

## ГИДРОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА Р. УРАЛ (В ПРЕДЕЛАХ РОССИИ)

А.М. Гареев

Уфимский государственный университет науки и технологий, г. Уфа, Россия

[aufar.gareev@mail.ru](mailto:aufar.gareev@mail.ru)

Поступила в редакцию 03.02.2025

После доработки 17.02.2025

Принята к публикации 25.03.2025

**Аннотация.** *Актуальность.* В трансграничном бассейне р. Урал в течение последних десятилетий наблюдается довольно напряженная водохозяйственная и экологическая обстановка. Имеющиеся противоречия в понимании происходящих гидрологических и экологических изменений в самой р. Урал, а также в многочисленных ее притоках, обуславливают необходимость всестороннего изучения влияющих естественных и антропогенных факторов, выявления их значимости в межгосударственном масштабе и применения полученных материалов в системе управления водопользованием и водоохранными мероприятиями по бассейну реки в целом. Исходя из сказанного выше, в статье излагаются результаты исследования малых рек бассейна р. Урал в пределах Российской Федерации, характеризующихся особенностями изменения речного стока и экологических условий в них в зависимости от влияния совокупности естественных и антропогенных факторов.

В качестве *исходной информации* использованы опубликованные и фондовые источники, а также материалы, полученные в результате выполнения многочисленных научных исследований и изысканий по бассейну реки под научным руководством автора.

В *результате* проведенного исследования выявлены особенности влияния хозяйственной деятельности человека на малые реки и природные комплексы их водосборов. Раскрыты характеристики пространственной и временной изменчивости факторов, влияющих на изменение склонового и речного стока, изучены особенности влияния антропогенных факторов на качество воды в водных объектах и экологические условия в них, обоснованы предложения по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению малых рек — притоков различного порядка трансграничной реки Урал.

**Ключевые слова:** малая река, бассейн, хозяйственная деятельность, изыскания, деградация, влияющие факторы, экологические условия, бассейн реки Урал

DOI: [10.71367/3034-4638-2025-2-1-32-45](https://doi.org/10.71367/3034-4638-2025-2-1-32-45)

### ВВЕДЕНИЕ

На основании анализа большого количества опубликованных работ, материалов полевых изысканий можно отметить, что в течение последних десятилетий по значительному количеству бассейнов рек в пределах Российской Федерации обнаруживается формирование довольно напряженной водохозяйственной и гидролого-экологической обстановки. К одному из таких относится и бассейн трансграничной реки Урал, на примере которого достаточно четко выявляются различия и характеристики влияния естественных и антропогенных факторов на морфометрические характеристики русел малых рек, гидрологический режим и гидро-

лого-экологические условия в них. Исходя из этого, в статье излагаются результаты исследования по малым рекам бассейна р. Урал в пределах России, характеризующимся особенностями изменения речного стока и экологических условий в зависимости от влияния совокупности естественных и антропогенных факторов.

В качестве методологической основы в данной работе приняты геосистемный подход и бассейновый принцип, позволяющие всесторонне учитывать особенности влияния совокупности естественных и антропогенных факторов на формирование изменчивости количественных, качественных харак-

теристик воды в реках и экологических условий в них. Методы исследования включают: обобщение и анализ материалов предшествующих исследований, проведение полевых изысканий и наблюдений, отбор проб воды и донных отложений, районирование изучаемой территории по видам и масштабам антропогенных нагрузок, определение характера влияния хозяйственной деятельности на природные комплексы и загрязнения водотоков, изменения в них экологических условий в зависимости от влияния конкретных видов хозяйственной деятельности человека.

### АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МАЛЫЕ РЕКИ

Проведенные исследования выявили особенности влияния хозяйственной деятельности на малые реки и природные комплексы их водосборов, позволили дать характеристику пространственной и временной изменчивости факторов, влияющих на изменение склонового и речного стока. При этом в качестве основной группы факторов, обусловленных хозяйственной деятельностью, учтены виды и масштабы влияния антропогенных факторов, проявляющихся на речных водосборах, в результате чрезмерного влияния которых происходит активизация эрозионных и русловых процессов. В ходе проведения полевых изысканий по изучаемой территории выявлено, что коренные изменения морфометрических характеристик русел малых рек, резкое ухудшение в них гидролого-экологических характеристик происходят как в результате преобладающего влияния эрозионных процессов на речных водосборах, так и при их сочетании с другими видами антропогенных факторов. Например, по ряду бассейнов притоков р. Урал, подверженных массивному влиянию горнодобывающей промышленности, включая отвалы горных пород на значительных площадях, хвостохранилища, карьеры, свалки и др., можно выявить, что процессы деформации и деградации русел рек происходят в условиях наложения поступающих с техногенно нарушенных территорий в речные системы наносов, выносимых с водосборов, на сильно загрязненные водные потоки. Вследствие этого формирование комплекса негативных хозяйственно-экономических и экологических последствий проявляется не только в виде резкого ухудшения условий водопользования, но и в виде коренного изменения экологического состояния рек, характеризующихся в результате высокими показателями мутности речных вод, содержания загрязняющих веществ, в т. ч. оказывающих токсикологическое воздействие

на гидробионты. Таким образом, по таким рекам и их водосборам отчетливо выявляется необходимость проведения мероприятий, направленных на гидролого-экологическую реабилитацию, с учетом требований научно обоснованного применения необходимых мероприятий.

При выполнении данного исследования в качестве особо значимых приняты результаты комплексных изысканий в бассейнах малых рек, проведенных сотрудниками Лаборатории водохозяйственных исследований и геоэкологии БашГУ (УУНиТ) в 2017, 2019, 2020 и 2023 гг. Характерной особенностью является то, что бассейны малых рек — притоков р. Урал в пределах Российской Федерации расположены в различных природно-климатических условиях. Анализ состояния природных комплексов на их водосборах позволил осуществить районирование изучаемой территории по степени и видам антропогенного воздействия и, соответственно, сохранности речных экосистем (рис. 1).

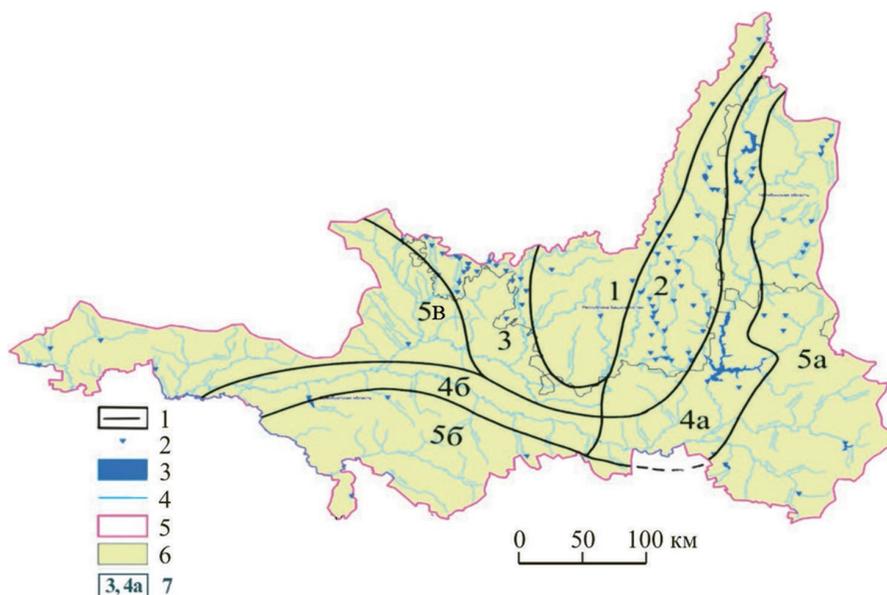
*Основными видами хозяйственной деятельности человека здесь являются:*

— сельское хозяйство, представленное преимущественным развитием организованной и неорганизованной пастбы скота, лошадей, растениеводством и водопользованием в сельских населенных пунктах;

— горнодобывающая отрасль, представленная горно-обогательными комбинатами, обширными площадями отвалов горных пород, хвостохранилищ, накопителей сточных вод и карьеров, оказывающая массовое воздействие на природные комплексы речных водосборов и на малые реки;

— городские поселения, характеризующиеся формированием урбанизированных ландшафтов, организацией водопользования и влиянием на состояние малых рек и др.

Распределение указанных факторов на изучаемой территории характеризуется значительной неравномерностью. В разрезе отдельных районов они также накладываются друг на друга, вызывая коренные нарушения многих характеристик малых рек, которые являются в этих случаях особо уязвимыми. Распределение и масштабы воздействия деятельности человека на природные комплексы, в том числе на водные экосистемы, имеют свои объективные причины. С одной стороны, это — пространственная дифференциация физико-географических условий (показателей увлажнения, орографии местности, естественной водорегулирующей способности речных водосборов и др.), с другой — разнообразная деятельность самого



**Рис. 1.** Районирование бассейна р. Урал в пределах России по степени и видам преимущественного влияния хозяйственной деятельности на малые реки: 1 – границы районов; 2 – малые водохранилища и пруды; 3 – крупные водохранилища (объем более 10 млн м<sup>3</sup>); 4 – гидрографическая сеть; 5 – границы бассейна; 6 – границы регионов; 7 – номера районов и подрайонов

**Fig. 1.** Regionalisation of the Ural River basin within Russia according to the degree and types of preferential impact of economic activity on small rivers: 1 – district boundaries; 2 – small reservoirs and ponds; 3 – large reservoirs (volume more than 10 million m<sup>3</sup>); 4 – hydrographic network; 5 – basin boundaries; 6 – regional boundaries; 7 – numbers of districts and subdistricts

человека. Антропогенные факторы, связанные с коммунальным и сельским хозяйством, а также рекреацией, приурочены, как правило, к наиболее удобным и легко доступным местам. Воздействие горнодобывающей отрасли связано с расположением разрабатываемых месторождений полезных ископаемых. В районе наших исследований они сосредоточены в меридиональной зоне, которая простирается в бассейне р. Урал преимущественно в пределах Зауральского пенеблена (в пределах Башкортостана и Оренбургской области).

Следует обратить внимание на то, что бассейны большого количества малых рек подвергаются преимущественному влиянию животноводства. На изучаемой территории после развала СССР произошли большие изменения по способу содержания скота. Так, во времена бывшего Советского Союза в бассейне р. Урал (в пределах РСФСР) преобладало содержание скота в животноводческих фермах и комплексах. Для них были отведены пастбища, по ряду хозяйств проводились мероприятия по организации и эксплуатации долговременных культурных пастбищ (ДКП). Однако после развала СССР все изменилось не в лучшую сторону. Животноводческие фермы и комплексы были ликвидированы.

В сельской местности возникли социально-экономические проблемы, которые явились причиной адаптации местного населения к изменяющимся условиям. Распространились экстенсивные способы хозяйствования, жители были вынуждены увеличить поголовье скота в личном (подсобном) хозяйстве, так как животноводство во многом стало единственным способом выживания людей. При этом изменились места и способы выпаса. Так, в течение последних десятилетий, характеризующихся нарастанием засушливости климата, травостой на склонах долин рек в июле–августе высыхает. Следует обратить внимание и на то, что в пределах изучаемой территории стало популярным содержание большого количества лошадей, свободно пасущихся или содержащихся на специально отгороженных территориях. В этих условиях водоохранные зоны становятся единственным местом, где можно пасти скот. Местные жители так и поступают. В результате, с одной стороны, чрезмерный выпас крупного рогатого скота, овец и лошадей приводит к вытаптыванию травостоя, переуплотнению верхних слоев почвенного покрова, является причиной активизации эрозионных и русловых процессов, стимулируя трансформации

склонового и речного стока, заиление русел рек в низовьях, с другой — способствует чрезмерному загрязнению вод веществами органического происхождения. Эти закономерности раскрыты в большом количестве опубликованных работ (Гареев, 1991, 1995, 1999, 2002, 2003, 2005, 2012, 2019, 2021).

В зоне влияния горнодобывающей отрасли формируются характерные, коренным образом нарушенные территории: карьеры и отвалы горных пород, хвостохранилища, свалки. Многие из этих объектов расположены в непосредственной близости к рекам, в том числе в пределах водохранных зон. Степень нарушенности природных комплексов на водосборах по ряду бассейнов рек достигает той величины, когда эти территории можно отнести к категории бедлендов. Например, это четко обнаруживается на реках Худолаз и Карагайлы и их водосборах в зоне влияния объектов горнодобывающей и других отраслей, расположенных в пределах городского округа г. Сибай. Так, с точки зрения полномасштабного понимания особенностей влияния совокупности антропогенных факторов на изменение гидрологических и экологических характеристик указанных рек следует обратить внимание на оценку роли и значимости эрозионных процессов на их водосборах, а также накопления наносов в руслах самих рек и прудах, построенных на них. В настоящее время водосборы указанных рек испытывают высокие масштабы влияния антропогенных нагрузок, что, прежде всего, проявляется в виде значительного превышения показателей пастбищной нагрузки на естественные ландшафты горной и предгорной лесостепи. Положение усугубляется тем, что здесь четко проявляются тенденции изменения климатических условий, в т. ч. повышения температуры воздуха, увеличения дефицита влажности воздуха и др., которые являются причиной формирования процессов пастбищной дегрессии и развития эрозионных процессов на речных водосборах. В результате этого речные воды, особенно во время весеннего половодья и дождевых паводков, транспортируют большое количество поступившего с водосбора смытого материала, который в последующем осаждается и откладывается в руслах рек, прудах и водохранилищах, образуя значительные толщи донных отложений.

В соответствии с этим на реках устойчиво наблюдаются высокие концентрации загрязняющих веществ консервативного и неконсервативного характера воздействия на водные экосистемы и здоровье человека. Например, на р. Карагайлы, протекающей в зоне влияния объектов горнодо-

бывающей отрасли, приуроченных к г. Сибай, в результате поступления большого объема смытого материала с водосбора, а также рассеянных веществ с деградированных территорий, занятых отвалами горных пород в пределах обширных площадей, хвостохранилищами, свалками и др., русло самой реки, а также пруд, построенный на ней, оказались покрытыми большой толщей отложений, содержащих в своем составе высокие концентрации загрязняющих веществ. По материалам наблюдений, проведенных в течение многих лет, можно обнаружить, что концентрации тяжелых металлов, включая Cu, Zn, Pb, Mn и др., в речной воде в десятки и сотни раз превышают значения ПДК. Наиболее высокие их концентрации сосредоточены в донных отложениях, которые представляют собой вторичные очаги загрязнения природных вод, что отражается в формировании критических условий функционирования гидробионтов. Таким образом, комплексные показатели загрязнения р. Карагайлы (как водной среды, так и донных отложений) являются причиной того, что в зоне влияния объектов горнодобывающей отрасли в реке отсутствуют высшие гидробионты, включая и ихтиофауну. Здесь происходит миграция загрязняющих веществ и в подземные водоносные горизонты, что отражается в формировании неблагоприятных показателей хозяйственно-питьевых вод.

В результате заполнения чаши городского пруда донными отложениями и его заиления появилась необходимость принятия решений по предотвращению негативного воздействия этого водного объекта на условия проживания людей. В начале 2000-х гг. вода из указанного пруда была спущена. При этом образовались новое русло, врезанное в заиленное ложе пруда, а также террасы с ровной поверхностью, расположенные по обе стороны русла. В настоящее время образовавшиеся террасы покрыты сорной рудеральной растительностью, территория захламлена, что требует проведения мероприятий по ландшафтному и гидролого-экологическому благоустройству и восстановлению водотока по гидрологическим параметрам, близким к естественным.

Таким образом, следует констатировать тот факт, что в формировании общих неблагоприятных экологических и санитарно-гигиенических условий в пределах изучаемой территории принимают участие и эрозионные, и русловые процессы, характеристики влияния которых должны учитываться в ландшафтно-экологическом обосновании необходимых мероприятий.

В целях изучения происходящих изменений в малых реках бассейна р. Урал в пределах России

нами в 2020, 2023 гг. проводились полномасштабные полевые исследования, включая проведение рекогносцировочных изысканий на речных водосборах, а также наблюдения и исследования по самим малым рекам. При выборе мест расположения точек наблюдений учитывались характер и масштабы влияния хозяйственной деятельности человека на реки и их водосборы. С учетом этого были выделены следующие категории малых рек:

1) реки, характеризующиеся достаточно высоким уровнем сохранности природных комплексов на их водосборах при слабом или умеренном влиянии преимущественно экстенсивного выпаса скота, хорошо сохранившемся гидрологическом режиме, с удовлетворительными гидрохимическими характеристиками и экологическими условиями;

2) реки, преимущественно испытывающие влияние объектов сельскохозяйственного производства (пастбищ, пашен и др.);

3) реки, в различной степени измененные и трансформированные в результате влияния объектов горнодобывающей отрасли совместно с другими видами влияния антропогенных нагрузок (чрезмерного выпаса скота).

К первой категории относятся ручей Безымянный (с. Бурангулово), реки Бирся (выше д. Калканово), Малый Кизил (выше д. Новоабзаково). Их бассейны полностью или в основном находятся в пределах хорошо сохранившихся ландшафтов восточных склонов Южного Урала. Здесь распространены лесные и лесостепные сообщества, слабо затронутые хозяйственной деятельностью. В составе последнего фактора доминирует неорганизованный выпас скота. Эти реки находятся в пределах района 1 на рис. 1. Активные эрозионные процессы на водосборах не наблюдаются. В условиях, максимально приближенных к естественным, русла рек имеют классические очертания, характеризуются небольшими вертикальными врезами (0.3–0.5 м), относительно пологими берегами, поросшими макрофитами.

Ко второй группе относятся реки Урал (с. Рысаево, выше д. Уразово), Янгелька (исток из оз. Чебаркуль), Худолаз (п. Казанка) и др. Бассейны этих рек, включая водосборы, водоохранные зоны, прибрежные полосы и русла рек, преимущественно подвержены чрезмерному влиянию пастбы крупного рогатого скота и лошадей. Соответственно, загрязнение указанных рек в основном происходит нерастворенными и растворенными веществами биогенного происхождения. На водосборах наблюдаются территории, подверженные пастбищной дигрессии, местами развиты промоины и овраги. Это обуславливает вынос значительного

количества материалов разрушения почв и горных пород в малые реки, вызывающий формирование высоких показателей мутности речных вод. Четко обнаруживаются процессы активизации русловых деформаций: глубина вреза русел малых рек местами достигает 1.0–1.5 м, берега вытоптаны крупным рогатым скотом, лошадьми и оголены с явными признаками русловой деформации. В этих условиях происходит формирование высоких показателей мутности речных вод, что приводит к заилению русел рек в низовьях. На ряде участков рек наблюдается обмеление.

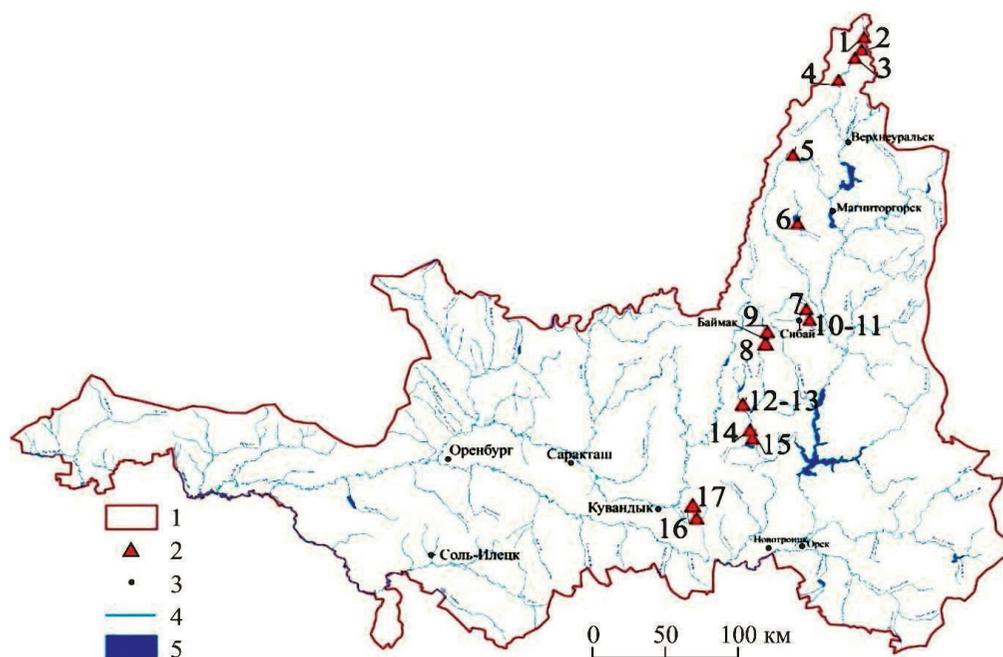
К третьей группе относятся реки Худолаз (с. Калинино), Карагайлы, Таналык, Бузавлык, Блява и др., расположенные в зоне массового влияния добычи руд цветных металлов и их обогащения на горно-обогатительных комбинатах. На это влияние также накладываются чрезмерный (неуправляемый) выпас скота на речных водосборах, а также другие виды хозяйственной деятельности. Здесь русла многих малых рек деградированы. Так, на участках, где размещены отвалы горных пород, русла перегорожены, местами образовались запруды или проложены искусственные русла с коренными изменениями естественных процессов по условиям формирования как гидрологического режима, так и экологической обстановки в водотоках. Вода в реках характеризуется высокой мутностью в результате выноса в большом количестве продуктов разрушения с территорий, занятых отвалами горных пород, хвостохранилищами, свалками и др.

В связи с этим в течение продолжительного времени наносится большой ущерб малым рекам и их экосистемам как сосредоточенно (локально), так и рассредоточенно (диффузно).

Таким образом, к категориям малых рек с наибольшими, коренными изменениями гидрологического режима, гидрохимических, гидробиологических характеристик и экологических условий, следует отнести саму р. Урал в верховьях, а также ее притоки: реки Худолаз с притоком Карагайлы, Таналык, Бузавлык, Блява.

Расположение малых рек, отнесенных ко второй и третьей группам, соответствует району 2 на рис. 1.

Характерные особенности состояния и изменения гидролого-экологических характеристик малых рек в зависимости от различий влияния совокупности естественных и антропогенных факторов изучались на 17 участках (рис. 2). Они размещались на местности с учетом возможности проведения сравнительного анализа сформировавшихся и измененных экологических условий, с выделением, с одной стороны, фоновых показателей, с другой — специфики и масштабов влияния антропогенных



**Рис. 2.** Места расположения участков изысканий и наблюдений на малых реках бассейна р. Урал (в пределах России). 1 – бассейн р. Урал; 2 – точки исследования; 3 – города; 4 – гидросеть бассейна; 5 – крупные водохранилища

**Fig. 2.** Locations of survey and observation sites on small rivers in the Ural River basin (within Russia). 1 – Ural River basin; 2 – survey points; 3 – cities; 4 – basin hydrosystem; 5 – large reservoirs

факторов на сообщества гидробионтов. На них был произведен отбор проб воды и донных отложений, фитопланктона, фито- и зообентоса, а также выявлен состав ихтиофауны. В местах отбора проб измеряли расход, температуру и прозрачность воды, глубину, определяли тип донных отложений. Химический анализ проб воды и донных отложений осуществлялся в испытательной лаборатории Филиала по мониторингу водных объектов бассейнов рек Белой и Урала ФГБВУ «Центррегионводхоз». Отбор и обработку гидробиологических проб осуществляли по общепринятым методикам (Биоиндикация..., 2007; Макрушин, 1974). Для идентификации гидробионтов, расчета частоты встречаемости видов использовали имеющиеся руководства и определители (Голлербах и др., 1953; Забелина и др., 1951; Определитель пресноводных..., т. 1–5, 1994–2004; Панкратова, 1983). Для индикации качества воды по структурно-функциональным характеристикам сообществ применялись система сапробности Кольквитца–Марссона и метод Пантле–Букк (Баканов, 2000; Биоиндикация..., 2007; Каплин, 2001; Макрушин, 1974; Олексив, 1992; Sládeček, 1973).

Оценка влияния хозяйственной деятельности на качество вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям выявила, что значения комплексного показателя загрязнения (КПЗ) по всем участкам наблюдений не соответствуют предъявляемым требованиям. Так, показатели в разрезе участков наблюдений достигают значений от 18.57 до 284.02, что характеризует качество воды как «грязная» и «чрезвычайно грязная». К ним относятся: р. Урал – 300 м выше д. Рысаево (участок 1), руч. Безымянный – выше д. Бурангулово (2), р. Бирся – 2.2 км выше д. Калканово (3), р. Урал – 2.5 км выше д. Уразово (4), р. Мал. Кизил – 3.9 км выше с. Новоабзаково (5), р. Янгелька – д. Давлетово (6), р. Худолаз – д. Казанка (7), р. Таналык – ниже г. Баймак (8), р. Таналык – выше г. Баймак (9), р. Худолаз – д. Калинино (10), р. Карагайлы – устье (11), р. Бузавлык – выше сброса сточных вод из карьера «Юбилейный» (12), р. Бузавлык – ниже сброса сточных вод (13), р. Таналык – выше п. Бурибай (14), р. Таналык – ниже сброса сточных вод (15), р. Блява – выше г. Медногорска (16) и р. Блява – ниже сброса сточных вод Медногорским ГОК в створе д. Бляватамак (17).

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК

### *Реки первой категории (район 1)*

В результате исследований было выявлено, что по ряду фоновых створов, выше которых степень влияния хозяйственной деятельности на ландшафты мала, наблюдаются высокие концентрации отдельных веществ, превышающие значения ПДК в несколько раз. Например, это было выявлено на ручье Безымянном — притоке р. Урал первого порядка, выше небольшого населенного пункта Бурангулово Учалинского района Республики Башкортостан (участок 2). Здесь концентрации марганца по сравнению с ПДК для рыбохозяйственных водных объектов превышали норматив в 2,8, железа — в 8 раз. Это очевидно связано с естественным вымыванием элементов коренных пород металлической группы в Уральских горах. Из рыб здесь обнаружен голян в довольно большом количестве. Как известно, этот вид считается индикатором чистой воды, однако ему может быть свойственна определенная экологическая пластичность (Зуев, 2007). По фитопланктону, фито- и зообентосу показатели качества воды здесь оцениваются как  $\beta$ -мезосапробные, по ихтиофауне — олигосапробные. Это связано с тем, что ихтиофауна в сравнении с бентосом живет в различных горизонтах, а также намного более мобильна, чем планктон и бентос. По совокупности признаков вода в ручье относительно чистая.

По отдельным участкам, выше которых водосборы испытывают небольшие масштабы антропогенных нагрузок (от пастбищ, населенных пунктов), реки относятся к категории наименее загрязненных при расчете индекса сапробности Пантле—Букк по зообентосу. Например, к таким относятся участки 3 (р. Бирся) и 6 (р. Янгелька в верховьях). Аналогичную картину на этих створах показала и оценка их состояния по фитопланктону (см. рис. 2). На р. Бирсе в 2,2 км севернее д. Калканово из рыб также обнаружен только голян, но в меньшем количестве, чем на предыдущем участке (на ручье Безымянный). Также здесь ниже содержание кислорода ( $6,26$  ppm), а в грунте — повышенное содержание марганца ( $231 \pm 58$  мг/кг). Расчет индексов сапробности, проведенный по фитопланктону, а также фито- и зообентосу, позволяет отнести данный водоток к  $\beta$ -мезосапробной зоне, присутствие единственного вида рыб — голяна — характеризует ее как олигосапробную. Причины данных различий аналогичны выявленным для предыдущей станции. По совокупности признаков экологическая обстановка менее благоприятна, чем на предыдущем водотоке.

На р. Малый Кизил из рыб обнаружен только пескарь в небольшом количестве, хотя ихтиофауна в подобных водотоках должна быть более разнообразной и включать в себя, по крайней мере, голяна, хариуса, форель, ельца и другие виды (Бакланов, 2000; Дьяченко, 2013; Дьяченко, Бикинин, 1998). Вода была явно замутнена, также наблюдались обильные обрастания нитчатых водорослей на подводных предметах, что нехарактерно для чистых горных рек. В воде выявлено довольно низкое содержание растворенного кислорода ( $4,90$  ppm) и повышено количество нитратов ( $3,8 \pm 0,5$  мг/дм<sup>3</sup>). Все это свидетельствует о чрезмерно высоком уровне эвтрофикации воды в реке. Это обусловлено локализованным расположением относительно крупных населенных пунктов, горнолыжного центра Абзаково, ряда предприятий (ООО «Абзаково», ООО «Строительство и производство»). Ниже сбросов сточных вод были обнаружены высокие концентрации нитрит-иона, которые превышали значения ПДК в 2,75 раза. Качество воды, определенное в совокупности по фитопланктону, фито- и зообентосу и ихтиофауне, соответствует  $\beta$ -мезосапробным условиям.

### *Реки второй категории (район 2)*

На реках, относящихся ко второй категории, проявляются особенности, связанные с влиянием чрезмерного выпаса скота и, соответственно, загрязняющих веществ биогенного происхождения. Наиболее характерным здесь является участок р. Урал у с. Рысаево, где обнаруживается превышение ПДК по NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Кроме того, здесь и выше д. Уразово, а также в реках Янгельке (исток из оз. Чебаркуль) и Худолаз (п. Казанка) обнаруживаются высокие концентрации тяжелых металлов, превышающие ПДК в 2,8–15 раз.

Из сосредоточенных сбросов, влияющих на р. Урал, была оценена деятельность МУП «Учалводоканал». Это первое предприятие, сбрасывающее свои стоки после очистки на очистных сооружениях в верховьях р. Урал. В пробах воды, отобранных из реки ниже сброса указанного предприятия (выше д. Уразово Учалинского района), выявлено превышение ПДК по меди и марганцу в 9 раз, железу в 3 раза. Из специфических загрязнителей фиксируются в р. Урал азотистые соединения нитрит-иона с превышением ПДК в 3 раза. При сравнении показателей загрязненности речных вод с фоновыми концентрациями (ручей Безымянный у с. Бурангулово Учалинского района) можно выявить превышение загрязнения

по этому ингредиенту в 12 раз. Следует обратить внимание на то, что в бассейнах указанных рек крупных объектов, относящихся к горнодобывающей отрасли, нет. Надо полагать, что в формировании химического состава вод принимают участие месторождения горных пород, а также отвалы, содержащие значительные концентрации указанных элементов.

Расчет индекса сапробности Пантле—Букк по зообентосу позволил отнести створ р. Урал выше д. Рысаево к числу умеренно загрязненных. Аналогичную картину здесь показала и оценка состояния вод по фитопланктону. Условия в р. Урал севернее на 1.5 км от с. Уразово по зообентосу можно характеризовать как  $\alpha$ -мезосапробные («грязные»). Здесь отчетливо проявляется влияние сброса сточных вод г. Учалы после их очистки в очистных сооружениях. Показательно то, что на данном участке были выявлены высокие концентрации растворенного кислорода (10 ррт), что связано с активными процессами фотосинтеза водной растительности (макрофитов и водорослей) в летнее время.

В ихтиофауне р. Янгельки обнаружено 6 видов рыб. Показатель содержания кислорода в воде составил 6.24 ррт, в донных отложениях наблюдается повышенное содержание марганца ( $796 \pm 199$  мг/кг) и цинка ( $236 \pm 71$  мг/кг). Налицо также признаки устойчивой эвтрофикации: высокая степень зарастания водотока высшей водной растительностью (большое количество рдестов, водокраса, урути, элодеи), а также распространение нитчатых водорослей, заметное замутнение воды, слой ила на каменисто-галечном ложе реки. Показатели сапробности, рассчитанные по фитопланктону, фито- и зообентосу, позволяют отнести воду р. Янгельки к  $\beta$ -мезосапробной зоне. Индекс Кольквитца—Марссона, рассчитанный по ихтиофауне, также показывает  $\beta$ -мезосапробные условия, индекс Пантле—Букк равен 3.08, что соответствует  $\alpha$ -мезосапробной зоне.

В р. Худолаз (д. Казанка) — выше зоны выклинивания Худолазовского водохранилища и промышленных предприятий г. Сибай, были обнаружены 6 видов рыб: плотва, окунь, серебряный карась, язь, налим, сом. Преобладающими видами являются плотва и окунь. Содержание кислорода в воде составило 5.57 ррт, по показателям химического анализа воды и грунта условия вполне благоприятные, за исключением некоторого повышения содержания цинка в донных отложениях ( $106 \pm 32$  мг/кг). Показатели качества воды р. Худолаз на данном участке, рассчитанные по фитопланктону и фито- и зообентосу, соответствуют  $\beta$ -мезосапробной зоне, по зообентосу —  $\alpha$ -мезосапробной. Индекс

Кольквитца—Марссона, рассчитанный для ихтиофауны, показывает также  $\beta$ -мезосапробные условия, а Пантле—Букк —  $\alpha$ -мезосапробные.

### *Реки третьей категории (район 2)*

По всем участкам рек, расположенным в зонах массивированного влияния объектов горнодобывающей отрасли (8–17), наблюдается высокая концентрация тяжелых металлов. Наибольшие значения обнаружены в водах рек Карагайлы у с. Калинино (меди 240 ПДК), Худолаз у с. Калинино (меди 87 ПДК), Таналык ниже г. Баймака (по меди 33 ПДК), Бузавлык (12 и 13 створы — по меди 25–32 ПДК), р. Блявы в г. Медногорске (марганца 260 ПДК) и у с. Бляватамак (цинка 160 ПДК), которые обуславливают формирование чрезвычайно высоких комплексных показателей загрязнения (КПЗ), достигающих 31.96–284.02.

Наиболее интенсивное загрязнение специфическими ингредиентами выявлено в водах р. Таналык у г. Баймака ниже сброса МУП «Баймакский водоканал». В пробе воды, отобранной из этой реки, было выявлено превышение по аммоний-ионам в 5.2 раза, нитрит-ионам в 5.25 раза; концентрация сухого остатка превышала норму в 1.5 раза. В то же время по участку, расположенному выше г. Баймака (2.2 км выше створа сброса сточных вод города), качество воды по этим показателям не превышало значений ПДК.

К категории малых рек, в наибольшей степени деградированных по морфометрическим характеристикам их русел, степени загрязненности, прежде всего, тяжелыми металлами, следует отнести р. Карагайлы в зоне влияния объектов г. Сибай. В пределах среднего (частично) и нижнего течения обнаруживается высокое сосредоточение различных хозяйственных объектов и урбанизированных территорий. К их числу относятся сам г. Сибай, отвалы горных пород на значительных площадях, карьеры, хвостохранилища, свалки и др. В речной воде и донных отложениях были обнаружены высокие концентрации загрязняющих веществ, относящихся к различным группам по лимитирующему признаку вредности. Так, влияние сточных вод города может быть оценено по показателям загрязнения речных вод по фосфат-иону в 3.75 раза, сухому остатку — в 4.5 раза. В составе промышленных сточных вод следует указать на то, что подотвальные воды северных отвалов Сибайского рудника поступают в карьер, вместе с шахтными водами откачиваются на поверхность и далее по коллектору сбрасываются в р. Карагайлы. В нее же без очистки направляются стоки южных

отвалов. Подотвальные воды высоко минерализованы — до 515 г/л, рН — 2.1–2.6, концентрация сульфат-иона достигает 29 500 мг/л, содержание меди — от 330 до 645 мг/л, цинка — 718–890 мг/л, железа — 188–731 мг/л, магния — 190 мг/л, повышена концентрация марганца, никеля, кобальта, кадмия, ртути и др. Объем подотвальных вод Сибайского рудника составляет 650 тыс. м<sup>3</sup> в год. До 2019 г. суммарный расход шахтных и карьерных вод колебался в пределах от 200 до 800 м<sup>3</sup>/час. Объем откачиваемых дренажных вод во время разработки месторождения составлял 3.2–3.5 млн м<sup>3</sup> в год.

По ориентировочным оценкам за год с подотвальными и шахтными стоками в поверхностные водные объекты сбрасывается до 10 тыс. тонн химических веществ, включая сотни тонн тяжелых металлов в ионной форме. В р. Карагайлы, куда непосредственно сбрасывались сточные воды Сибайского ГОК до его закрытия в 2019 г., наблюдалась экстремально высокая концентрация ионов тяжелых металлов и сульфатов.

В донных отложениях рек Карагайлы и Худолаз (ниже г. Сибай) установлено увеличение содержания тяжелых металлов в десятки и сотни раз по сравнению с фоновой концентрацией. Следует отметить, что отдельные участки бассейнов этих рек представляют собой зоны экологического бедствия.

Река Бузавлык ниже сброса ООО «Башкирская медь» загрязнена солями меди до 32 ПДК.

По результатам анализа проб воды из р. Таналык у п. Бурибай, где размещено производство горнообогатительного комбината, выявлено превышение содержания специфических металлов в воде. Концентрация меди была выявлена по участку 14, где она в 20 раз была больше ПДК, по марганцу — в 8 раз выше ПДК.

Накопители сильно загрязненных сточных вод Бурибаевского ГОК располагаются в непосредственной близости к р. Таналык. В их использовании в составе замкнутых систем водоснабжения промышленного предприятия наблюдаются серьезные нарушения. По телу обваловок образовались промоины, на низинах, расположенных со стороны сухого откоса (с внешней стороны), местами образовались лужи с сильно концентрированными сточными водами. Фильтрация концентрированных сточных вод через тело дамбы, а также формирование линий тока являются причиной чрезмерного загрязнения вод тяжелыми металлами.

Аналогичное загрязнение вод наблюдается и на р. Бляве, принимающей стоки Медногорского ГОК. В пробе воды из реки ниже сброса ООО «Медногорский медно-серный комбинат» (у с. Бляватамак) выявлено превышение концентрации меди

по сравнению со створом, расположенным выше г. Медногорска, в 10 раз. Аналогичная ситуация обнаруживается и по концентрации цинка. Так, если в пробе воды, отобранной у с. Бляватамак (ниже города), она составила 1.6 мг/дм<sup>3</sup>, то выше зоны влияния сточных вод ГОК была на уровне 0.03 мг/дм<sup>3</sup>, т. е. меньше в 53 раза (участки наблюдений 16 и 17).

Анализ уровня сапробности по фитопланктону и фитобентосу на указанных участках показал его увеличение, а также стабильно низкое видовое разнообразие (Баринова и др., 2006; Панкратова, 1983; Соколов, 2001). Кроме того, в обеих пробах обнаружены тератологические формы диатомовой водоросли *Nitzschia sp.* с искривленным панцирем. Все это отражает высокий уровень загрязненности водотока и неблагоприятность среды обитания для гидробионтов (Баринова и др., 2006; Биоиндикация..., 2007; Макрушин, 1974).

Следует обратить внимание на то, что на сильно загрязненных участках рек: Худолаз ниже устья р. Карагайлы (участок 10), Карагайлы в устье (участок 11) и Блява в г. Медногорске, ниже сброса (17) зарегистрировано наименьшее среди всех исследованных точек видовое разнообразие зообентоса. У выявленных личинок хирономид *Chironomus gr. dorsalis*, *Ch. gr. tentans*, *Procladius ferrugineus* и *P. choreus* отмечены деформация элементов ротового аппарата (ментума и мандибул) и их покрытие смолоподобным веществом, что, скорее всего, связано с накоплением загрязняющих веществ в донных отложениях водотоков (Баканов, 2000; Каплин, 2001).

Обращают на себя внимание достаточно высокие показатели численности биомассы зообентоса на участках 10 и 17 (см. рис. 2) на фоне небольшого количества видов. Известно, что при возрастании антропогенной нагрузки резко снижается видовое разнообразие донных сообществ на фоне доминирования отдельных видов (Биоиндикация, 2007), что наблюдается на данных участках. Так, в р. Худолаз (створ 10) максимум численности и биомассы отражает полисапробный вид — олигохета *Tubifextubifex*, а в створе 17 (р. Блява) — полисапробные виды хирономид.

Согласно расчетам индекса Пантле–Букк по зообентосу, условия в водотоках на створах 9 (р. Таналык, севернее на 1.3 км от г. Баймака), 12 (р. Бузавлык, в 2.2 км юго-восточнее от д. Петропавловский, в зоне комбината Башнефти) и 16 (Оренбургская область, р. Блява) можно характеризовать как  $\alpha$ -мезосапробные («грязные»).

Самыми загрязненными по данному показателю оказались участки рек на створах 10 (р. Худолаз —

ниже устья р. Карагайлы), 11 (р. Карагайлы — устье) и 17 (р. Блява, г. Медногорск, ниже сброса). На них индекс сапробности колебался в пределах 4–4.5, что соответствует полисапробной зоне.

При анализе изменения уровня сапробности в створах отдельных рек можно заметить ее явное увеличение при повышении степени антропогенного воздействия. Так, для р. Таналык в створе 10, расположенном выше сброса загрязняющих веществ, значение индекса сапробности составляет 1.9, что характеризует данный участок как умеренно загрязненный ( $\beta$ -мезосапробный). В то же время в точке 9, располагающейся после сброса загрязняющих веществ, значение индекса Пантле—Букк соответствует  $\alpha$ -мезосапробной («грязной») зоне. Аналогичную картину показывает и оценка состояния р. Таналык по фитопланктону, фитобентосу и ихтиофауне (Баканов, 2000; Бакланов, 2002; Баринаева и др., 2006; Биоиндикация..., 2007).

По показателям ихтиофауны можно обратить внимание на то, что в результате влияния процессов смещения и разбавления сильно загрязненных вод притоков в принимающих эти воды реках обнаруживаются более-менее благоприятные гидролого-экологические условия. Так, в р. Худолаз (ниже устья р. Карагайлы) обнаружено 7 видов рыб, из которых самой многочисленной была плотва. Примерно в равных количествах встречались елец, пескарь, красноперка и окунь, наиболее редкими оказались щука и голавль. Показатели качества воды, рассчитанные по ихтиофауне (Олексив, 1992), соответствуют  $\beta$ -мезосапробной зоне с уклоном в олигосапробную. В то время как в самой р. Карагайлы (притоке р. Худолаз) ихтиофауна отсутствовала.

Для р. Бузавлык (участки 13 и 14) также отмечен рост значения индекса сапробности с 2.3 (нижняя граница  $\beta$ -мезосапробной зоны) в створе, расположенном выше водохранилища, до 2.6 ( $\alpha$ -мезосапробная зона) на участке, расположенном ниже сброса с отстойника «Башнефти». В данной реке, так же как и в р. Карагайлы, наблюдается отсутствие ихтиофауны.

По р. Бляве в окрестностях г. Медногорска (точки 16 и 17) в целом отмечен один из самых высоких уровней сапробности (значение индекса колеблется в пределах 3.4–4.2). Если в точке выше сброса реку еще можно охарактеризовать как «грязную» ( $\alpha$ -мезосапробную), то ниже сброса состояние водотока соответствует характеристике «очень грязная» (полисапробная). Выше сброса также было обнаружено небольшое количество пескаря, ниже сброса какая-либо ихтиофауна отсутствовала полностью.

По многим показателям это один из самых экологически неблагополучных участков.

На территории подрайонов 5а, 5б, 5в (см. рис. 1) основными видами хозяйственной деятельности, оказывающими влияние на химические и биологические показатели речных вод в их пределах, являются сельскохозяйственные объекты (населенные пункты, пашни, пастбища и др.). В условиях отсутствия материалов непосредственных наблюдений экологические условия в малых реках могут быть определены по аналогии, что было раскрыто ранее по районам 1 и 2. Район 3 характеризуется аналогичными условиями. Отличительной особенностью по нему является наличие значительного количества прудов и водохранилищ, обуславливающих коренные изменения гидрологического режима и экологических условий в реках.

Малые реки, непосредственно впадающие в Урал в пределах различных участков в подрайонах 4а и 4б, характеризуются большими различиями в масштабах влияния антропогенных нагрузок. Как известно, бассейны одних рек расположены в зонах непосредственного влияния промышленных узлов (г. Верхнеуральск, Магнитогорск, Орск, Оренбург), других — в условиях преимущественного влияния сельскохозяйственных объектов. При необходимости изучение их характеристик может быть осуществлено отдельно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что малые реки, являющиеся особо чувствительными к влиянию как естественных, так и антропогенных факторов, приуроченных к их водосборам, достаточно ярко отражают особенности влияния указанных факторов на количественные и качественные характеристики воды в водотоках. Это позволяет объективно обосновать необходимые водоохранные мероприятия, особенно с учетом специфики и масштабов влияния антропогенных факторов, приуроченных к водосборам рек, влияющих на качество речных вод и экологические условия в водотоках рассредоточенно. С учетом изложенного следует констатировать, что различия в направлениях, масштабах и ареалах влияния отдельных видов хозяйственной деятельности могут выявляться на основании районирования изучаемых бассейнов больших рек, в разрезе которых можно выявлять отличающиеся процессы формирования и изменчивости экологических условий в малых реках. Указанные положения в данной работе достаточно четко отражены на примере бассейна р. Урал в пределах Российской Федерации.

Следует обратить внимание на то, что механизмы управления водопользованием и водоохранными мероприятиями в соответствии с требованиями, отраженными в Схемах комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО), главным образом учитывают данные анализа показателей воздействия локализованных (сосредоточенных) источников. Однако по значительному количеству бассейнов малых рек, где загрязнение водных объектов и заиление их русел происходят в результате преимущественного влияния рассредоточенных источников (например, сельскохозяйственных объектов, урбанизированных территорий и др.), указанные положения не учитываются. Таким образом, дальнейшее совершенствование методов и способов управления водопользованием и водоохранными мероприятиями в бассейнах рек должно базироваться на дифференцированном подходе посредством конкретного обоснования видов и масштабов водоохранных мероприятий в речных бассейнах. Эти положения были нами учтены в ходе выполнения НИР в 2023 г. по теме «Научное обоснование предложений по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной р. Урал (Жайык)» по договору, заключенному между Институтом водных проблем РАН и Уфимским университетом науки и технологий. Они требуют внедрения на уровне Министерства природопользования и экологии РФ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.

Бакланов М.А. Фауна и особенности рыб малых рек урбанизированных территорий Прикамья. Автореф. ... дисс. канд. биол. наук. Пермь. 2002. 18 с.

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей — индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 500 с.

Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина и Г.С. Розенберга. М.: Наука, 2007. 403 с.

Гареев А.М. Методические вопросы пространственно-временного анализа развития ускоренной эрозии // Четырнадцатое пленарное межвуз. координац. совещ. по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов. Уфа: Изд-во БашГУ. 1999. С. 14–17.

Гареев А.М. Методические указания по оптимизации выделения капиталовложений на водоохраные мероприятия на водосборе бассейна реки. Уфа. РИО Башк. ун-та, 1991. 19 с.

Гареев А.М. Некоторые характеристики изменения склонового и речного стока в условиях деградации природных комплексов на водосборе // Водное хозяйство России. Спецвыпуск. Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2003. С. 41–48.

Гареев А.М. Оптимизация водоохранных мероприятий в бассейне реки (географо-экологический аспект). СПб.: Гидрометеиздат. 1995. 190 с.

Гареев А.М. Основы научных исследований. Уфа: РИЦ БашГУ. 2019. 78 с.

Гареев А.М. Особенности активизации развития эрозионных процессов в зависимости от увеличения максимального стока на водосборе в условиях деградации природных комплексов / Чистая вода России. Екатеринбург. Изд-во РосНИИВХ. 2005. С. 21–22.

Гареев А.М. Охрана вод суши. Уфа. РИЦ БашГУ, 2021. 336 с.

Гареев А.М. Реки, озёра и болотные комплексы Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2012. 248 с.

Гареев А.М., Мусин С.Н. Особенности трансформации склонового, речного стока и развития эрозионных процессов в зависимости от влияния пастбищной нагрузки на природные комплексы // Семнадцатое межвуз. координац. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Краснодар. 2002. С. 79–80.

Гареев А.М., Белан Л.Н., Горячев В.С., Фархутдинов А.М., Барышев В.И., Шевченко А.М., Островская Ю.В., Ахмедьянов Д.И. Основные характеристики трансформации гидролого-экологических условий в малых реках в зоне влияния объектов горнодобывающей отрасли (на примере рек Карагайлы и Худолаз в бассейне реки Урал) // Вест. АН Республики Башкортостан. 2021. Том 39, № 2 (102). С. 49–57. DOI: 10.24412/1728-5283-2021-2-49-57

Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. М.: Сов. наука, 1953. 654 с.

Дьяченко И.П. Рыбы и рыбные ресурсы Башкортостана. Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. 152 с.

Дьяченко И.П., Биккинин Р.Ф. Рыбы Башкирии // Экология водоемов Башкирии. Уфа: Гилем, 1998. С. 94–135.

Захаров В.Ю. Состояние ихтиофауны в водоемах Удмуртии как отражение антропогенного пресса // Экологические проблемы Предуралья: стратегия изучения и пути решения. Мат-лы науч.-практич. конф. Ижевск, 1994. С. 135–137.

Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Сов. наука. 1951. 620 с.

Зуев И.В. Гольяны рода *Phoxinus* (сем. *Cyprinidae*) бассейнов рек Енисея и Пясины. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Томск. 2007. 22 с.

Каплин В.Г. Биоиндикация состояния экосистем. Самара: СГСХА, 2001. 144 с.

Котегов Б.Г. Видовой состав ихтиофауны и антропогенные сукцессии ихтиоценозов малых рек Удмуртии // Современные аспекты экологии и экологического образования. Мат-лы Всеросс. науч. конф. Казань: Казан. гос. ун-т, 2005. С. 240–241.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1974. 60 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. В.Н. Митропольского, Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1978. 240 с.

Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1974. 367 с.

Олексив И.Т. Показатели качества природных вод с экологических позиций. Львов: Свит. 1992. 232 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1 / Под ред. С.Я. Цалолихина. СПб: Наука. 1994. 395 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2 / Под ред. С.Я. Цалолихина. СПб: Наука. 1995. 628 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3 / Под ред. С.Я. Цалолихина. СПб: Наука. 1997. 440 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5 / Под ред. С.Я. Цалолихина. СПб: Наука. 2001. 836 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4 / Под ред. С.Я. Цалолихина. СПб: Наука. 2004. 987 с.

Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства *Chironominae* (Diptera, *Chironomidae*) фауны СССР. Л.: Наука, 1983. 296 с.

Соколов Л.И. Антропогенные изменения ихтиофауны рек Центральной России // Соросовский образовательный журнал. 2001. Том 7. № 1. С. 19–25.

Шевченко А.М. Современные тенденции изменения состава ихтиофауны верховьев бассейна реки Урал // Мат-лы по флоре и фауне Республики Башкортостан: научный журнал. Вып. XXI. Уфа: РИЦ БашГУ. 2018. С. 119–129.

Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. Archiv für Hydrobiologie – Beiheft: Ergebnisse der Limnologie 7. Stuttgart, 1973. 218 p.

#### ОБ АВТОРЕ

Гареев Ауфар Миннигазимович — доктор геогр. наук, профессор, зав. Лабораторией водохозяйственных исследований и геоэкологии Уфимского университета науки и технологий (УУНИТ), Отличник водного хозяйства РФ. [aufar.gareev@mail.ru](mailto:aufar.gareev@mail.ru)

## HYDROLOGICAL-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SMALL RIVERS OF THE URAL RIVER BASIN (WITHIN RUSSIA)

A.M. Gareev

*Ufa State University of Science and Technology, Russia*

**Abstract. Relevance.** The transboundary basin of the Ural River has been experiencing a rather tense water and ecological situation for the last decades. The existing contradictions in understanding of the ongoing hydrological and ecological changes in the Ural River itself, as well as its numerous tributaries, necessitate a comprehensive study of the influencing natural and anthropogenic factors, identification of their significance on an interstate scale and application of the obtained materials in the system of management of water use and water protection measures in the river basin as a whole. Proceeding from the above, the article presents the results of the study of small rivers of the Ural River basin within the Russian Federation, characterised by the peculiarities of changes in river flow and environmental conditions in them depending on the influence of a combination of natural and anthropogenic factors. Published and stock sources, as well as materials obtained as a result of numerous scientific researches and investigations in the river basin under the scientific supervision of the author were used as initial information. As a result of the study, the peculiarities of the impact of human economic activity on small rivers and natural complexes of their catchments have been revealed. The characteristics of spatial and temporal variability of influencing factors on the change of slope and river flow are revealed, the features of influence of anthropogenic factors on water quality in water bodies and ecological conditions in them are studied, proposals on ecological rehabilitation, conservation and restoration of small rivers - tributaries of different orders of the transboundary Ural River are substantiated.

**Key words:** small river, basin, economic activity, surveys, degradation, influencing factors, ecological conditions, Ural River basin

## REFERENCES

- Bakanov A.I. Use of zoobenthos for monitoring of freshwater reservoirs // *Inland Waters Biology*. 2000. № 1. P. 68–82.
- Baklanov M.A. Fauna and features of fishes of small rivers of urbanised territories of the Kama region. Autoref. Dissertation of Candidate of Biological Sciences. Perm. 2002. 18 p.
- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. Biodiversity of algae-indicators of the environment. Tel-Aviv, 2006. 500 p.
- Bioindication of ecological state of plain rivers / edited by O.V. Bukharin and G.S. Rosenberg. Moscow: Nauka, 2007. 403 p.
- Gareev A.M. Methodical issues of spatial and temporal analysis of accelerated erosion development // Fourteenth Plenary Interuniversity Coordination Council on the problems of erosion, channel and estuarine processes. Ufa: BashSU Publishing House. 1999. P. 14–17.
- Gareev A.M. Methodical instructions on optimisation of allocation of capital investments for water protection measures on the catchment area of the river basin. Ufa. RIO Bashk. un-ta, 1991. 19 p.
- Gareev A.M. Some characteristics of slope and river runoff changes under conditions of degradation of natural complexes on the catchment // *Water economy of Russia. Special issue*. Ekaterinburg: Izd-vo RosNIIVH, 2003. P. 41–48.
- Gareev A.M. Optimisation of water protection measures in the river basin (geographical and ecological aspect). SPb.: Gidrometeoizdat. 1995. 190 p.
- Gareev A.M. Fundamentals of Scientific Research. Ufa: RIC BashGU. 2019. 78 p.
- Gareev A.M. Features of activation of erosion processes development depending on the increase of the maximum runoff at the catchment in the conditions of natural complexes degradation / *Clean Water of Russia*. Ekaterinburg. Izd-vo RosNIIVH. 2005. P. 21–22.
- Gareev A.M. Protection of water of the land. Ufa. RIC BashGU, 2021. 336 p.
- Gareev A.M. Rivers, lakes and swamp complexes of the Republic of Bashkortostan. Ufa: Gilem, 2012. 248 p.
- Gareev A.M., Musin S.N. Features of transformation of slope, river flow and development of erosion processes depending on the influence of pasture load on natural complexes // Seventeenth Interuniversity Coordination Council on the problem of erosion, channel and estuarine processes. Krasnodar. 2002. P. 79–80.
- Gareev A.M., Belan L.N., Goryachev V.S., Farhutdinov A.M., Baryshev V.I., Shevchenko A.M., Ostrovskaya Y.V., Akhmedyanov D.I. Main characteristics of transformation of hydrological-ecological conditions in small rivers in the zone of influence of mining objects (on the example of the rivers Karagaily and Khudolaz in the basin of the Ural River) // *Vest. Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2021. Vol. 39, No. 2 (102). P. 49–57.  
DOI: 10.24412/1728-5283-2021-2-49-57
- Gollerbach M.M., Kosinskaya E.K., Polyansky V.I. Definitel of freshwater algae of the USSR. Vyp. 2. Blue-green algae. Moscow: Sov. nauka, 1953. 654 p.
- Dyachenko I.P. Fish and fish resources of Bashkortostan. Ufa: RIC BashGU, 2013. 152 p.
- Dyachenko I.P., Bikkinin R.F. Fish of Bashkiria // *Ecology of water bodies of Bashkiria*. Ufa: Gilem, 1998. P. 94–135.
- Zakharov V.Yu. State of ichthyofauna in Udmurtia water bodies as a reflection of anthropogenic pressure // *Ecological problems of the Urals: study strategy and ways of solution*. Proceedings of the scientific-practical conf. Izhevsk, 1994. P. 135–137.
- Zabelina M.M., Kiselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. Definitel of freshwater algae of the USSR. Vyp. 4. Diatom algae. Moscow: Sov. nauka. 1951. 620 p.
- Zuev I.V. Goljanets of the genus *Phoxinus* (family *Cyprinidae*) of the Yenisei and Pyasina river basins. Author's thesis. Candidate of Biological Sciences. Tomsk. 2007. 22 p.
- Kaplin V.G. Bioindication of the state of ecosystems. Samara: SGSKhA, 2001. 144 p.
- Kotegov B.G. Species composition of ichthyofauna and anthropogenic succession of ichthyocenoses of small rivers of Udmurtia // *Modern aspects of ecology and environmental education*. Proceedings of the All-Russian scientific conference Kazan: Kazan State Univ. 2005. P. 240–241.
- Makrushin A.V. Biological analysis of water quality. L.: ZIN AS SSR, 1974. 60 p.
- Methods of studying biogeocenoses of inland water bodies / ed. by V.N. Mitropolsky, F.D. Mordukhai-Boltovsky. Moscow: Nauka, 1978. 240 p.
- Nikolskiy G.V. Fish Ecology. Moscow: Higher School, 1974. 367 p.
- Oleksiv I.T. Quality indicators of natural waters from ecological positions. Lviv: Sweet. 1992. 232 p.
- Definitel of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories. T. 1 / ed. by S.Y. Tsalolikhin. SPb: Nauka. 1994. 395 p.
- Definitel of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. T. 2 / ed. by S.Y. Tsalolikhin. SPb: Nauka. 1995. 628 p.
- Definitel of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories. T. 3 / ed. by S.Y. Tsalolikhin. SPb: Nauka. 1997. 440 p.

Definitel of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories. T. 5 / ed. by S.Y. Tsalolikhin. SPb: Nauka. 2001. 836 p.

Definitel of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories. T. 4 / ed. by S.Y. Tsalolikhin. SPb: Nauka. 2004. 987 p.

Pankratova V.Ya. Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamily *Chironominae* (*Diptera*, *Chironomidae*) of the USSR fauna. L.: Nauka, 1983. 296 p.

Sokolov L.I. Anthropogenic changes in the ichthyofauna of the rivers of Central Russia // Soros Educational Journal. 2001. Vol. 7. No. 1. P. 19–25.

Shevchenko A.M. Modern trends in the composition of ichthyofauna of the upper reaches of the Ural River basin // Matls on the flora and fauna of the Republic of

Bashkortostan: scientific journal. Issue XXI. Ufa: RIC BashGU. 2018. P. 119–129.

Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. Archiv für Hydrobiologie - Beiheft: Ergebnisse der Limnologie 7. Stuttgart, 1973. 218 p.

#### ABOUT THE AUTHOR

Gareev Auzar Minnigazimovich — Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of Laboratory of Water Management Research and Geoecology of the Ufa University of Science and Technology (Lunit), an excellent water management specialist of the Russian Federation.