

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА р. УРАЛ И МЕРЫ ПО ЕГО УЛУЧШЕНИЮ

© 2024 г. Г. С. Ермакова^{a, b, *}, И. Ю. Милютина^{a, b}, А. А. Строков^{a, b},
Г. Ш. Турсунова^{a, b}, И. В. Землянов^{a, b}

^aГосударственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова, Росгидромет, Москва, 119034 Россия

^bИнститут водных проблем РАН, Москва, 119333 Россия

*e-mail: ermakova_gs@mail.ru

Поступила в редакцию 15.02.2024 г.

После доработки 14.03.2024 г.

Принята к публикации 14.03.2024 г.

Представлены результаты комплексной оценки экологического состояния водных объектов российской части бассейна р. Урал. Оценка проведена с использованием данных многолетнего государственного мониторинга качества вод, статистических данных, данных дистанционного зондирования, результатов специализированных научных исследований, а также материалов собственных полевых обследований водных объектов и водосборов и лабораторного анализа проб воды. На основе собранной базы материалов дана характеристика актуального экологического состояния водных объектов и пространственной неравномерности хозяйственного освоения территории водосбора. С учетом всех имеющихся материалов составлен каталог водных объектов, ранжированный по уровню нагрузки на водные объекты. Для водных объектов, испытывающих наибольшую нагрузку и характеризующихся значимыми нарушениями качества вод, предложен комплекс мер, направленных на улучшение их экологического состояния. Меры предложены на основе анализа российского и зарубежного опыта водоохранных мероприятий, в том числе с использованием технологий природоприближенного восстановления водных объектов. Предложения носят комплексный характер и опираются на бассейновый подход.

Ключевые слова: река Урал, качество вод, уровень загрязненности, экологическое состояние, антропогенная нагрузка, мероприятия для водных объектов.

DOI: 10.31857/S0321059624050074 **EDN:** VXQUNE

ВВЕДЕНИЕ

Бассейн р. Урал относится к регионам со значительным уровнем развития производственной и сельскохозяйственной деятельности. В пределах территории бассейна выделяются зоны с повышенной антропогенной нагрузкой, что сказывается на качестве вод и экологическом состоянии водных объектов, находящихся в зоне влияния хозяйственных объектов.

Проведено комплексное исследование экологического состояния водных объектов российской части бассейна р. Урал, выявлены водные объекты, находящиеся в зоне риска вследствие активного развития антропогенной деятельности на их водосборах. На рис. 1 представлена общая схема работы, реализованная в рамках проведенного исследования.

В ходе работ проанализирована пространственная неоднородность хозяйственного освоения водосбора, на основе анализа гидрохимических данных дана характеристика актуального экологического состояния водных объектов. Одновременный анализ и факторов, приводящих к загрязнению водных объектов, и непосредственно гидрохимических показателей, свидетельствующих о негативном влиянии антропогенной деятельности на качество вод, позволяет составить наиболее полное представление об экологической ситуации в бассейне.

В результате обобщения собранных материалов был составлен перечень водных объектов, которые в силу воздействия ряда антропогенных факторов характеризуются значимым ухудшением экологического состояния. Водные объекты ранжированы и распределены по четырем категориям в зависимости от уровня нагрузки. При определении



Рис. 1. Схема исследования.

уровня нагрузки учитывалась интенсивность хозяйственной деятельности на водосборе, наличие косвенных и прямых факторов антропогенной нагрузки, а также оценки качества вод по единичным и комплексным абиотическим показателям, которые характеризуют степень неблагополучия экологического состояния водного объекта.

Водные объекты и их участки, испытывающие наибольшую антропогенную нагрузку и характеризующиеся наиболее значимыми нарушениями качества вод, отнесены к категории приоритетных, для них предложен набор мер, направленных на комплексное улучшение экологического состояния.

При выполнении работы проводилось совмещение камеральных, полевых и лабораторных методов исследования. Предварительный перечень участков составлен на камеральном этапе в результате анализа и обобщения материалов по теме исследования. На последующем этапе работы собранный архив информации дополнен результатами полевых обследований водных объектов и водосборов и лабораторных анализов проб вод на гидрохимические показатели.

При формулировании комплекса водоохранных мер авторы опирались на опыт многолетних

исследований в этой области, были обобщены различные подходы, применяемые для улучшения экологического состояния водных объектов в отечественной и зарубежной практике.

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ВОДОСБОРА

Для оценки интенсивности хозяйственной деятельности и анализа неравномерности распределения антропогенной нагрузки собран архив материалов по хозяйственному освоению водосбора р. Урал. В работе использованы статистические данные по социально-экономическим показателям, данные государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых, государственного реестра объектов размещения отходов, перечня объектов накопленного экологического вреда, документы территориального планирования, открытые базы геоданных, данные дистанционного зондирования, данные официальной статистики по водоотведению, научные обобщения и публикации по теме. Собранный архив информации дополнен результатами полевых обследований.

Анализ неравномерности пространственного распределения факторов антропогенной нагрузки проведен в разрезе 50 частных водосборов. Среди основных антропогенных факторов,

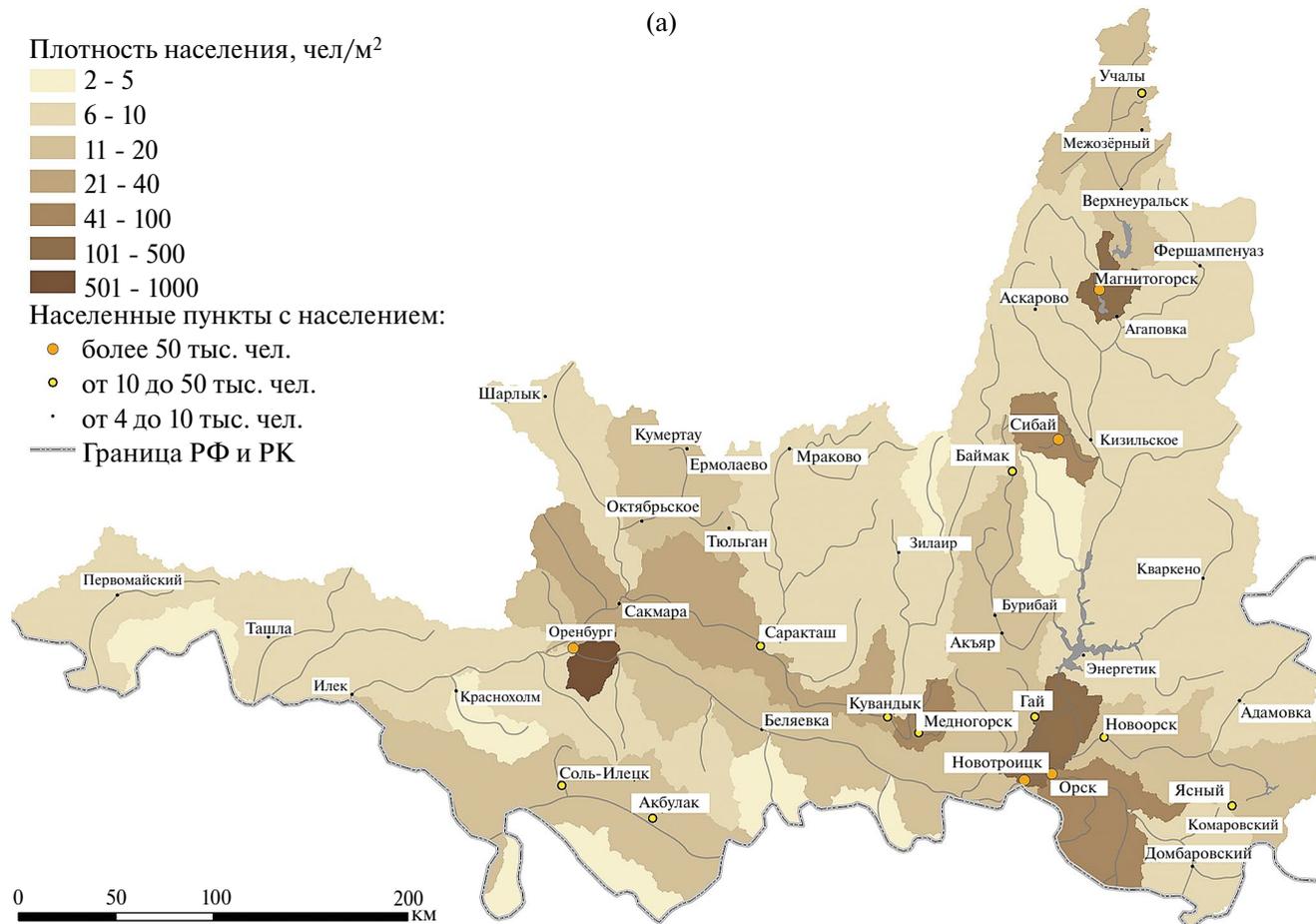


Рис. 2. Распределение селитебной (а), производственной (б), транспортной (в) и сельскохозяйственной (г) нагрузки по 50 частным водосборам в российской части бассейна р. Урал.

формирующих нагрузку на водные объекты, можно выделить селитебную нагрузку (рис. 2а), развитие промышленного комплекса (рис. 2б) и транспортной инфраструктуры (рис. 2в), сельскохозяйственное освоение территории водосбора (рис. 2г), наличие объектов накопленного экологического вреда и объектов размещения отходов (рис. 2б).

Главные антропогенные факторы загрязнения водных объектов в бассейне р. Урал — производственный и селитебный. К территориям с наибольшей антропогенной нагрузкой относятся участки водосбора, в пределах которых расположены города с численностью населения более 20 тыс. человек, совмещенные с крупными промышленными, преимущественно добывающими и горно-обогатительными, центрами: Оренбург, Магнитогорск, Орск, Новотроицк,

Гай, Медногорск, Сибай, Баймак, Учалы в РФ и Актобе и Хромтау в Республике Казахстан (РК). Помимо максимальной селитебной и производственной нагрузки для этих участков характерны также наличие крупных транспортных узлов и наибольшая концентрация объектов, входящих в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО). Соответственно, к водным объектам, расположенным в зоне наибольшего антропогенного воздействия, относятся реки Блява, Таналык, Худолаз, Орь, Илек, Сухая Губерля, Елшанка, Колпачка, а также Магнитогорское водохранилище и р. Урал в районе городов Орска, Новотроицка и Оренбурга.

Меньшая антропогенная нагрузка характерна для территорий с месторождениями полиметаллических руд (бассейны рек Губерли, Камсак, Кумак, Джусы, Урляды, Узельги), угольных (бассейн

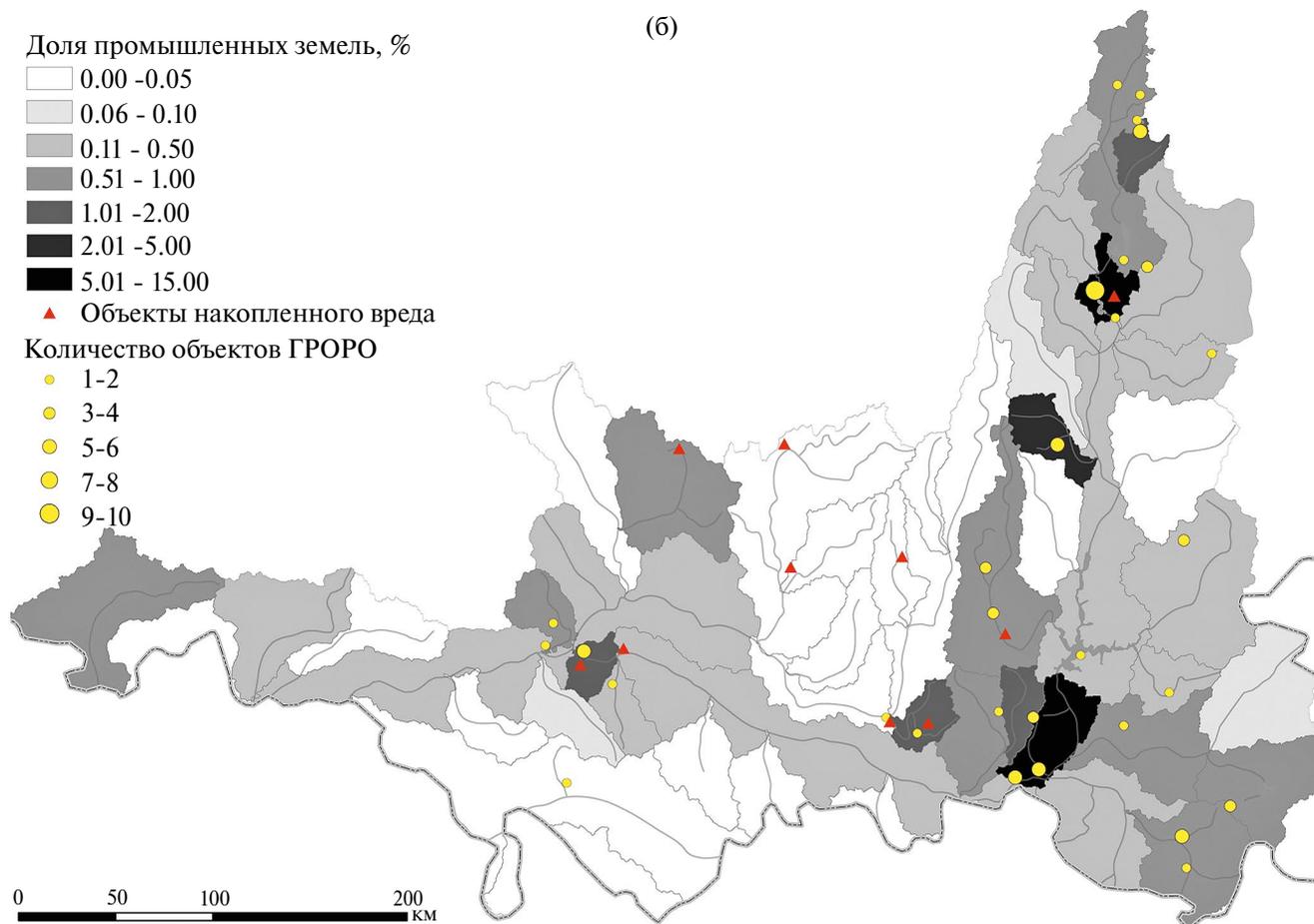


Рис. 2. Продолжение.

р. Большой Юшатырь) и нефтегазовых (бассейн р. Чаган) месторождений и территорий, характеризующихся высокой степенью сельскохозяйственного освоения (бассейны рек Киндели, Иртек, Салмыш, Каргалки, низовья р. Сакмары).

Прямая нагрузка на водные объекты оценена в объемах сброса сточных вод, относящихся к категории загрязненных. Анализ данных о водоотведении по отдельным водным объектам [1] показал, что по абсолютным величинам наибольшие объемы загрязненных сточных вод сбрасываются в р. Урал и ее притоки с очистных сооружений городов Оренбурга, Магнитогорска, Орска, Новотроицка, Гай, п. Межозёрного, которые суммарно сбрасывают 92% загрязненных сточных вод на водосборе. Что касается относительных величин, сравнение объемов сброса загрязненных сточных вод с объемом стока реки, в которую производится сброс, показало, что наихудшее соотношение этих величин харак-

терно для небольших рек: Сухой Речки (г. Магнитогорск), Узельги (п. Межозерный), Елшанки (приток р. Илек, г. Соль-Илецк), Карагайлы (приток р. Худолаз, г. Сибай), Дунайки (приток р. Сухая Губерля, г. Гай), Шандаши (г. Ясный), Блявы (г. Медногорск).

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОД

На основе анализа гидрохимических данных дана характеристика загрязненности и качества воды водных объектов в бассейне р. Урал. В целях получения комплексного представления о качестве вод собран, проанализирован и обобщен архив материалов многолетних режимных наблюдений на пунктах сети Росгидромета и Казгидромета и научных публикаций по теме исследования.

За основу анализа взяты результаты многолетнего государственного гидрохимического мониторинга водных объектов. В российской части

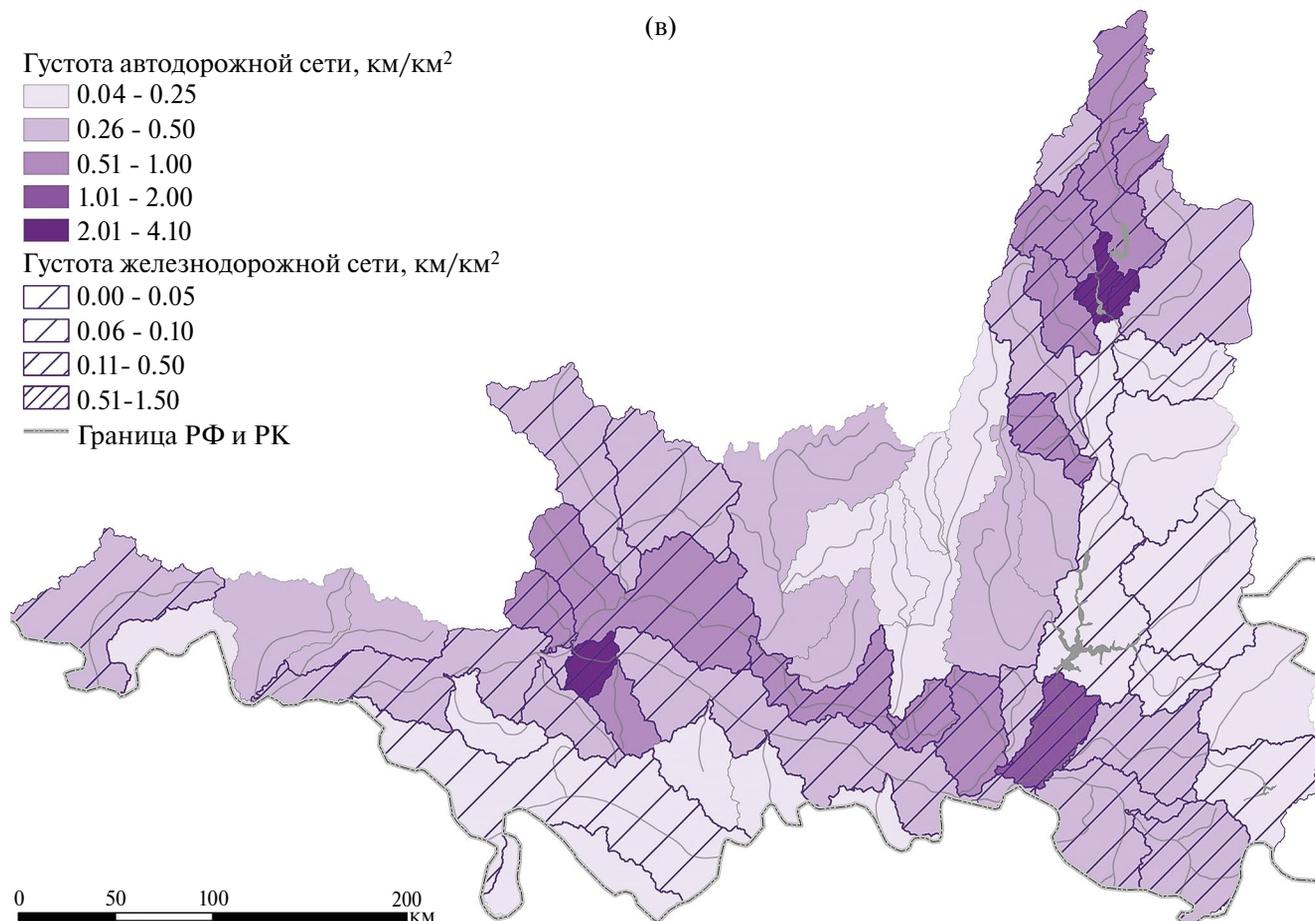


Рис. 2. Продолжение.

бассейна мониторинг ведется силами Оренбургского и Челябинского ЦГМС и Башкирского УГМС на 36 створах, на территории РК – на 37 створах Казгидромета.

Из ежегодников качества поверхностных вод РФ [21] и региональных докладов о состоянии окружающей среды по отдельным субъектам РФ [16, 17, 19] собраны сведения о результатах гидрохимического мониторинга за 2011–2021 гг. По створам мониторинга определены средние классы качества вод по удельному комбинаторному индексу загрязненности вод (УКИЗВ) за период 2015–2021 гг. (рис. 3) и наиболее типичные загрязняющие вещества (ЗВ) (рис. 4), составлен каталог случаев высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ).

Наибольшая загрязненность вод в российской части бассейна характерна для Магнитогорского водохранилища и р. Урал ниже г. Магнитогорска (в среднем за 2015–2021 гг. класс 4 “а” – вода

грязная), р. Блявы (класс 4 “г” – очень грязная) и р. Илек (класс 4 “а” – грязная) (рис. 3).

Отмечено стабильное и практически повсеместное превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по меди – повторяемость превышения 91–100% в разные годы, очень частое превышение по ХПК (83–97%) и марганцу (76–98%), частое превышение по цинку (36–73%), БПК₅ (56–70%) и сульфатам (34–57%) (рис. 4) [21]. Регулярные нарушения (в среднем от 18 до 35%) отмечаются по содержанию нитритного и аммонийного азота, железа, нефтепродуктов [21].

По перечисленным выше наиболее загрязненным водным объектам регулярно фиксируются случаи ВЗ и ЭВЗ, чаще всего – по меди (до 800 ПДК), цинку (до 300 ПДК) и соединениям азота (до 200 ПДК). Отмечены также разовые случаи ВЗ и ЭВЗ воды по нефтепродуктам в р. Елшанке в г. Орске (125 ПДК), по мышьяку в р. Бляве

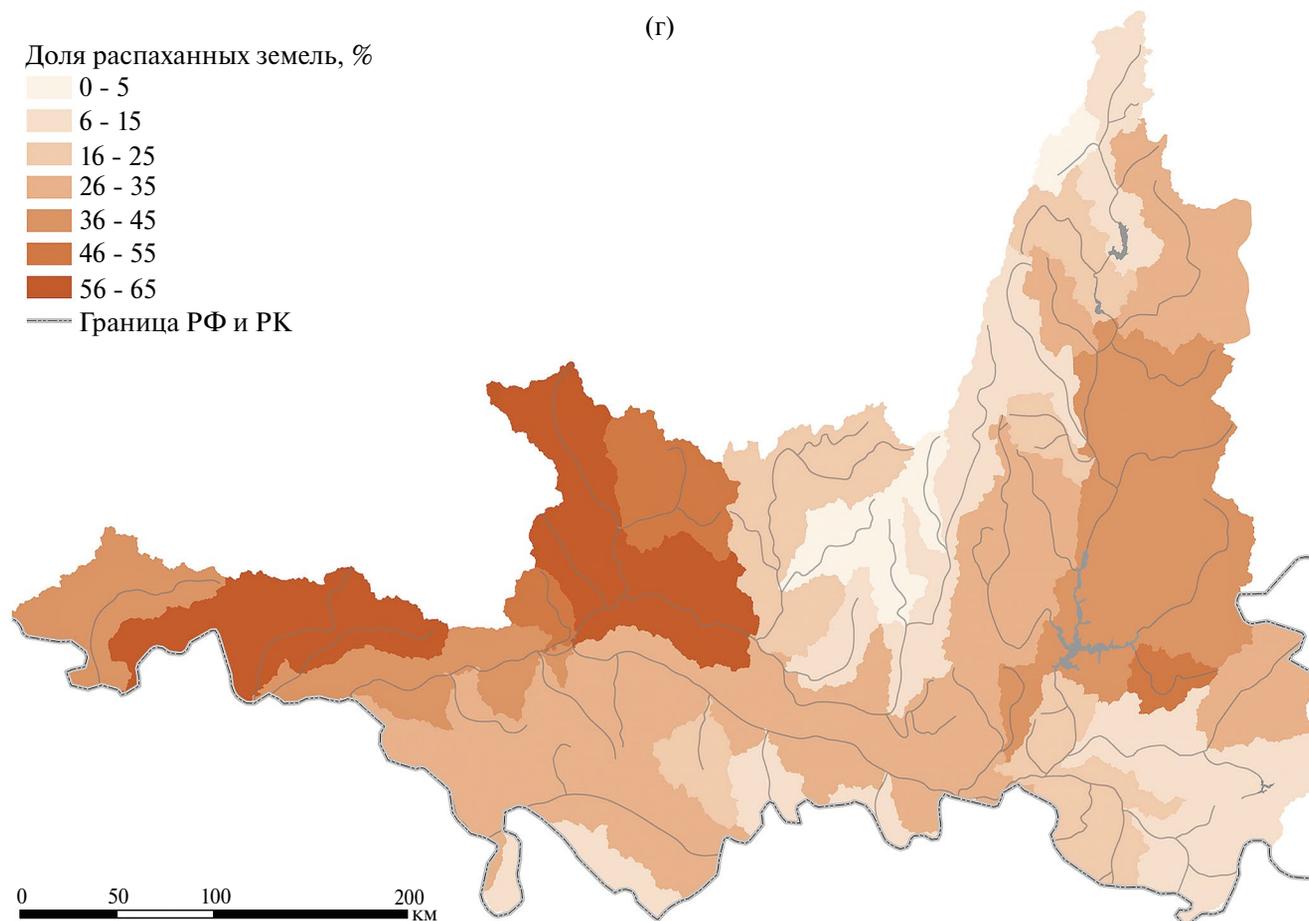


Рис. 2. Окончание.

(3 ПДК) и по марганцу (47 ПДК) в Магнитогорском водохранилище [16, 17, 19].

По данным Национальных докладов о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов РК [28] и информационных бюллетеней о состоянии окружающей среды по Западно-Казахстанской и Актюбинской областям получены характеристики качества вод для трансграничных водных объектов на территории РК за период 2011–2021 гг. Мониторинг качества вод трансграничных водных объектов в РК ведется на шести пунктах наблюдения на реках Урал, Илек, Ори, Хобде и Чаган. Наибольшей загрязненностью вод характеризуются реки Илек и Орь. Типичные ЗВ – медь, марганец, соединения азота, железо, цинк, нефтепродукты, фенолы, реже – хлориды, наблюдается регулярное снижение концентрации растворенного кислорода [28]. Для р. Илек особо выделяются шестивалентный хром и бор. В пределах РК в створах

наблюдений на р. Илек в воде практически ежегодно фиксируются случаи ВЗ и ЭВЗ по этим показателям [28].

Так как в бассейне р. Урал имеются участки, не покрытые сетью регулярных наблюдений за качеством вод, но при этом очевидно находящиеся в зоне значимого антропогенного воздействия, то для восполнения пробелов в данных мониторинга по этим объектам к анализу были также привлечены материалы научных исследований. При аналитическом обзоре результатов исследований прошлых лет собран архив, состоящий из более чем 200 публикаций, посвященных анализу экологического состояния водных объектов, загрязненности вод и донных отложений в бассейне р. Урал (наиболее значимые – [2, 4–9, 13, 14, 26, 27, 30, 35, 36, 41] и др.).

Обобщение материалов публикаций позволило расширить составленный по данным го-

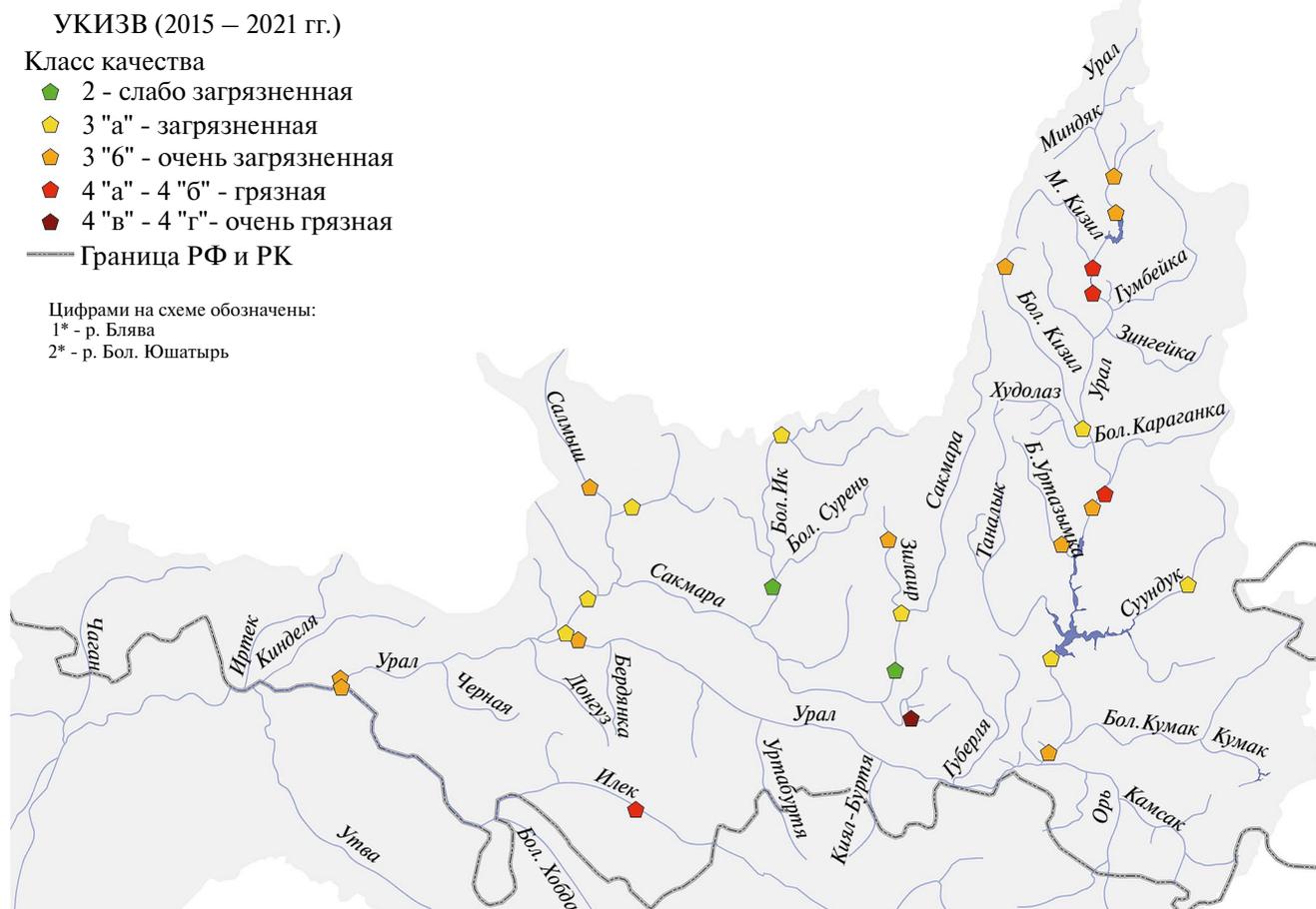


Рис. 3. Средний за 2015–2021 гг. УКИЗВ водных объектов бассейна р. Урал, по данным [16, 17, 19, 21].

сударственного мониторинга перечень водных объектов, характеризующихся неблагоприятным экологическим состоянием. Среди прочего в перечень водных объектов были включены реки

Худолаз, Таналык, Сухая Губерля, Чаган, Джуса и пр. Также данные публикаций позволили дополнить перечень характерных ЗВ по некоторым водным объектам, в частности – свинец, кадмий, кобальт, магний, фосфаты, фториды и пр.

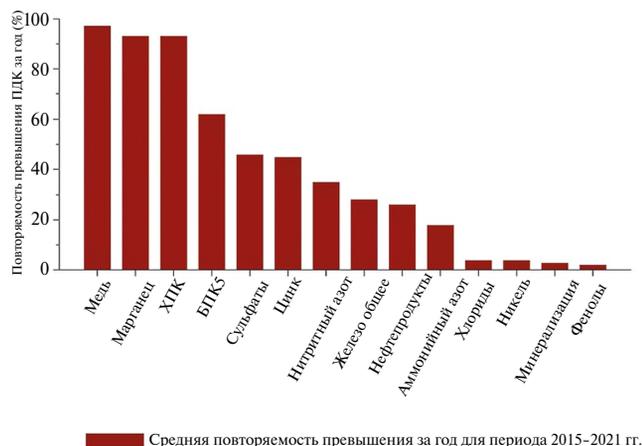


Рис. 4. Типичные загрязняющие вещества и показатели по бассейну р. Урал за 2015–2021 гг., по данным [21].

На основе собранного архива материалов были предварительно намечены водные объекты, предлагаемые к включению в перечень участков с неблагоприятным экологическим состоянием, определены характерные для них ЗВ. Эти материалы послужили основой для разработки программы экспедиционных работ и лабораторных исследований проб вод – назначения створов отбора проб воды, перечня определяемых гидрохимических показателей.

Экспедиционные работы выполнялись в бассейне р. Урал в период летней межени в июле 2022 г. В ходе них было проведено экспресс-обследование российской части бассейна р. Урал на

56 створах: 21 створ непосредственно на р. Урал и 35 – на его притоках. Обследование включало рекогносцировочное описание водных объектов и прибрежных территорий, полевую гидрохимию, отбор и консервацию проб воды, измерение расходов воды.

Исследование проб воды проведено по 30 показателям. Основной набор показателей, в который входят наиболее типичные для бассейна р. Урал ЗВ (14 шт.), определялся на всех 56 створах. Дополнительный набор показателей назначался индивидуально для каждого створа на основе собранных ранее материалов и с учетом специфики хозяйственной деятельности.

Непосредственно в поле определялись содержание растворенного кислорода, рН, общая минерализация, электропроводность, содержание взвешенных веществ и БПК₅. Остальные гидрохимические анализы выполнялись в аккредитованных лабораториях: химической лаборатории Ивановской научно-исследовательской станции и лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области.

Загрязненность водных объектов оценивалась по единичным и комплексным показателям по результатам проведенной гидрохимической съемки. В качестве единичных показателей вычислялись относительные концентрации ЗВ в долях ПДК, которые принимались согласно [29, 34]. Всего определено 1064 показателя.

Результаты исследования (рис. 5) показали, что превышение ПДК по меди наблюдалось на 100% створов, по марганцу и цинку – на 90–95%, по ХПК и сульфатам – на 50–60%. Нарушение нормативов качества по содержанию растворенного кислорода отмечено на 73% створов. Частые нарушения (20–45%) отмечены также по БПК₅, нитритному азоту, никелю, фосфатам, магнию и нефтепродуктам. Из веществ классов опасности 1 и 2 зафиксированы превышения ПДК по свинцу (25 случаев), кадмию (17) и мышьяку (3).

При проведении химических анализов фиксировались случаи ВЗ и ЭВЗ. Всего выявлено 19 случаев ВЗ на 11 водных объектах и 8 случаев ЭВЗ на 5 водных объектах (табл. 1). Наибольшее

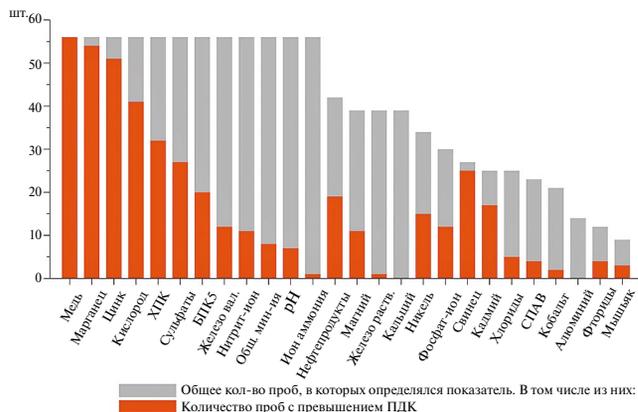


Рис. 5. Результаты гидрохимической съемки в бассейне р. Урал по единичным показателям по данным полевого обследования 2022 г.

количество случаев ВЗ и ЭВЗ зафиксировано по содержанию свинца (7 случаев), меди (5), кислорода (4) и кадмия (3 случая).

Для комплексной оценки загрязненности вод использованы подходы, изложенные в [33]. В частности, проведен расчет коэффициента комплексности загрязненности воды K , коэффициента комплексности высокого уровня загрязнения воды $K_{ВЗ}$, коэффициента комплексности экстремально высокого уровня загрязнения воды $K_{ЭВЗ}$ [33]. Значение коэффициента комплексности загрязненности воды K (рис. 6а) в 73% створов бассейна р. Урал составляет $>40\%$, что соответствует категории III загрязненности воды.

Также проведен расчет индекса загрязненности вод (ИЗВ) по [11] (рис. 6б). С учетом специфики бассейна для расчета ИЗВ выбран следующий набор показателей: растворенный кислород, БПК₅, сульфаты, медь, цинк, марганец. На 50% створов вода относится к категории умеренно-загрязненной и загрязненной, на 29% – грязной, 16% – очень грязной и 5% – чрезвычайно грязной.

В итоге по данным гидрохимического обследования 2022 г. составлен перечень створов, для которых зафиксировано наихудшее качество вод: Магнитогорское водохранилище в г. Магнитогорске, р. Таналык ниже с. Бурибай и р. Блява ниже г. Медногорска, а также р. Урал в районе г. Орен-

Таблица 1. Зафиксированные случаи высокого и экстремально высокого загрязнения вод в бассейне р. Урал по данным полевого обследования 2022 г.

Местоположение створа отбора пробы	Высокое загрязнение	Экстремально высокое загрязнение
Магнитогорское вдхр – г. Магнитогорск	–	52 ПДК – марганец
р. Урал – с. Нежинка	40 ПДК – медь	
р. Урал – г. Оренбург	32 ПДК – медь	
р. Худолаз – с. Калинино	32 ПДК – медь 3.3 ПДК – свинец	–
р. Джуса (Жуса) – п. Слюдяной	3.3 ПДК – кадмий 3.3 ПДК – свинец	–
р. Большая Уртазымка – с. Ургаза	18 ПДК – цинк	–
р. Таналык – г. Баймак	36 ПДК – нитрит–ион 25 ПДК – фосфат–ион 3.2 ПДК – свинец	–
р. Таналык – ниже устья р. Бузалвык	4.1 ПДК – кадмий 3.2 ПДК – свинец	–
р. Таналык – с. Бурибай	–	55 ПДК – медь
р. Орь – с. Истемис	–	1.60 мг/л – кислород 277 ПДК – медь 167 ПДК – марганец 15 ПДК – кадмий
р. Блява – устье	25 ПДК – цинк 3.5 ПДК – свинец	–
р. Салмыш – с. Новоархангельское	2.1 мг/л – кислород	–
р. Илек – пос. Илек	3.3 ПДК – свинец	–
р. Елшанка (приток р. Илек) – г. Соль–Илецк	48 ПДК – фосфат–ион	53 ПДК – нитрит–ион 1.65 мг/л – кислород
р. Чаган – с. Луч	2.6 мг/л – кислород 3 ПДК – свинец	–
Всего случаев	19	8
в том числе по веществам 1 и 2 класса опасности	9	1

бурга, р. Худолаз ниже г. Сибая, р. Большая Уртазымка в с. Ургаза, р. Таналык ниже г. Баймака, р. Джуса, р. Орь в с. Истемис, р. Сухая Губерля ниже г. Гай, р. Илек в пограничном створе и устье, р. Елшанка ниже г. Соль-Илецка, р. Чаган ниже п. Первомайского. Результаты полевых и лабораторных работ во многом подтверждают и дополняют перечень водных объектов, составленный на камеральном этапе.

РАНЖИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО УРОВНЮ НАГРУЗКИ

В результате совокупного анализа материалов камерального, полевого и лабораторного этапов работ составлен каталог водных объектов (или их участков) российской части бассейна р. Урал. Водные объекты ранжированы по уровню нагрузки, который косвенно отражает степень неблагоприятия их экологического состояния. Ранжирование проведено на основе экспертной

оценки с учетом всей собранной информации о загрязненности вод и хозяйственном освоении водосборов.

При ранжировании выделено 4 уровня нагрузки на водные объекты: экстремально высокий, высокий, средний и низкий. Для наиболее крупных рек бассейна (Урал, Сакмара, Таналык) ввиду неоднородности степени антропогенной нагрузки и загрязненности вод по длине реки ранжирование проведено не для всего водного объекта в целом, а для его участков. Всего в каталоге значится 83 участка на 73 водных объектах (55 рек, 4 водохранилища и 14 озер).

На рис. 7 представлено графическое отображение выделенных участков. Предложенное распределение водных объектов и их участков по четырем категориям позволяет сфокусировать внимание на наиболее острых проблемах водосбора, выявить первоочередные задачи по

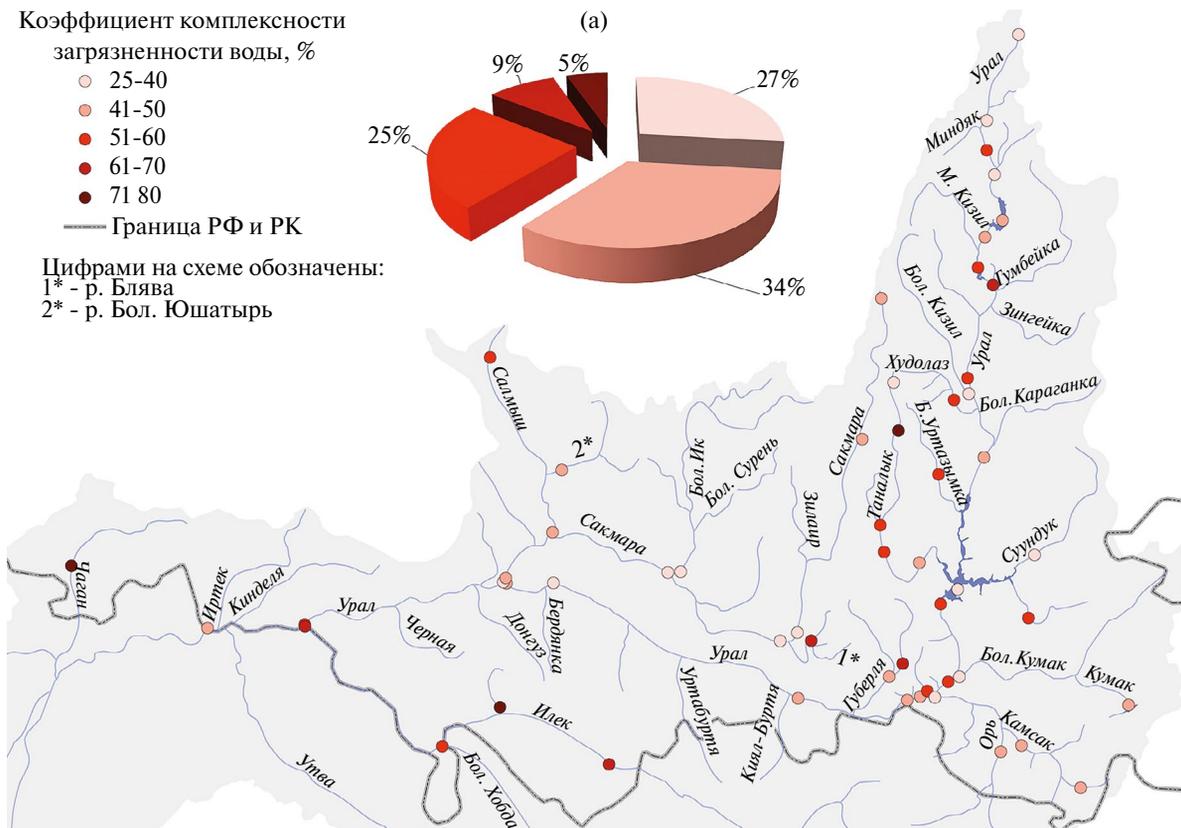
Коэффициент комплексности
загрязненности воды, %

- 25-40
- 41-50
- 51-60
- 61-70
- 71-80

— Граница РФ и РК

Цифрами на схеме обозначены:

- 1* - р. Блява
- 2* - р. Бол. Юшатырь



Индекс загрязненности вод

Класс качества

- III - умеренно загрязненная
- IV - загрязненная
- V - грязная
- VI - очень грязная
- VII - чрезвычайно грязная

— Граница РФ и РК

Цифрами на схеме обозначены:

- 1* - р. Блява
- 2* - р. Бол. Юшатырь

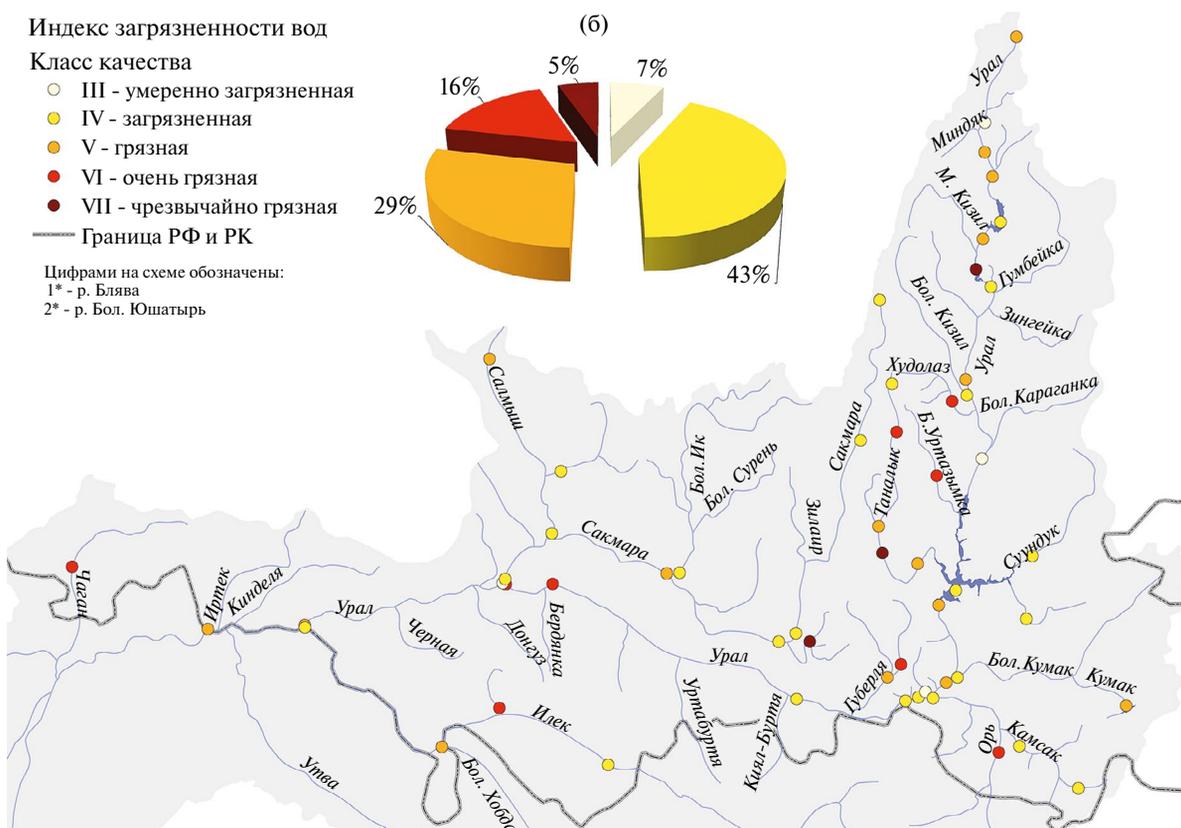


Рис. 6. Качество воды водных объектов бассейна р. Урал по комплексным показателям К (а) и ИЗВ (б), по данным полевого обследования 2022 г.

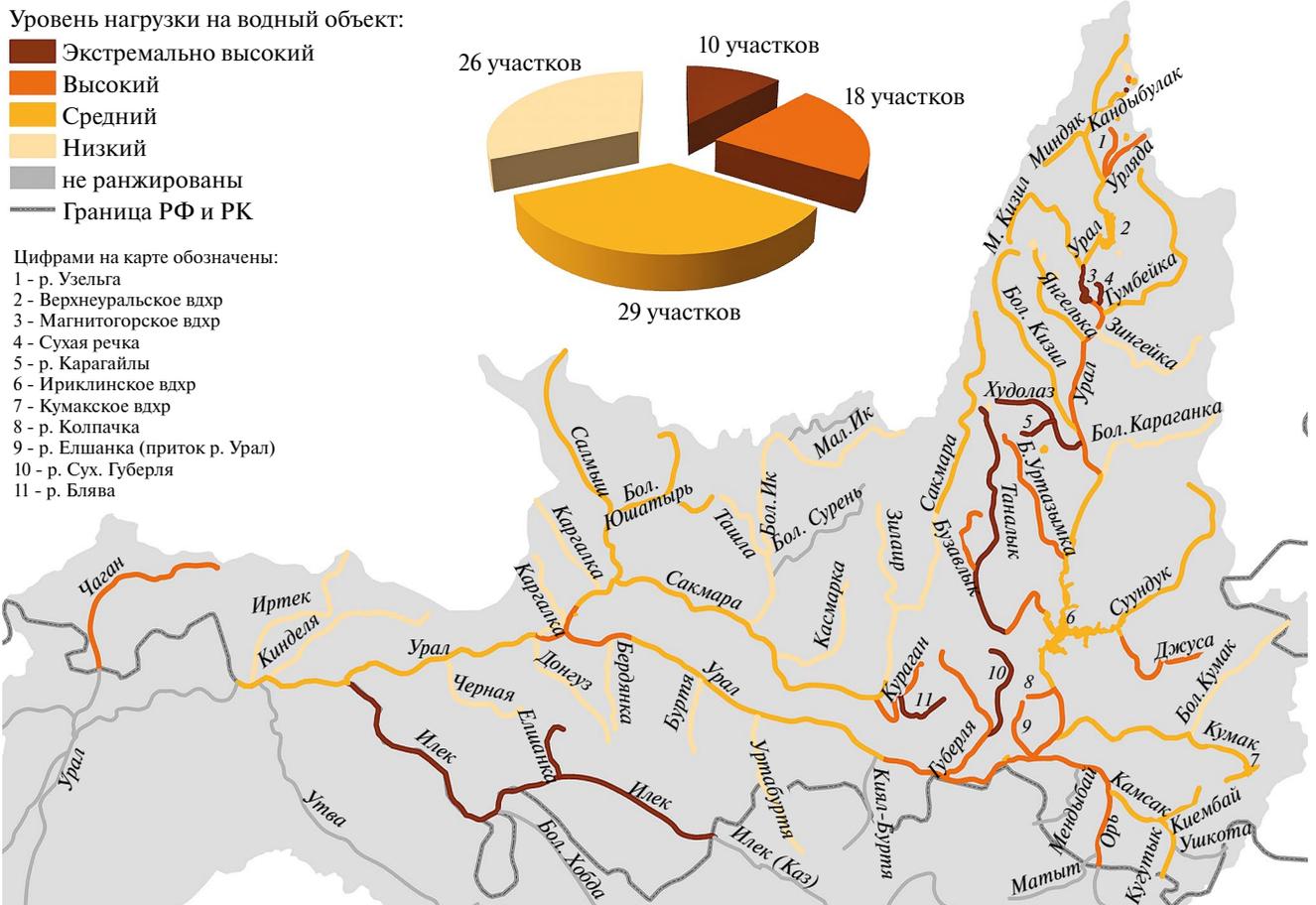


Рис. 7. Водные объекты российской части бассейна р. Урал, ранжированные по уровню нагрузки.

улучшению экологического состояния водных объектов, обозначить ключевые участки для реализации водоохраных мероприятий.

К водным объектам с экстремально высоким уровнем нагрузки отнесены реки Таналык, Худолаз с притоком Карагайлы, Сухая Губерля, Илек, Блява, Елшанка (приток р. Илек), Магнитогорское водохранилище и р. Сухая Речка (г. Магнитогорск), а также оз. Малое Учалы.

К водным объектам с высоким уровнем нагрузки отнесены реки Урляда, Узельга, Большая Уртазымка, Бузавлык, Джуса, Елшанка (приток р. Урал), Колпачка, Губерля, Ор, Чаган, Кураганка, участки р. Урал в пределах и ниже городов Магнитогорск, Орск, Новотроицк, Оренбурга, участок р. Сакмары в Оренбурге, а также оз. Большое Учалы.

Перечисленные участки водных объектов с высоким и экстремально высоким уровнем на-

грузки отнесены к приоритетным при разработке комплекса мер по снижению антропогенной нагрузки, экологической реабилитации и природоприближенному восстановлению водных объектов. Среди них выделены пилотные участки, на которых предлагается реализовывать конкретные меры в зависимости от вида нагрузки. Для остальных участков предложены общие направления действий по предотвращению ухудшения текущей ситуации.

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МЕРЫ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Разработка комплекса мер по улучшению экологического состояния водных объектов в бассейне р. Урал основана на обзоре отечественного и зарубежного опыта проведения водоохраных мероприятий и экологической реабилитации водных объектов, а также современных методов и технологий, применяемых при природоприбли-

женном восстановлении водных объектов [18, 32, 37, 42–45].

Концептуальная основа разработки реабилитационных мероприятий на водных объектах – экосистемный подход [31]. Устранение причин, вызывающих нарушение и деградацию экосистем, позволяет проводить работы по восстановлению водных экосистем с большей эффективностью. Первый шаг при реализации проектов по восстановлению водных объектов – решение проблемы, связанной с низким качеством вод, которое является основным ограничивающим фактором условий обитания гидробионтов [42].

При решении проблемы низкого качества вод необходим бассейновый подход, при котором нельзя рассматривать отдельные участки водных объектов в отрыве от остальной гидрографической сети и всего водосбора в целом, включая области формирования стока. Реабилитационные мероприятия, проводимые непосредственно на водных объектах, могут помочь избавиться от уже накопленного вреда, но не могут предотвратить дальнейшее загрязнение. Поэтому необходимы комплексные действия, которые предполагают не только устранение последствий загрязнений в акватории водных объектов, но и целенаправленные действия по сокращению поступления ЗВ от объектов антропогенной деятельности на водосборе.

Комплекс мероприятий по восстановлению водных объектов принято делить [37] на 3 группы по месту проведения мероприятий и работ: на водосборе, в акватории водного объекта, на пойменных и прибрежных территориях. Это позволяет учесть самые разнообразные факторы, влияющие на экологическое состояние реабилитируемого водного объекта.

Мероприятия на водосборах

Первоочередные мероприятия на водосборе должны быть направлены на снижение ущерба от основных источников диффузного и точечного загрязнения. Группа мероприятий, проводимых на водосборе, включает систему мер по обращению с отходами производства и потребления, по рекультивации объектов накоплен-

ного вреда, техногенно нарушенных земель и территорий, по организации сбора диффузного стока от различных источников хозяйственной деятельности, по очистке сточных вод. В рамках предложений по организации водоохраных мероприятий на водосборе р. Урал рассмотрены следующие источники загрязнения, характерные для этой территории: объекты горнорудной промышленности, объекты добычи и переработки общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ), объекты нефтегазовой отрасли, коммунальная сфера.

Основные и специфичные источники загрязнения для бассейна р. Урал – **объекты и предприятия горнорудной промышленности**. Негативное влияние отмечается как от действующих объектов добычи и переработки, так и от уже отработанных и заброшенных месторождений. Отвалы отработанных горных пород, затопленные карьеры, шламо- и хвостохранилища создают угрозу экологическому состоянию р. Урал и ее притоков. Необходимы мероприятия по защите окружающей среды от негативного влияния действующих промышленных разработок, ликвидация накопленного вреда и рекультивация территорий уже отработанных месторождений. К основным рекомендуемым мерам в отношении объектов горнорудной промышленности относятся следующие: инженерные методы изоляции отвалов горных пород, шламо- и хвостохранилищ от поверхностного и подземного стока; создание противодиффузионных экранов из различных защитных материалов; создание искусственных геохимических барьерных зон; нейтрализация отвалов минерализованных пород, затопленных карьеров и хвостохранилищ с использованием комплекса гидрометаллургических, химических, физических и биологических методов; меры по организации, сбору и очистке ливневого стока с территорий горного отвода и промплощадок, по обустройству территории промплощадок, включая обваловку и использование сорбента; модернизация очистных сооружений (ОС); внедрение более глубоких и современных методов очистки промышленных сточных вод от характерных ЗВ с использованием различных реагентов; применение эффективных технологий раздельной очистки шахтных, рудничных и подотвальных вод; внедрение дополнительных модулей очист-

ки; применение локальных биоинженерных сооружений; создание биоплато и биологических очистных прудов на основе высших водных растений [2, 6–10, 15, 18, 23, 25, 26]. При открытии и начале разработки новых месторождений необходимо более грамотное планирование инфраструктуры месторождений и промплощадок, проектирование защитных сооружений для исключения или минимизации диффузного загрязнения от объектов добычи.

Для снижения поступления ЗВ от объектов добычи и переработки ОПИ необходимы модернизация способов очистки сточных и фильтрационных вод карьеров, отвалов грунтов, отстойников, шламохранилищ, обваловка территорий, на которых ведется добыча, изоляция отвалов размываемых грунтов, создание систем дренажа и ливневой канализации.

В целях снижения загрязнения от объектов нефтегазовой промышленности рекомендуется изоляция шламохранилищ от речной и овражно-балочной сети; меры по перехвату, отводу и очистке поверхностного стока с загрязненных территорий, обустройство поглотителей поверхностных вод с засыпкой сорбента, рекультивация прилегающих нарушенных территорий; организация системы дренажа и ливневой канализации на территории промплощадок, применение специальных покрытий в местах возможного загрязнения почв и территории, обваловка территории промзон; модернизация ОС с применением локальных биоинженерных сооружений. В первую очередь требуются защитные меры на объектах добычи и переработки нефтегазового сырья в районе городов Орска и Оренбурга, а также на объектах переработки нефти и газа в бассейне р. Чаган. Рекомендуется создание биоплато как элемента ОС на нефтегазовых перерабатывающих предприятиях для доочистки сточных вод.

Модернизация систем очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод в первую очередь требуется на канализационных очистных сооружениях (КОС) городов Оренбурга [20, 24], Магнитогорска, Сибая, Гая, Орска, Новотроицка, Медногорска и с. Акъяр. Рекомендуется применение современных методов

очистки сточных вод: комбинированные методы физико-химической очистки, методы обратного осмоса, ионно-обменные, адсорбционные методы, реагентная очистка сточных вод совместно с биологическими методами [24]. Необходима реконструкция не справляющихся с очисткой сточных вод КОС г. Баймака и защита р. Елшанки при реконструкции КОС г. Соль-Илецка. Для снижения нагрузки на городские очистные сооружения стоит рассмотреть возможности применения локальных очистных установок на территориях городских производственных предприятий. Кроме того, необходима модернизация системы сбора и очистки ливневых вод в городах Оренбурге, Медногорске, Магнитогорске [3], Орске, Новотроицке, в том числе с применением биоплато и фитофильтров [46].

Приоритетные объекты негативного антропогенного воздействия, расположенные на водосборе, мероприятия на которых должны быть проведены в первую очередь, представлены на рис. 8.

Мероприятия в акваториях

В рамках блока мероприятий, проводимых непосредственно в акватории водных объектов, предложена реализация методов экологической реабилитации, направленных на устранение деградировавших элементов водной экосистемы, замещение утраченных или поврежденных элементов экосистемы, формирование условий, необходимых для интенсификации процессов самоочищения [37, 40]. Эта группа методов оказывает воздействие непосредственно на выбранный участок водного объекта и особенно актуальна для водных объектов, испытывающих постоянную, интенсивную и продолжительную антропогенную нагрузку, превышающую способность к самоочищению, что приводит к формированию накопленного ущерба и деградации экосистем.

Работы, выполняемые в акватории водного объекта, включают меры по активизации процессов самоочищения, а также мелиорацию загрязненных и загрязненных водных объектов по двум направлениям: очистка вод от химических и биологических загрязнений и очистка донных

Объекты негативного антропогенного воздействия на водосборе, предлагаемые для осуществления первоочередных мер

- Объекты металлургической промышленности
- Объекты металлургической промышленности РК
- ▲ Объекты нефтегазовой промышленности
- ▨ Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение
- ▲ Объекты нефтегазовой промышленности РК
- Объекты добычи и переработки ОПИ
- ✳ Реконструкция и модернизация КОС и ливневой канализации
- Участки с высоким уровнем нагрузки
- Участки с экстремально высоким уровнем нагрузки
- Граница РФ и РК

Цифрами на карте обозначены:

- 1 - Урляда и Узельга; 2 - Магнитогорское вдхр; 3 - Бузавлык
- 4 - Колпачка; 5 - Елшанка; 6 - Сух. Губерля; 7 - Блява
- 8 - Кураганка; 9 - Елшанка

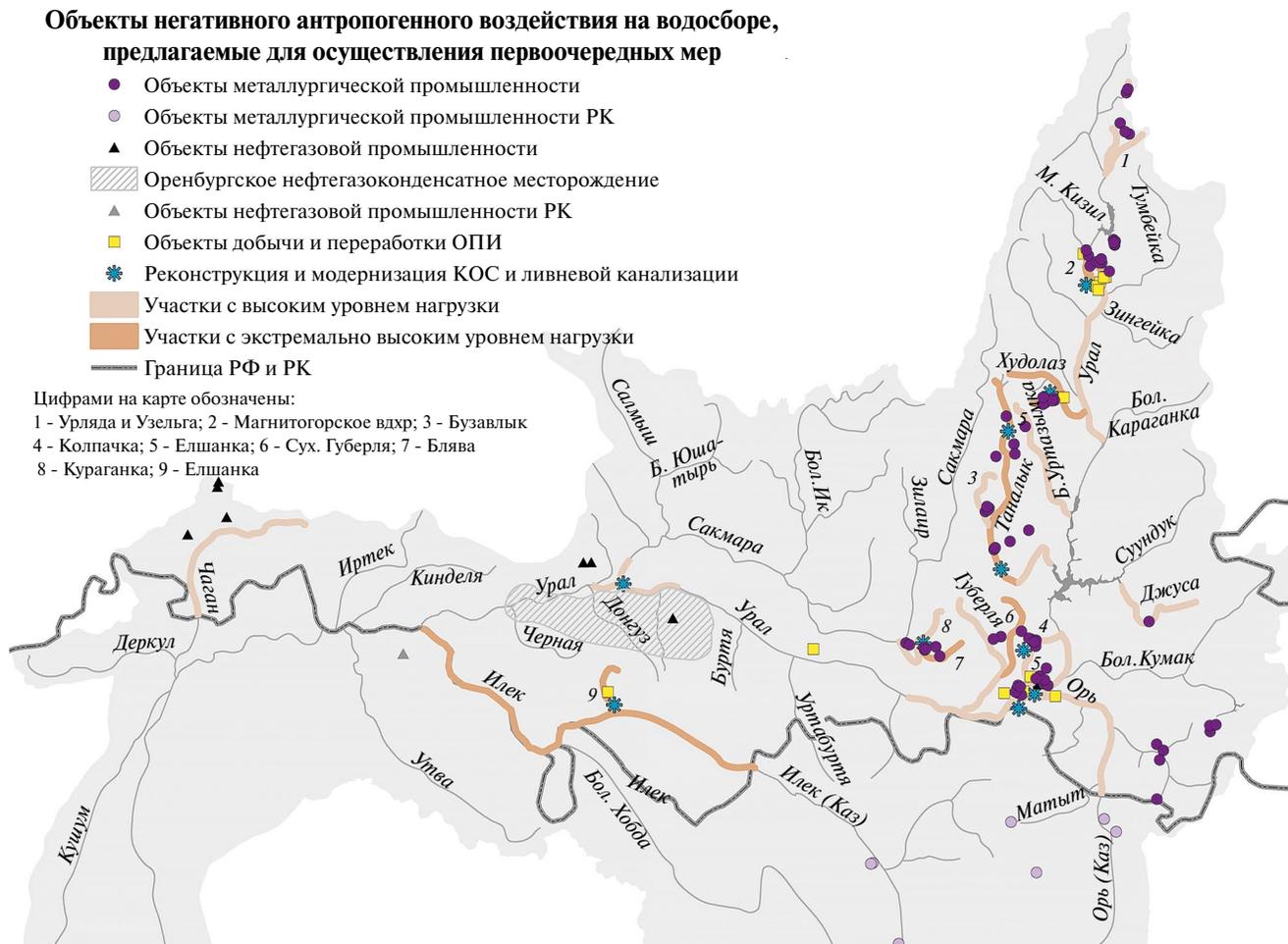


Рис. 8. Объекты антропогенного воздействия на водосборе, на которых должны быть осуществлены первоочередные мероприятия по защите и охране водных объектов.

отложений (илов) как источника вторичного загрязнения вод. На рис. 9 представлены пилотные участки водных объектов бассейна р. Урал, предлагаемые для обустройства искусственных аэраторов-перепадов в русле, для проведения работ по изъятию донных отложений, для обустройства русловых и пойменных биоплато.

Работы по изъятию загрязненных донных отложений с последующим восстановлением водных биоценозов и прибрежной растительности рекомендуется провести на участках водных объектов, где зафиксировано значительное ухудшение экологического состояния: р. Карагайлы в месте впадения в р. Худолаз, р. Таналык в п. Бурибай, р. Елшанка ниже КОС г. Соль-Илецка, р. Джерекля (приток р. Блява) у заброшенной обогатительной фабрики Блявинского рудника, р. Сухая Губерля (Гайский ГОК).

В настоящее время в отечественной и зарубежной водоохранной практике наиболее перспективной и эффективной считается группа биологических методов очистки, предполагающая создание биоплато. Биоплато представляют собой искусственно созданные водные объекты, имитирующие естественные водно-болотные угодья, болота и марши. Водные растения в биоплато выполняют фильтрационную, сорбционную, концентрационную, окислительную, детоксикационную функции [12]. Биоплато могут быть использованы в качестве эффективной меры по улучшению качества воды за счет высокой способности макрофитов поглощать различные ЗВ.

В качестве самостоятельной фильтрующей системы для очистки вод от химических и биологических загрязнений предлагается организация русловых и пойменных биоплато на следую-

Мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния водных объектов

- ◆ Изъятие загрязненных донных отложений
- ▲ Обустройство русловых и пойменных биоплато
- Установка аэраторов-перепадов
- Участки с высоким уровнем нагрузки
- Участки с экстремально высоким уровнем нагрузки
- Граница РФ и РК

Цифрами на карте обозначены:

- 1 - Урляда и Узельга; 2 - Магнитогорское вдхр; 3 - Бузавлык
- 4 - Колпачка; 5 - Елшанка; 6 - Сух. Губерля; 7 - Блява
- 8 - Кураганка; 9 - Елшанка



Рис. 9. Пилотные участки водных объектов для проведения мероприятий по улучшению их экологического состояния, осуществляемых в акватории водных объектов.

ших пилотных участках: р. Большая Уртазымка ниже с. Сосновка, р. Джуса ниже п. Слюдяного, р. Таналык ниже впадения р. Макан, р. Худолаз в устье р. Карагайлы, р. Урал в устье р. Сухая Речка в с. Агаповка, р. Сухая Губерля в с. Ишкинино, пруд на р. Елшанке в г. Гае, система стариц и проток на правобережной пойме р. Урал в г. Орске, система озер и прудов в старице р. Урал на правобережной пойме в г. Новотроицке, старичные озера на левобережной пойме р. Урал в г. Оренбурге, система стариц на левом берегу р. Сакмары рядом с Сакмарской ТЭЦ г. Оренбурга, пойменные понижения на левом берегу р. Сакмары рядом с Оренбургской ТЭЦ г. Оренбурга. При организации биоплато для снижения концентрации ЗВ рекомендуется применять наиболее эффективные виды высшей водной растительности с учетом специфики имеющегося загрязнения [7, 26].

Мероприятия на пойменных и прибрежных территориях

Группа методов по обустройству пойменных и прибрежных территорий включает работы по восстановлению прибрежной зоны водного объекта, речных пойм, ранее отмерших стариц и проток, а также по организации водоохранных зон (ВОЗ) [32]. Такие меры позволяют предотвратить или существенно снизить антропогенную нагрузку и поступление ЗВ с прибрежных территорий, непосредственно примыкающих к рассматриваемому участку водного объекта. В бассейне р. Урал они могут служить важной составляющей защиты участков рек, протекающих в пределах городских и селитебных территорий, а также вблизи отдельно стоящих объектов хозяйственной деятельности. Высадка на поймы древесно-кустарниковой растительности мест-

Мероприятия, направленные на обустройство пойменных и прибрежных территорий

- Восстановление прибрежной растительности
- ▲ Включение ВОЗ в природно-рекреационный городской ландшафт
- Места размещения отвалов грунтов и отходов производства в ВОЗ и ПЗП
- Очистка водных объектов и прибрежных территорий от бытового мусора
- Участки с высоким уровнем нагрузки
- Участки с экстремально высоким уровнем нагрузки
- Граница РФ и РК

Цифрами на карте обозначены:

- 1 - Урляда и Узельга; 2 - Магнитогорское вдхр; 3 - Бузавлык
 4 - Колпачка; 5 - Елшанка; 6 - Сух. Губерля; 7 - Блява
 8 - Кураганка; 9 - Елшанка



Рис. 10. Пилотные участки для проведения мероприятий, направленных на обустройство пойменных и прибрежных территорий водных объектов.

ных видов, создание водно-болотных угодий и дополнительных лесопосадок обеспечит восстановление ландшафтов пойм и возможности для их дальнейшего самостоятельного развития.

В рамках данной группы методов в бассейне р. Урал предложены пилотные участки для проведения работ по организации и поддержанию режима ВОЗ, а также по восстановлению околоводной и прибрежной растительности на участках рек, в том числе малых, в пределах населенных пунктов (рис. 10). Необходимо устранить имеющиеся в настоящее время нарушения режима ВОЗ и прибрежных защитных полос (ПЗП) в части запрета на размещение отходов производства и потребления, в том числе бытового мусора, и отвалов размываемых грунтов в целях защиты водных объектов от попадания фильтрата, насы-

щенного ЗВ. Рекомендуется также включение в природно-рекреационный городской ландшафт ВОЗ р. Блявы в г. Медногорске, р. Кураганки в г. Кувандыке, р. Елшанки в г. Орске, р. Урал в г. Оренбурге [22].

В целях поддержания экологической стабильности всей рассматриваемой территории в качестве связующего элемента различных водоохраных мероприятий рекомендуется разработать и реализовать проект реконструкции экологического каркаса речного водосбора (ЭКВ) р. Урал, опираясь на имеющийся опыт разработки природно-экологического каркаса Оренбургской области [39]. ВОЗ и ПЗП водных объектов должны стать опорной осью ЭКВ, а пойменные массивы р. Урал — одной из его ключевых частей.

Предложенные комплексные водоохранные меры направлены на восстановление природной среды и водных экосистем, улучшение условий обитания гидробионтов, улучшение качества вод, обеспечение пригодности водных объектов для биоты и хозяйственных целей, а также качественной природной среды для человека.

ВЫВОДЫ

Проведенное комплексное исследование позволяет сфокусировать внимание на определенных экологических проблемах российской части бассейна р. Урал, выявить наиболее уязвимые участки бассейна. Предложенное ранжирование водных объектов может быть полезно при выявлении первоочередных и второстепенных задач планирования водоохранных мероприятий, что особенно актуально для трансграничного бассейна. Для пилотных участков предложен набор мер комплексного и последовательного решения проблемы неблагоприятного экологического состояния водных объектов на всех звеньях, начиная с областей формирования стока и заканчивая непосредственно участками русел и акваторий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). <https://gmvo.skniivh.ru> (дата обращения: 16.06.2023)
2. *Аллаярова Г.Р., Мусабинов Д.Э., Зеленковская Е.Е., Афонькина С.Р., Назарова Л.Ш., Даукаев Р.А.* Оценка загрязнения вредными веществами поверхностных и питьевых вод горнорудного района // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях. Мат-лы XI межрегиональной научн-практ. конф. Саратов, 2021. С. 14–16.
3. *Алферов И.Н., Яковенко Н.В.* Актуальные вопросы оценки экологического ущерба от загрязнения водных объектов в вододефицитном регионе // Вестн. Балтийского федерального ун-та. 2015. № 7. С. 129–136.
4. *Артамонова С.В., Калиев А.Ж.* Геоэкологическая оценка качества водоисточников, расположенных в зоне Гайского обогатительного комбината // Изв. Оренбургского гос. аграрного ун-та. 2017. № 6 (68). С. 210–212.
5. *Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Бурахта В.А., Байтлесова Л.И., Джубаялиева А.К.* Гидрохимический мониторинг качества воды природных водоемов Уральского речного бассейна // Поволжский экол. журн. 2021. № 3. С. 358–368.
6. *Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Ямалов С.М., Кулагин А.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р.* Оценка содержания и миграции тяжелых металлов в компонентах речных экосистем горнорудных территорий Республики Башкортостан // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 9. С. 822–827.
7. *Бактыбаева З.Б., Суюндуков Я.Т., Ямалов С.М., Юнусбаев У.Б.* Загрязнение тяжелыми металлами экосистемы реки Таналык, сообщества водных макрофитов и возможности их использования для биологической очистки. Уфа: АН РБ, Гилем, 2011. 208 с.
8. *Боброва З.М., Ильина О.Ю.* Воздействие предприятий на состояние воды реки Урал в пределах города Магнитогорска // Теория и технология металлургического производства. 2011. № 11. С. 159–161.
9. *Боброва З.М., Ильина О.Ю.* Оценка состояния воды в реке Урал // Теория и технология металлургического производства. 2010. № 10. С. 165–170.
10. *Вараева Е.А., Аксенов В.И.* Технология очистки сточных вод горно-обогатительных комбинатов // Вод. хоз-во России: проблемы, технологии, управление. 2015. № 1. С. 98–106.
11. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. М.: Госкомгидромет СССР, 1986. № 250–1163. 6 с.
12. *Высоцкий С.П., Ермакова Д.И., Степаненко Т.И.* Очистка сточных вод от тяжелых металлов // Науч. вестн. НИИГД Респиратор. 2017. № 2 (54). С. 69–77.
13. *Галева Э.М., Рашитова Л.Н.* Особенности гидрохимического состава поверхностных водных объектов Башкирского Зауралья // Астраханский вестн. экол. образования. 2018. № 1 (43). С. 154–164.
14. *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) // Вестн. Акад. наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 39. № 2 (102). С. 49–57.
15. *Глазунова И.В., Ромащенко А.К., Тишина К.А.* Бионженерные сооружения и накопители местного стока водосборов для наиболее эффективного использования водных ресурсов речных бассейнов // Природообустройство. 2018. № 2. С. 46–54.

16. Государственный доклад Правительства Оренбургской области “О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области” за 2011–2021 гг. Оренбург, 2012–2022 гг.
17. Государственный доклад Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан “О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан” за 2011–2021 гг. Уфа, 2012–2022 гг.
18. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / Под ред. *В.И. Данилова-Данильяна*. М.: РАН, 2020. 512 с.
19. Доклад Министерства экологии Челябинской области “Об экологической ситуации в Челябинской области” за 2015–2021 гг. Челябинск, 2016–2022 гг.
20. *Евстифеева Т.А., Глуховская М.Ю.* Анализ качества воды р. Урал в границах г. Оренбург // Современные науч. исследования и инновации. 2020. № 1 (105). С. 57.
21. Ежегодник “Качество поверхностных вод Российской Федерации” с Приложением. За 2015–2021 гг. Ростов-на-Дону: ГХИ, 2016–2022.
22. *Емельянова Е.К., Горошко Н.В.* Ретроспектива экологической проблемы приречных пространств малых рек в городской черте Новосибирска // Электронный науч.-метод. журн. Омского ГАУ. 2018. № 4 (15) октябрь–декабрь. [http:// e-journal. omgau. ru/ images/ issues/ 2018/ 4/ 00640. pdf](http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/4/00640.pdf).
23. *Исакулов Б.Р., Сарсенов А.М.* Загрязнение рек бассейна Каспийского моря промышленными отходами и пути его решения // Геология, география и глобальная энергия. 2011. № 4 (43). С. 136–141.
24. *Князева А.Н.* Антропогенное загрязнение поверхностных вод реки Урал биогенными элементами как экологическая проблема региона // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбург: Министерство образования и науки РФ, Оренбургский гос. ун-т, 2018. С. 998–1001.
25. *Макарова Н.М., Рогачев А.Ф.* Предупреждение поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения // Природообустройство. 2021. № 5. С. 37–43.
26. *Мустафин А.Г., Сабитова З.Ш., Шарипов Т.В.* Экологические проблемы горнорудного региона Башкирского Зауралья и пути их решения // Вестн. Башкирского ун-та. 2011. Т. 16. № 1. С. 43–46.
27. *Мухамедьярова Л.Г., Янбердина Л.А., Хайруллина Д.Г.* Интегральная оценка экологического состояния р. Таналык Республики Башкортостан // Современные проблемы и перспективные направления инновационного развития науки. Сб. статей Международ. науч.-практ. конф. 2017. Ч. 6. С. 9–11.
28. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2011–2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 гг. Астана: Министерство энергетики Республики Казахстан, 2015–2022.
29. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. М.: Минсельхоз РФ, 2020. № 552.
30. *Павлейчик В.М., Сивохин Ж.Т.* Формирование качества поверхностных вод бассейна верхнего течения реки Урал в условиях техногенной трансформации природной среды // Вод. ресурсы. 2013. Т. 40. № 5. С. 456–467.
31. *Попов А.Н., Оболдина Г.А., Прохорова Н.Б.* Концептуальные основы реабилитации поверхностных водных объектов // Вод. хоз-во России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 4. С. 4–17.
32. Природоприближенное восстановление и эксплуатация водных объектов / Под ред. *И.С. Румянцева*. М.: МГУП, 2001. 285 с.
33. РД 52.24.643–2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 21 с.
34. СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М., 2021.
35. *Сергалиев Н.Х., Ахмеденов К.М., Чибилев А.А., Петрищев В.П., Сивохин Ж.Т., Абишева С.Х., Гаврилина И.И.* Проблемы трансграничного переноса загрязняющих веществ в бассейне реки Жайык // Малые реки Казахстанско-Оренбургского трансграничного региона. Уральск: Западно-Казахстанский ун-т, 2015. С. 162–172.
36. *Сивохин Ж.Т., Павлейчик В.М.* Трансформация качественного состава речной воды в условиях горнопромышленного природопользования // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы. 2020. С. 172–176.
37. *Сметанин В.И.* Методы и технологии рекультивации и восстановления водных объектов. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. М.: Моск. гос. ун-т природообустройства, 2000. 47 с.

38. Соловых Г.Н., Шостак Е.И., Осинкина Т.В. Кадмий и свинец в илах реки Урал: валовое содержание и распределение // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. Естественные и техн. науки. 2020. № 8. С. 25–30.
39. Чибилев А.А., Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В. Современное состояние природно-экологического каркаса бассейна реки Урал в пределах Оренбургской области и его роль в социально-экономическом развитии региона // Успехи современного естествознания. 2017. № 8. С. 122–127.
40. Щеголькова Н.М., Веницианов Е.В. Охрана загрязненной реки: интенсификация самоочищения и оптимизация водоотведения. М.: РАСХН, 2011. 388 с.
41. Янтурин С.И., Хисаметдинова А.Ю., Бускунова Г.Г. Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах малых рек западного склона хребта Ирандек // Самарский науч. вестн. 2021. Т. 10. № 2. С. 131–135.
42. Palmer M.A., Hondula K.L., Koch B.J. Ecological Restoration of Streams and Rivers: Shifting Strategies and Shifting Goals // Annual Rev. Ecol. Evolution Systematics. 2014. 45 (1). P. 247–269.
43. Schmutz S., Sendzimir J. Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future. 2018.
DOI: 10.1007/978-3-319-73250-3
44. Speed R., Li Y., Tickner D., Huang H., Naiman R., Cao J., Lei G., Yu L., Sayers P., Zhao Z., Yu W. River Restoration: A Strategic Approach to Planning and Management. Paris: UNESCO, 2016.
45. Timothy J. Beechie, David A. Sear, Julian D. Olden, George R. Pess, John M. Buffington, Hamish Moir, Philip Roni, Michael M. Pollock. Process-based Principles for Restoring River Ecosystems // BioSci. 2010. V. 60. Iss. 3. March. P. 209–222.
46. Vijayaraghavan K., Biswal B.K., Adam M.G., Soh S.H., Tsen-Tieng D.L., Davis A.P. Balasubramanian R. Bioretention systems for stormwater management: Recent advances and future prospects // J. Environ. Management. 2021. 292 (2021) 112766.
doi:10.1016/j.jenvman.2021.112766

STUDYING THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF WATER OBJECTS IN THE URAL RIVER BASIN AND MEASURES FOR ITS IMPROVEMENT

G. S. Ermakova^{a, b, *}, I. Yu. Milyutina^{a, b}, A. A. Stokov^{a, b}, G. Sh. Tursunova^{a, b}, I. V. Zemlyanov^{a, b}

^a Zubov State Oceanographic Institute, Roshydromet, Moscow, 119034 Russia

^b Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119333 Russia

*e-mail: ermakova_gs@mail.ru

Integral estimate of the environmental conditions of water bodies in the Russian part of the Ural River basin is presented. The estimate is based on the data of long-term state water quality monitoring, statistical data, remote sensing data, the results of special researches, and data of the authors' field studies of water bodies and drainage areas, as well as laboratory studies of water samples. The collected materials were used to characterize the current environmental conditions of water objects and the spatial heterogeneity in the economic development of the drainage area. All available data were used to compile a catalog of water bodies ranked by the level of the load on them. For water bodies experiencing the largest load and characterized by significant violations of water quality standards, a system of measures is proposed for improving their environmental conditions. The choice of the measures is based on the analysis of the Russian and foreign experience in water protection activities, including nature-based restoration technologies of water bodies. The proposals have a comprehensive character and are based on a basin-scale approach.

Keywords: the Ural River, water quality, pollution level, ecological conditions, anthropogenic load, measures for water bodies.