, water disposal, water loss, rational use of water resources.

REFERENCES

1. *Danilov-Daniliyn V.I.* Vodnyye resursy mira i perspektivy vodokhozyaystvennogo kompleksa Rossii (Water resources of the world and perspectives of water management complex of Russia). Moscow, OOO "Tipografiya LEVKO". Institute of sustainable development. Center of ecological policy of Russia, 2009, 88 p.
2. *Demin A.P.* Izmeneniye vodoyemkosti ekonomiki Rossii (Changes in water intensity of the economy of Russia). *Vodnyye resursy*, 2010, Vol. 37, No. 6, pp. 739-751.
3. *Motovilov Yu.G. and Gelfan A.N.* Modeli formirovaniya stoka v zadachakh gidrologii rechnykh basseynov (Models of runoff formation in problems of hydrology of river basins) Moscow, Water Problems Institute of RAS, 2018, 296 p.
4. *Weingartner R., Gunya A.N.* Vliya-niye izmeneniy klimata na stok i vod-noye khozyaystvo gornyykh regionov: opyt i uroki Alp dlya Kavkaza (An influence of climate change on run off and water economy: experience and lessons for the Alps and the Caucasus.) *Ustoychivoye razvitiye gornyykh territoriy*, 2017, Vol.9, No 1, pp. 54-61.
5. *Nosenko G.A., Khromova T.E., Rototayeva O.V. and Shahgedanova M.V.* Reaktsiya lednikov Tsentralnogo Kavkaza v 2001–2010 gg. na izmeneniya temperatury i kolichestva osadkov (The response of the glaciers of the Central Caucasus in 2001–2010 on changes in temperature and precipitation) *Led i Sneg*, 2013, No. 1 (121), pp. 26–33.
6. *Tarasova T.T.* Demograficheskaya dinamika predgornyykh rayonov Tsentralnogo i Zapadnogo Kavkaza (2007–2017 gg.) (Demographic dynamics of the piedmont regions of the Central and Western Caucasus (2007–2017)) *Ekologiya. Ekonomika. Informatika*, 2019, Vol. 1, No. 4, pp. 199-205. DOI:10.23885/2500-395X-2019-1-4-199-206.
7. *Fridman A.A.* Modeli ekonomicheskogo upravleniya vodnymi resursami (Models of economic management of water resources) Moscow, Izdatelskiy dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2012, 47 p.
8. *Falkner M., Lundqvist J. and Widstrad C.* Macroscale Water Scarcity Requires Microscale Approaches: Aspects of Vulnerability Semi-arid Development. *Nature Resources Forum*, 1989, Vol. 13, No. 4, pp. 258-267.
9. *Gosudarstvennyy doklad* "O sostoyanii i ispolzovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2012 godu" ("State report «On the state and disposal of water resources in Russian Federation in 2012»). Moscow, NIA-Priroda, 2013, 370 p.
10. *Gosudarstvennyy doklad* "O sostoyanii i ispolzovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2015 godu" (State report "On the state and disposal of water resources in Russian Federation in 2015") Available at: <https://water-rf.ru/water/gosdoc/353.html> (01.11.2020).
11. *Gosudarstvennyy doklad* "O sostoyanii i ispolzovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu" ("State report «On the state and disposal of water resources in Russian Federation in 2017») Moscow, NIA-Priroda, 2018, 296 p.
12. *Gosudarstvennyy doklad* "O sostoyanii i ispolzovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2019 godu" (State report "On the state and disposal of water resources in Russian Federation in 2019"). Moscow: NIA-Priroda, 2020, 1846 p.
13. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Rossii.* 2018. (Environmental protection in Russia. 2018). Moscow: Statistical collection. of the Federal Service of state statistics, 2018, pp. 65-81.
14. *Sotsialno-ekonomicheskoye polozheniye Severo-Kavkazskogo federalnogo okruga v 2017 godu* (Socio-economic situation of the North Caucasus Federal District in 2017) Moscow, Statistical collection of the Federal Service of state statistics, 2018.
15. *Strategiya sotsialno-ekonomi-cheskogo razvitiya Yuzhnogo federalnogo okruga na period do 2020 goda II. Kharakteristika Yuzhnogo federalnogo okruga. konkurentnyye preimushchestva. vyzovy i ugrozy 1. Obshchaya kharakteristika i sovremennyye tendentsii sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Yuzhnogo federalnogo okruga* (The strategy of socio-economic development of the Southern Federal District for the period up to 2020 II. Characteristics of the Southern Federal District, Competitive Advantages, Challenges and Threats 1. General characteristics and current trends in the socio-economic development of the Southern Federal District). Available at: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-05092011-n-1538-r/strategiya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiia-iuzhnogo-federalnogo> (12.01.2019)
16. *Ushvitskiy L.I., Gurianov V.M., Kunitsyna N.N. et al.* Severo-Kavkazskiy federalnyy okrug: sostoyaniye i strate-gicheskoye oriyentiry razvitiya (North Caucasus Federal District: state and strategic development guidelines). *Gosudarstvennoye i munitsipalnoye upravleniye*, 2017, No. 3, pp. 30-42

17. *Ivankova T.V.* Vodoobespechennost i problemy podgotovki inzhenerov gidrotekhnikov dlya yuga Rossii (*Water supply and problems of training hydraulic engineers for the south of Russia*). *Evraziyskiy Soyuz Uchenykh (ESU)*, 2015, No. 7(16), pp. 120-122
18. *Panov V.D., Lurye P.M. and Ilichev Yu.G.* Costoyaniye sovremennogo ole-dneniya severnogo sklona Bolshogo Kavkaza na nachalo XXI stoletiya (*The state of modern glaciation of the northern slope of the Greater Caucasus at the beginning of the XXI century*) *Ustoychivoye razvitiye gornyykh territoriy*, 2010, Vol. 2, No. 3, pp. 69-73.
19. *Lurye P.M., Panov V.D.* Izmeneniye sovremennogo oledeneniya severnogo sklona Bolshogo Kavkaza v XX v. i prognoz ego degradatsii v XXI v. (*Changes in the modern glaciation of the northern slope of the Greater Caucasus in the XX century and the forecast of its degradation in the XXI century*). *Meteorologiya i gidrologiya*, 2014, No. 4., pp. 68-76.
20. *Rets E.P., Durmanov I.N., Kireeva M.B. et al.* Past 'peak water' in the North Caucasus: deglaciation drives a reduction in glacial runoff impacting summer river runoff and peak discharges. *Climatic Change*, 2020, Vol. 163, pp. 2135–2151. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02931-y>.
21. *Voda Rossii* (Water in Russia). Available at: <https://water-rf.ru>. (20.11.2020). Gosudarstvennyy doklad "O sostoyanii i ispolzovanii vodnykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2012 godu". (State report "On the state and disposal of water resources in Russian Federation in 2012"), Moscow: NIA-Priroda, 2013, 370 p.
22. *Raskin P., Gleick P., Pontius G. and Strzepek K.* Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Problems. Stockholm: Stockholm Environmental Institute, 1977, 77 p.
23. *Rybkina I.D. and Sivokhip Zh.T.* Vodnyye resursy rossiysko-kazakhstanskogo transgranichnogo regiona i ikh ispolzovaniye (*Water resources of the Russian-Kazakh transboundary region and their use*). *Yug Rossii: ekologiya. Razvitiye*, 2019, Vol. 14, No. 2, pp. 70-86. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-70-86.
24. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* (Federal Service of state statistics) Available at: <https://rosstat.gov.ru> (20.11.2020).