

## ИЗМЕНЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ РЕЧНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**А.Т. Горшкова, О.Н. Урбанова, Н.В. Бортникова, Ю.В. Горбунова**

E-mail: agorshkova@gmail.com

*ГБУ «Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан», г. Казань, Россия*

**АННОТАЦИЯ:** Одним из основных критериев качества речной воды является общая жесткость, величина которой определяет ее пригодность для использования в различных отраслях экономики и жилищно-коммунальном комплексе. На основе многолетней информации о величине общей жесткости речных вод Республики Татарстан проведен анализ ее изменения во времени и пространстве. Сравнительный анализ общей жесткости речных вод в XX и XXI вв. показал, что ее величина осталась в пределах категории умеренных, средних по жесткости и жестких вод, но произошло перераспределение этих значений в пространстве. Поскольку формирование жесткости во многом зависит от особенностей территории и, в первую очередь, от неоднородности геологического строения бассейна, анализ ее изменения выполнен соизмеримо с геологическим строением крупных географических районов Республики Татарстан – Предволжья, Предкамья и Закамья.

На формирование жесткости оказывает влияние и антропогенный фактор. В зоне влияния крупных водохранилищ, созданных на территории Республики Татарстан, наблюдается подъем уровня грунтовых вод, изменяющий не только характер подземного питания водных объектов, но и качество речной воды. Перераспределение общей жесткости на юго-востоке Татарстана связано с деятельностью предприятий нефтяной отрасли, вносящих существенные коррективы в гидрохимический состав природных вод.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** природная вода, Республика Татарстан, категория жесткости, антропогенные факторы.

Степень жесткости природных вод, являющаяся одним из определяющих признаков пригодности воды для использования, варьирует в широких пределах в зависимости от типа геологических пород и почв, слагающих бассейн, сезона года и погодных условий, увеличиваясь в результате испарения воды в летний период и уменьшаясь в период таяния снега.

В Республике Татарстан в питьевых и хозяйственных целях широко используются как подземные, так и поверхностные природные, в основном речные, воды. Вопросы их качества, особенно в отношении общей жесткости, контролируются специальными ведомствами.

Жесткость подземных вод обычно выше речных и ее величина почти не изменяется в течение года. Подземные воды в меньшей степени под-

© Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В., Горбунова Ю.В., 2020

вержены загрязнению, обладают более устойчивым характером и потому больше используются для питьевых и водохозяйственных целей. Являясь основным источником питания рек в меженный период, подземные воды оказывают определенное влияние на величину жесткости речных вод. В силу того, что водные ресурсы рек Республики Татарстан интенсивно используются в промышленных и сельскохозяйственных целях, правильное представление о жесткости речной воды данного региона имеет большое социально-экономическое значение.

Цель данного исследования – сравнительная оценка изменения показателя общей жесткости вод за семидесятилетний период в качестве интегрального признака качества речных вод. В основу оценки положена классификация речных вод, отражающая экологическое состояние окружающей среды.

В ходе исследований собран и систематизирован многолетний материал о величинах общей жесткости с разбивкой данных на два временных периода (середина XX и начало XXI вв.). Это позволило построить картосхемы, на которых в виде ареалов, объединенных по бассейновому принципу, отражена величина общей жесткости речных вод территории Республики Татарстан.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Природная вода, будучи по своей сути отличным растворителем, содержит множество химических соединений и элементов, сочетание которых затрудняет возможность отнесения ее к какому-либо одному классу качества. В настоящее время насчитывается несколько десятков классификаций природных вод по их химическому составу, в основу которых положены различные принципы. Однако пока еще нет универсальной классификации, учитывающей особенности условий формирования химического состава вод и весь комплекс растворенных веществ. Часто для оценки природной воды применяют методы, позволяющие классифицировать ее по единому интегральному показателю (признаку). Несмотря на то, что никакой единый критерий не может передать сложный ингредиентный состав природных вод, эти методы широко используются вследствие их относительной простоты. В качестве единого натурального (определяемого аналитически) интегрального признака качества природных вод применяется показатель общей жесткости.

Для обобщения и анализа изменений общей жесткости природных (далее – речных) вод Республики Татарстан использованы не только данные пунктов наблюдений ФГБУ «УГМС Республики Татарстан», но и других организаций, отслеживающих качество речных вод. Связано это с тем, что огромное количество водопользователей, использующих речную воду, расположены на реках, на которых вообще не ведутся никакие наблюдения. Поэтому материалы пунктов наблюдений середины XX в. были дополнены данными гидрохимических съемок (отбор проб воды на совокупности створов, расположенных по длине основной реки и ее крупных притоков),

проведенных Казанским филиалом Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (по длине 181 малой реки отобрано в разные сезоны года 520 проб воды).

Величины общей жесткости речной воды начала XXI в. получены в результате экспедиционных наблюдений Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан в летне-осеннюю межень (на 72 малых реках – 144 пробы). Используются и данные мониторинговых наблюдений территориальных управлений и инспекций аналитического контроля Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, проводимых один раз в месяц по программе мониторинга поверхностных вод (74 створа – 1923 пробы), в разработке которой авторы статьи приняли непосредственное участие [1, 2].

Численное значение общей жесткости в условиях отсутствия единого международного стандарта выражают в моль на кубический метр (моль/м), в градусах жесткости и миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л), которые определенным образом соотносятся друг с другом [3]. В России с 2014 г. введен межгосударственный стандарт, по которому жесткость воды измеряется в градусах жесткости (°Ж): 1 °Ж равен 1 мг-экв/л [4].

Для оценки жесткости речных вод используется классификация, включающая ряд интервалов значений с оценочными характеристиками от «очень низкой» до «очень высокой». Такое условное разделение значений жесткости воды подразумевает определенные пределы, в рамках которых выделяется: очень мягкая вода (менее 1,5 мг-экв/л), мягкая (1,5–3,0 мг-экв/л), умеренно жесткая или средней жесткости (3,0–6,0 мг-экв/л), жесткая (6,0–9,0 мг-экв/л), очень жесткая (более 9,0 мг-экв/л) [5]. Данные показатели применимы для воды, используемой для потребительских целей, и основаны на принципе «максимизации» требований к ее качеству, но встречаются и другие классификации воды по степени общей жесткости. Допустимая величина общей жесткости для питьевой воды и источников централизованного водоснабжения составляет не более 7,0 мг-экв/л (в отдельных случаях – до 10,0 мг-экв/л), лимитирующий показатель вредности – органолептический [6].

Оценка экологического благополучия окружающей среды производится по той же классификации, но с применением менее жестких требований к пределам концентрации общей жесткости. Вода подразделяется на категории: очень мягкая (менее 1,5 мг-экв/л), мягкая (1,5–4,0 мг-экв/л), умеренно жесткая или средней жесткости (4,0–8,0 мг-экв/л), жесткая (8,0–12,0 мг-экв/л), очень жесткая (более 12,0 мг-экв/л) [7].

Для анализа изменения общей жесткости речных вод за семидесятилетний период в пределах территории Республики Татарстан использована категория вод, отражающая экологическое состояние окружающей среды. За некоторыми исключениями, речная вода Республики Татарстан обладает

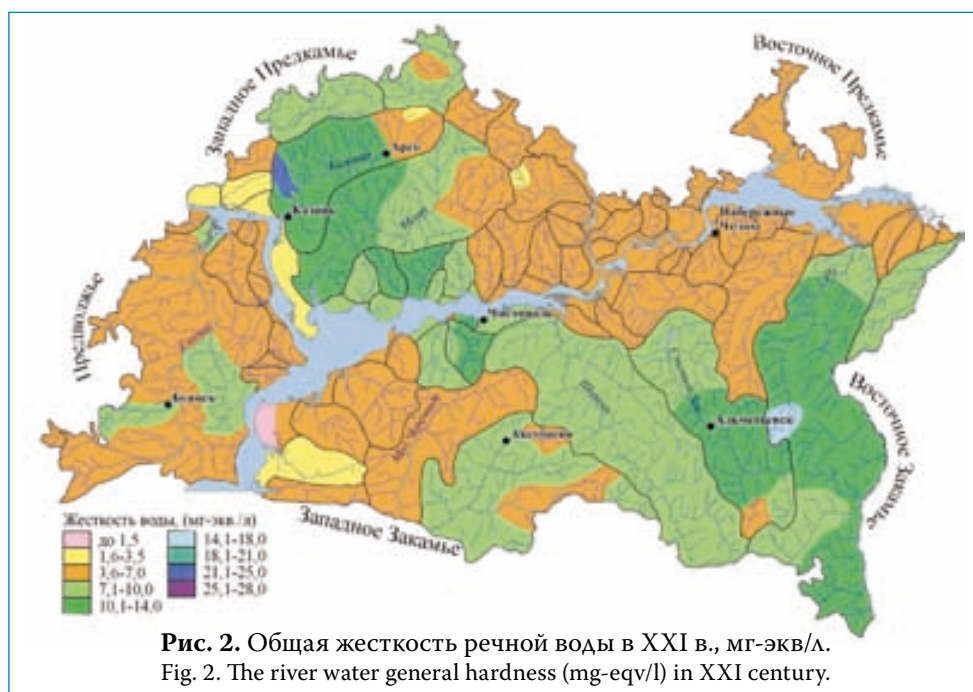
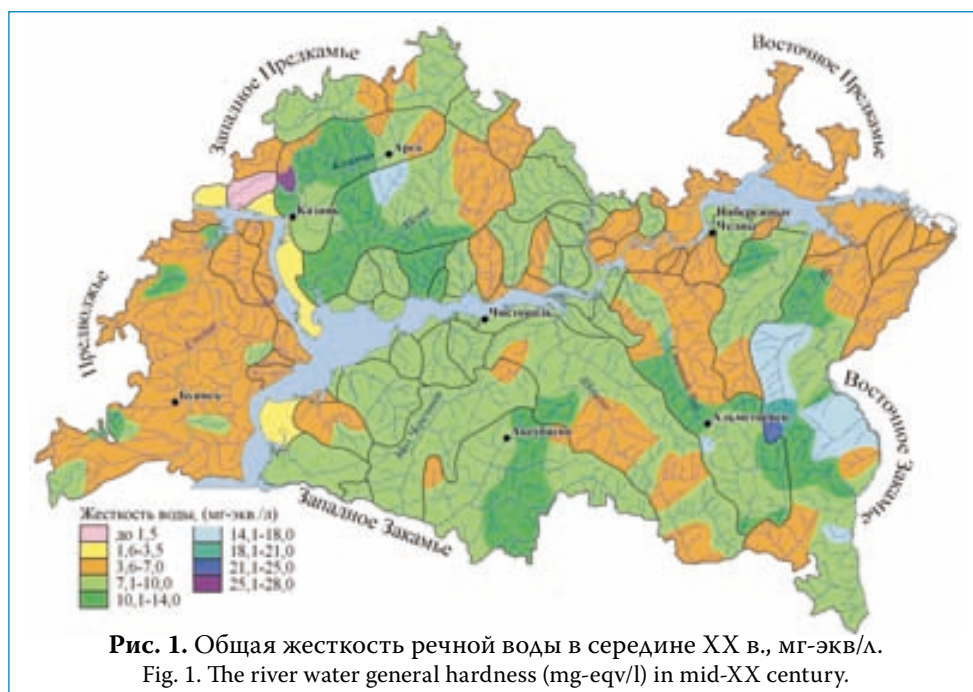
относительно небольшой жесткостью (1,6–7,0 мг-экв/л). Вместе с тем вода рек, прорезающих толщу известковых и гипсовых пород, зачастую отличается весьма высокой жесткостью, достигающей 20,0–26,0 мг-экв/л. Распространение таких вод по территории республики невелико, но отметить их наличие необходимо. Поэтому для более детального отражения величины жесткости в рамках проведенного исследования градации этого показателя несколько изменены. Были выделены следующие категории: очень мягкая (менее 1,5 мг-экв/л), мягкая (1,6–3,5 мг-экв/л), умеренно жесткая (3,6–7,0 мг-экв/л), средней жесткости (7,1–10,0 мг-экв/л), жесткая (10,1–14,0 мг-экв/л), очень жесткая (14,1–18,0 мг-экв/л), чрезвычайно жесткая (в интервалах 18,1–21,0; 21,1–25,0; 25,1–28,0 мг-экв/л).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Математическая обработка большого объема многолетней информации по общей жесткости речных вод Республики Татарстан за разные фазы гидрологического режима позволила усреднить ее величину, рассчитать среднемноголетние значения. Расчет был сделан для двух временных периодов – середины XX в. (1950–1955 гг.) и начала XXI в. (2007–2017 гг.). По полученным данным составлены атрибутивные матрицы и с помощью программного обеспечения Quantum GIS созданы картографические слои, представленные на картосхемах в виде ареалов, объединенных по бассейновому принципу (рис. 1, рис. 2). Для наглядности преобладающее значение общей жесткости в частном бассейне показано фоновым способом.

Сопоставляя картосхемы общей жесткости, наблюдавшейся в XX и XXI вв., заменившие неудобные для анализа таблицы с большим количеством цифр, отметим, что в целом для Республики Татарстан речная вода осталась в пределах категории умеренных, средних и жестких вод, произошло лишь некоторое перераспределение значений жесткости по территории.

Республика Татарстан, расположенная на восточной окраине Русской платформы, делится долинами рек Волги и Камы на три крупных географических района, существенно различающихся по природным условиям. К западу от меридионально вытянутой волжской долины расположено Предволжье. К востоку и к югу от широтно вытянутой камской долины лежит северное Заволжье, имеющее местное название Закамье (Восточное и Западное). К северу от слияния рек Волги и Камы (Куйбышевское водохранилище) расположено Предкамье. Основные черты рельефа этих районов определяются совместным влиянием эндогенных и экзогенных процессов, обусловивших наличие плоских и расчлененных возвышенностей и низменных равнин; асимметричных долин, крутых уступов террас, пологосклонных водоразделов, местами пересеченных сетью древних балок и современных оврагов. Выраженная ступенчатость рельефа оказывает влияние на режим осадков и температур, на распределение снежного покрова и условия трансформации атмосферных осадков в поверхностную и подземную составляющую стока.





Доминирующим фактором, влияющим на формирование не только количества водных ресурсов, но и качества речных вод, в частности общей жесткости, является геологическое строение территории Республики Татарстан, неоднородность которого и, прежде всего, значительная засоленность и закарстованность грунтовой толщи водосборов обуславливает пестроту химического состава вод. Многообразная по характеру рельефа территория республики сложена породами, различающимися как по возрасту (от карбона до четвертичного периода), так и по составу. В совокупности трещиноватость пород, литологический состав, несовпадение поверхностных и подземных водоразделов, различное положение водоносных горизонтов относительно русел рек способствуют сложному перераспределению подземных потоков на пути их движения к рекам. Эти и без того сложные геологические процессы усугубились после заполнения Куйбышевского водохранилища, приведшего к поднятию уровня грунтовых вод, что изменило характер подземного питания водных объектов по всей площади обновленного бассейна Волги. Поэтому и перераспределение показателей общей жесткости речных вод в данном исследовании рассмотрено соизмеримо с геологическим строением трех крупных географических районов республики.

Географический район Предволжье в тектоническом и структурном отношении представляет собой моноклиальный склон кристаллической платформы, погружающийся в южном направлении. Свияго-Цивильский водораздел сложен пестроцветными мергелями верхне-татарского яруса. На участке между реками Аль и Бува вскрываются нижне-казанские отложения, а по реке Кубня – верхне-казанские. Глубокие долины рек Свияга и Кубня заполнены верхнечетвертичными отложениями (глины, лессовидные суглинки, пески), а по Буле, Але и в междуречье Карлы обширные пространства сложены нижне- и средне-четвертичными пролювиально-делювиальными песчано-суглинистыми толщами, переходящими в основании в песчано-галечные. По междуречью Булы и Цильны встречаются отдельными пятнами верхне- и нижнетатарские, юрские и меловые отложения. Волго-Свияжский водораздел представлен теми же отложениями, но отличается большей пересеченностью территории, а в южной части (верховья Улемы и бассейн Кильна-Кны) – глинистыми толщами юры. Здесь, в толще юрских и меловых пород, перекрытых с поверхности четвертичными отложениями, сформировалась речная вода умеренной жесткости. И если в 1950-е годы отдельными пятнами (участки рек Цильна, Чильча, Киятка, Кубня) отмечались воды средней жесткости и жесткие, то в настоящее время вода средней жесткости наличествует в бассейнах рек Карла, Улема и устьевой части р. Свияги.

Отличительной особенностью западной части географического района Предкамья является повсеместно наблюдаемый подъем глубинных вод высокой минерализации, поступающих на поверхность из нижней границы Вятского Увала, обрамляющего данную территорию с северо-запада. Уклон под-

земного потока, движущегося меридионально в южном направлении, глубокий эрозионный врез речных долин рек Казанка и Меша (40–60 м) обуславливают разгрузку подземных вод в русла этих рек. Водораздельные пространства и пологие склоны долин рек образованы ниже-татарскими отложениями. Здесь сформировалась жесткая и чрезвычайно жесткая вода, которая сохраняется в настоящее время в нижнем течении Казанки (бассейн р. Солонка).

Южнее мешинского бассейна наклон земной поверхности становится круче, чем падение водоносных горизонтов, вскрываемых большим числом правых камских притоков. Это обеспечивает не только высокие значения модулей подземного питания рек, но и формирует в них воду средней жесткости и жесткую, величина которой сохраняется во временном периоде.

Русла рек, расположенных на Волго-Вятском водоразделе, неглубоко врезаются (20–40 м) в верхне-казанские отложения. К югу от линии исток Шошмы – Ашита – устье Кисьмеси – устье Малой Меши и Берсута – отложения представлены морской фацией (известняки), а к северу континентальной (слабые песчаники). Несмотря на то что морские отложения характеризуются пространственной выдержанностью водоупорных горизонтов, а континентальные лишены их, речные воды верховий Ашита, Казанки, Меши и правых притоков р. Вятки имеют воду умеренной и средней жесткости. Во временном периоде величина общей жесткости воды правых притоков р. Вятки уменьшилась со средней до умеренной жесткости, за исключением бассейна р. Шошмы, в которой остается вода средней жесткости.

Обширный район на юго-западе Предкамья сложен ниже- и средне-четвертичными пролювиально-делювиальными отложениями, состоящими из чередующихся песчаных, супесчаных и глинистых толщ, не имеющих выдержанных водоносных горизонтов. В протекающих здесь небольших пересыхающих речках, а также в озерах, большое количество которых сосредоточено на данной территории, сформировалась очень мягкая и мягкая вода.

Умеренно жесткой продолжает оставаться речная вода в Восточном Предкамье в бассейнах рек Иж и Тойма, в которую направлен основной грунтовый поток с Тихих Гор, отделяющих р. Тойму от Нижнекамского водохранилища.

Водосборы левосторонних притоков Куйбышевского водохранилища, расположенные на территории географического района Западного Закамья, сложены в основном четвертичным аллювием. Верховья этих рек, как и сформированная в период неогена нижняя часть бассейна р. Большой Черемшан, представлены толщами глин и глинистых песков. Подземное питание рек, влияющее на величину общей жесткости речной воды, осуществляется из останцов и куполовидных поднятий казанского и татарского ярусов (реки Шентала, Бахта, Актай, Мараса, Малый Черемшан) и через карстовые воронки (Бездна). А в р. Малый Черемшан подземный сток поступает, главным образом, из верховодок и многочисленных пропадающих в своем нижнем течении притоков. Если в середине XX в. в этих реках сформировалась вода

средней жесткости, то в XXI в. она классифицируется как умеренно жесткая. Жесткость воды среднего течения р. Большой Черемшан и ее притока р. Большая Сульча, сформировавшаяся при участии повсеместно распространенных здесь красноцветных пород татарского яруса, изменилась во временном периоде с категории жестких вод до вод средней и умеренной жесткости.

Территория Восточного Закамья представляет наиболее приподнятую часть, рельеф которой характеризуется чередованием широких плоских возвышенностей с глубокими речными долинами. Эта возвышенная часть Закамья сложена в основном континентальной фацией верхне-казанских отложений, а по бассейну р. Шешма, служащей условной границей между Западным и Восточным Закамьем, отмечается переслаивание морских и континентальных отложений казанского яруса. В междуречье Шешмы и Степного Зая отмечается многократное переслаивание морских (известняки и песчаники) и континентальных (песчаники) проницаемых отложений. Величина общей жесткости речной воды р. Шешмы изменилась в сторону увеличения – от чередования участков реки с умеренной и средней жесткостью до средней жесткости по всему бассейну. Связано это с разгрузкой большого количества подземных вод со стороны более высокого Восточного Закамья.

В бассейне р. Степной Зай коренными отложениями являются глины и мергеля, а также достаточно прочные, широко распространенные песчаники, чередующиеся с наслоенными известняками. В этом районе, а также по правобережью р. Ика большое распространение имеют структурные террасы, отличающиеся неоднородным литологическим составом пород татарского и казанского ярусов, представленных карбонатными породами с чередованием песчаных.

Речная сеть территории Восточного Закамья всегда отличалась водой повышенной минерализации и жесткости, что связано не только с геологическим строением местности, а в большей мере с антропогенным вмешательством, т. к. это основные районы добычи нефти в Республике Татарстан. В 1970-е годы постоянные порывы нефтепроводов и водоводов, закачка значительного объема образующихся в процессе нефтедобычи жидких фракций отходов в пласты (ежегодно предприятие «Татнефть» образует более 100 тыс. м<sup>3</sup> жидких отходов), привели к загрязнению подземных вод, засолению местных родников и, как следствие, увеличению общей жесткости воды рек. Вода в реках Степной Зай и Стерля характеризовалась как очень жесткая, а в верховьях р. Мелля – чрезвычайно жесткая.

В настоящее время в компании «Татнефть» сократились объемы использования пресной воды для поддержания пластового давления, а подземное размещение жидких отходов производится в специальные поглощательные скважины. Это позволило несколько уменьшить нагрузку на природные водные объекты, что отразилось на уменьшении жесткости воды до категории жестких вод.



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования по грациям величин, предусмотренным нормативными документами, отражающими экологическое состояние окружающей среды, впервые построены картосхемы распределения общей жесткости речных вод по бассейнам рек Республики Татарстан. Актуальная информация, представленная на картосхемах в виде объединенных по водосборам ареалов, дает подробное и наглядное представление об уровне жесткости воды на отдельно взятой территории.

Сопоставление картосхем позволило проследить динамику изменения общей жесткости по частным бассейнам и отметить, что ее величина за семидесятилетний период осталась в пределах категории умеренных, средних и жестких вод, произошло лишь некоторое перераспределение ее значений в пространстве. Воды умеренной, средней жесткости и жесткие преобладают в реках как географического района Предволжья (р. Свияга), так и в Предкамье (реки Иж, правые притоки Вятки, Казанка, Меша, Омарка, Берсут), а также в Закамье (реки Шентала, Актай, Бездна, Большой Черемшан, Шешма, Степной Зай, Шукралинка, Шильна, Мензеля, Шабиз, Сюнь). Очень жесткие воды наблюдаются в районах распространения карста и в бассейнах с большой антропогенной нагрузкой (реки Солонка, Сухая Река, Мелля). Наименьшей жесткостью (мягкие и очень мягкие) обладают воды левобережья Волги. Следовательно, доминирующим фактором, влияющим на формирование качества речных вод Республики Татарстан, является геологическое строение речных бассейнов, неоднородность которого и, прежде всего, значительная засоленность и закарстованность почвогрунтов, обуславливают большие различия в значениях общей жесткости.

Поскольку Республика Татарстан – это хорошо развитый регион с достаточным количеством водных ресурсов, используемых в различных отраслях экономики, то степень жесткости воды является одним из определяющих признаков ее пригодности для использования в различных целях. Поэтому точные данные о жесткости речной воды данного региона, отображенные в виде картосхемы ее распределения по состоянию на начало XXI в., имеют большое социально-экономическое, а значит и практическое значение. Снятые с карты величины общей жесткости могут быть использованы при составлении планов различных водохозяйственных мероприятий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по государственному контракту № 13мэ. 13 с. от 9.04.2013 г. «Разработка программы наблюдений на пунктах территориальной наблюдательной сети государственного мониторинга поверхностных водных объектов Республики Татарстан». Казань, 2013. 197 с.
2. Шагидуллин Р.Р., Иванов Д.В., Горшкова А.Т., Урбанова О.Н. Обоснование размещения пунктов территориальной наблюдательной сети государственного

- мониторинга на реках Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2015. № 3. С. 48–49.
- ГОСТ Р 52029-2003. Вода. Единица жесткости. Введ. 24.03.2003. М.: Изд-во стандартов, 2003. 4 с.
  - ГОСТ 31865-2012. Вода. Единица жесткости. Введ. 01.01.2014. М.: Изд-во Стандартиформ, 2013. 2 с.
  - Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Бассейн р. Волга ниже г. Чебоксары. Т. 12. Вып. 1. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1971. 409 с.
  - Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд. СПб.: «Крисмас+», 2004. 248 с.
  - Физико-химические показатели качества природных вод. [Электронный ресурс] // Группа Компаний Семирежье. URL: [http://www.semireche.ru/burenie/vodosnabgenie/fizicheskie\\_svoistva\\_vod.html](http://www.semireche.ru/burenie/vodosnabgenie/fizicheskie_svoistva_vod.html) (дата обращения: 29.11.2018).

*Для цитирования:* Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Бортникова Н.В., Горбунова Ю.В., *Изменение жесткости речных вод территории Республики Татарстан // Водное хозяйство России. 2020. № 3. С. 94–104.*

#### Сведения об авторах:

**Горшкова Асия Тихоновна**, канд. геогр. наук, заведующая лабораторией гидрологии, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Россия, 420087, г. Казань, ул. Даурская, д. 28; e-mail: [agorshkova@gmail.com](mailto:agorshkova@gmail.com)

**Урбанова Ольга Николаевна**, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Россия, 420087, г. Казань, ул. Даурская, д. 28; e-mail: [urbanovoi@mail.ru](mailto:urbanovoi@mail.ru)

**Бортникова Наталья Валерьевна**, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Россия, 420087, г. Казань, ул. Даурская, д. 28; e-mail: [nataly.bortnikova@gmail.com](mailto:nataly.bortnikova@gmail.com)

**Горбунова Юлия Владимировна**, младший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Россия, 420087, г. Казань, ул. Даурская, д. 28; e-mail: [juliagorbunova18@mail.ru](mailto:juliagorbunova18@mail.ru)

#### RIVER WATERS HARDNESS VARIATIONS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

**Asiya T. Gorshkova, Olga N. Urbanova, Natalia V. Bortnikova, Yulia V. Gorbunova**

E-mail: [agorshkova@gmail.com](mailto:agorshkova@gmail.com)

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia*

**Abstract:** One of the main criteria for river water quality is overall hardness, the value of which determines its suitability for use in various sectors of the national economy.

Availability of the many-year information about the magnitude of the overall hardness of the river waters of the Republic of Tatarstan served as the basis for analyzing its changes in time and space. As an integral indicator, the average annual value of the overall hardness is chosen, the distribution of which throughout the territory of the Republic is clearly reflected in the given skeleton maps. A comparative analysis of the total hardness of river waters, observed in the XX and XXI centuries, showed that its value remained within the category of

moderate, medium hardness and hard waters, but there was a redistribution of these values in space. Since the formation of rigidity largely depends on local features of the territory and, first of all, on the heterogeneity of the geological structure of the basin, the analysis of its changes was made commensurate with the geological structure of the three large geographical regions of the Republic of Tatarstan – Pre-Volga, Pre-Kama and Zakamye.

The formation of hardness is also influenced by the anthropogenic factor. In the zone of influence of large reservoirs, created in the territory of the Republic of Tatarstan, a rise in the level of groundwater is observed, changing not only the nature of the underground supply of water bodies of the Republic, but also the quality of river water. The redistribution of general hardness in the south-east of the republic is connected with the activities of oil enterprises, which make significant adjustments to the hydro/chemical composition of natural waters.

**Key words:** natural water, territory of the Republic of Tatarstan, category of hardness.

**About the authors:**

Asiya T. Gorshkova, Candidate of Geographic Sciences, Head of Department of Hydrology, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaja st., Kazan, 420087, Russia; e-mail: agorshkova@gmail.com

Olga N. Urbanova, Senior Scientist, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaja st., Kazan, 420087, Russia; e-mail: urbanovoi@mail.ru

Natalia V. Bortnikova, Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaja st., Kazan, 420087, Russia; e-mail: nataly.bortnikova@gmail.com

Yulia V. Gorbunova, Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaja st., Kazan, 420087, Russia; e-mail: juliagorbunova18@mail.ru

**For citation:** Gorshkova A.T., Urbanova O.N., Bortnikova N.V., Gorbunova Y.V. *River Waters Hardness Variations on the Territory of the Republic of Tatarstan // Water Sector of Russia. 2020. No. 3. P. 94–104.*

**REFERENCES**

1. Otchet po gosudarstvennomu kontraktu №13meh – 13s ot 9.04.2013. «Razrabotka programmy nablyudenij na punktakh territorial'noj nablyudatel'noj seti gosudarstvennogo monitoringa poverkhnostnykh vodnykh ob»ektov Respubliki Tatarstan» [Development of a program of observations at points of the territorial observation network of state monitoring of surface water bodies of the Republic of Tatarstan] (2013). Kazan, Russia.
2. *Shagidullin R.R., Ivanov D.V., Gorshkova A.T., Urbanova O.N.* (2015) «Justification placing items territorial observation state monitoring network in the rivers of the Republic of Tatarstan», *Rossiyskij zhurnal prikladnoj ehkologiyi*. No. 3. Pp. 48–49.
3. GOST R 52029-2003. Voda. Yedinitsa zhestkosti [Water. Unit of hardness] (2003), Standartov Press. Moscow, Russia.
4. GOST 31865-2012. Voda. Yedinitsa zhyostkosti [Water. Unit of hardness] (2013), Standartinform, Moscow, Russia.
5. *Vodogretskogo V.E.* (ed.) (1971), *Resursy poverkhnostnykh vod USSR. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazakhstan. Bassejn r. Volga nizhe g. Cheboksary* [Surface water resources of the USSR. Lower Volga and Western Kazakhstan. The basin of the Volga River below the city of Cheboksary]. Vol. 12, No. 1, *Gidrometeorologicheskoe Press, Leningrad, USSR.*
6. *Muravyev A.G.* (2004), *Rukovodstvo po opredeleniyu pokazatelej kachestva vody polevyymi metodami* [Guidelines for the determination of water quality indicators by field methods], 3rd ed., *Krismas+, St. Petersburg, Russia.*
7. *Fiziko-khimicheskie pokazateli kachestva prirodnykh vod*, [Physical/chemical indicators of natural water quality] available at: [http://www.semireche.ru/burenie/vodosnabgenie/fizicheskie\\_svoistva\\_vod.html](http://www.semireche.ru/burenie/vodosnabgenie/fizicheskie_svoistva_vod.html) (Accessed 29 October 2018).