

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи



Ардаширова Гузалия Ильгизовна

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В
СИСТЕМЕ «ВОДА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – ИХТИОФАУНА»
(р. ДЁМА, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

Специальность 03.02.08 – экология (биология)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Курамшина Н.Г.

УФА
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. Экологическое состояние малых рек Российской Федерации (обзор литературы).....	9
1.1. Гидроресурсы – состояние, значение геохимического состояния поверхностных вод.....	9
1.1.1. Геохимическое состояние поверхностных вод Республики Башкортостан	11
1.2. Современные проблемы и геохимическое состояние малых рек Российской Федерации.....	13
1.2.1. Геохимическое состояние малых рек Республики Башкортостан.....	15
1.3. Донные отложения и их влияние на экогеохимическое состояние поверхностных вод	17
1.4. Ихтиофауна: состояние, значение.....	20
1.4.1. Использование гидробиологических ресурсов на современном этапе развития Российской Федерации и Республики Башкортостан	20
1.4.2. Характеристика видового состава рыб малых рек Республики Башкортостан.....	22
1.4.3. Физиологическая характеристика рыб по гематологическим и биохимическим показателям крови.....	25
1.4.4. Влияние загрязнения поверхностных вод на физиологическое состояние рыб.....	28
1.5. Влияние загрязняющих веществ на здоровье населения	30
1.6. Заключение по обзору литературы	33
ГЛАВА 2. Условия, объекты и методы исследований.....	35
ГЛАВА 3. Комплексная экогеохимическая оценка современного состояния р. Дёма на территории Республики Башкортостан.....	45

3.1 Экогеохимическая оценка поверхностных вод р. Дёма.....	45
3.1.1 Гидрогеохимическая оценка поверхностной воды озера Аслыкуль.....	62
3.2. Влияние топливно-энергетического комплекса Башкортостана на экологическое состояние малых рек.....	68
3.3. Оценка содержания тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) в донных отложениях р. Дёма	72
3.4. Биоаккумуляция тяжелых металлов в тканях рыб.....	77
3.4.1. Оценка содержания химических элементов в чешуе хищных рыб р. Дёма	77
3.4.2. Биоаккумуляция редких элементов в чешуе хищных рыб р. Дёма	81
3.4.3. Содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) в мышцах рыб.....	83
3.5. Характеристика гематологических и биохимических показателей крови рыб р. Дёма	88
3.6. Экологическая оценка состояния здоровья населения на территории бассейна р. Дёма	89
4. Обсуждение результатов исследования	102
5. Выводы	104
БИБЛИОГРАФИЯ	106

Сокращения, употребляемые в работе

БПК – биологическое потребление кислорода

ВПР – врожденные пороки развития

ДО – донные отложения

ЗН – злокачественные новообразования

МГЭС – малая гидроэлектростанция

ОДК – ориентировочно допустимая концентрация

ПДК – предельно допустимая концентрация

ПДУ – предельно допустимый уровень

РБ – Республика Башкортостан

РФ – Российская Федерация

РФА – рентгенофлуоресцентный анализ

СОЭ – скорость оседания эритроцитов

ТМ – тяжелые металлы

ТЭК – топливно-энергетический комплекс

ХПК – химическое потребление кислорода

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности являются одними из самых важных проблем, стоящих перед человечеством (Черников В.А., Соколов О.А., 2009; Яшин И.М. и др., 2012; Мазиров М.А. и др., 2014). В настоящее время усиливается внимание к малым рекам, что обусловлено их особой ихтиоресурсной и экологической ролью. Сложившееся природопользование затрагивает и разрушает, прежде всего, эти экосистемы (Ткачев Б.П., Булатов В.И., 2002). Антропогенная деятельность приводит к изменению и деградации речной экосистемы, нарушению состояния ихтиофауны (Барышников Н.Б., 1998, Никандров А.Н., 1999, Acreman, 2003 и др.).

Одно из главных направлений в изучении водных экосистем – региональная оценка состояния водных объектов (Гареев А.М., 2000, Курамшина Н.Г., 2002, Красногорская Н.Н., 2006, Елизарьев А.Н., 2007 и др.). Нарушение водных экосистем негативно влияет на здоровье населения. В этой связи важной и актуальной задачей является изучение экогеохимического и биогеохимического состояния малых рек Башкортостана на примере р. Дёма, которая является питьевым источником и местом добычи ихтиоресурсов для многих населенных пунктов и малых городов. Изучение изменения её экологического состояния, оценка региональных значений содержания микроэлементов и других загрязняющих веществ в основных компонентах речной экосистемы имеет большое практическое значение.

Цель исследования - комплексная эколого-геохимическая оценка состояния основных элементов речной экосистемы на примере р. Дёма – основного притока р. Белая, главной водной артерии Башкортостана.

В задачи исследования входило:

1. Изучить экологическое состояние поверхностных вод р. Дёма. Исследовать поверхностные воды и донные отложения на содержание Zn, Cu, Ni, Mn и нефтепродуктов на участках с различной антропогенной нагрузкой.

2. Определить биоаккумуляцию химических элементов (Ag, Bi, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, In, K, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, S, Sb, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn, Zr) в чешуе хищных рыб.

3. Изучить биоаккумуляцию Zn, Cu, Ni, Mn в мышечной ткани представителей ихтиофауны р. Дёма.

4. Определить физиологическое состояние рыб по биохимическим и гематологическим показателям крови.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Комплексная экогеохимическая оценка современного состояния р. Дёма в верхнем, среднем и нижнем течении на территории Республики Башкортостан.

2. Экогеохимическая характеристика основных загрязняющих веществ поверхностных вод и донных отложений р. Дёма.

3. Биоаккумуляция химических элементов в чешуе окуня и щуки на участках р. Дёма, различных по антропогенному влиянию.

4. Поступление Zn, Cu, Ni, Mn в мышечные ткани щуки, выловленной на различных участках р. Дёма, с оценкой физиологического состояния крови рыб.

Научная новизна. Впервые проведено комплексное экологическое исследование, согласованное во времени и пространстве наблюдение за уровнем ТМ и нефтепродуктов в различных компонентах экосистемы р. Дёма: поверхностной воде, донных отложениях, ихтиофауне в районах с различной антропогенной нагрузкой. Получены фоновые значения содержания изученных микроэлементов в базовых компонентах для верхнего, среднего и нижнего течения р. Дёма.

Научно-практическая значимость исследования. Результаты исследования могут служить научной основой для оценки состояния речной экосистемы, составления планов и программ охраны гидро- и ихтиоресурсов бассейнов малых рек, использоваться в учебном процессе при подготовке специалистов по направлениям: экология, биоэкология, геоэкология, охрана

окружающей среды и рациональное природопользование.

Личный вклад автора. Тема, цель, задачи, объекты, методы и план исследования определены автором совместно с научным руководителем. Отбор проб воды, донного грунта, биоматериала, лабораторные опыты осуществлены при непосредственном участии автора. Анализ и обобщение полученных результатов, формулировка выводов и основных защищаемых положений выполнены лично автором.

Достоверность результатов исследований. Результаты исследований не противоречат исходным теоретическим положениям, отвечают поставленной цели и задачам диссертационной работы. Достоверность полученных материалов подкреплена результатами математической обработки с применением методов статистического анализа.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертационной работы представлены Международной НПК «Экологическая безопасность и охрана природной среды» (Уфа, 2012), VII Международной НПК «Тяжелые металлы и радионуклиды в природной среде» (Семипалатинск, 2012), Международной НПК «Стратегические направления и инструменты повышения эффективности сотрудничества стран – участников Шанхайской организации сотрудничества: экономика, экология, демография» (Уфа, 2013), II Всероссийской научной конференции с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов» (Казань, 2013), Международной школе-семинаре молодых исследователей «Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах» (Тюмень, 2014), Международной научно-технической конференции «Защита окружающей среды от экотоксикантов» (Уфа, 2014), Всероссийской с международным участием НПК «Экологическая безопасность и культура – требование современности» (Уфа, 2014).

Публикации. По результатам исследований в открытой печати опубликована 18 научных работ в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, обзор литературы, материал и методику исследований, главу результатов собственных исследований и их обсуждение, выводы, рекомендации и библиографический список, который включает 253 источников, в том числе 25 работ иностранных авторов. Работа изложена на 134 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 33 таблицами и 41 рисунком.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю, профессору, доктору биологических наук, заслуженному деятелю науки РБ Курамшиной Наталье Георгиевне и кафедре «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» Уфимского государственного университета экономики и сервиса.

Автор выражает благодарность ректору Гродненского государственного университета им. Янки Купалы и кандидату химических наук Лосевой Людмиле Павловне (Белоруссия); Республиканскому аналитическому центру контроля качества воды ОАО «Башкоммунводоканал»; Центру Гигиены и Экспертизы в Республике Башкортостан за содействие в выполнении анализов.

ГЛАВА 1. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Гидроресурсы: состояние, значение геохимического состояния поверхностных вод Российской Федерации

Проблемы нехватки воды и падение ее качества актуальны для многих областей мира. В большинстве случаев причиной является растущая активность антропогенной деятельности, в том числе рост водопользования во всех его формах и видах. В процессе использования водных ресурсов происходит изъятие стока, его перераспределение во времени и пространстве, что приводит к нарушению режима водных объектов, физическому нарушению русел рек, химическому и тепловому загрязнению вод и т.д. (Skwarzec B., 1988, Guser S., 1989, Барабанов О.Н., 2008; Панин М.С., 2011). Речные воды на территории ряда стран Европы, Азии и Африки крайне загрязнены промышленными и бытовыми стоками; таковы реки Рейн, Висла, Одра, Шельда, Дунай, Ганг и др. (Stewart B. A., Howell T. A., 2003; Ph. Roni, 2005).

Территория России – один из наиболее богатых водными ресурсами регионов мира, отличающийся достаточно развитой гидрографической сетью. Больших рек насчитывается 214 единиц, средних, длиной от 100 до 500 км, – 2833 единицы. В настоящее время средняя величина плотности речной сети составляет 0,3 км/кв.км. Около 92 % плотности речной сети создают реки и другие водотоки длиной до 100 км. Примерно 95 % общего числа и более 64 % общей протяженности рек приходится на долю водотоков с длиной менее 100 км. Абсолютное большинство водотоков, протекающих по территории России, имеют длину менее 10 км (2,6 млн единиц) (Данилов-Данильян В.И., 2009; ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РФ», 2010-2013). В Российской Федерации воды используются и охраняются в соответствии с Водным кодексом как основа жизнедеятельности населения, проживающего на ее территории (Водный кодекс РФ, 2008; Вылегжанин А.Н. и др., 2008).

Промышленность России, транспортный и инфраструктурный комплексы

постоянно увеличивают техногенную нагрузку на природные экологические системы. Скорость роста образования токсичных отходов в России опережают динамику ВВП, составляя 15–16 %. В некоторых регионах от 35 до 60 % питьевой воды не удовлетворяет санитарным нормам. Не удается остановить загрязнение ряда бассейнов рек в европейской части страны и в Сибири, а наиболее высокими темпами оно идет вокруг российских мегаполисов и городов (Порядко М.П., Голеусов П.В., 2011). В настоящее время наиболее крупные реки страны – Волга (Найденко В.В., 2003), Дон (Никаноров А.М. и др., 2011), Кубань (Брызгало В.А. и др., 2003), Обь (Савичев О.Г., 2010), Енисей (Гайфуллина Г.Н. и др., 2005), Лена (Алтухова З.А., 2010), Амур (Кондратьева Л.М., 2008) – оцениваются как «загрязненные», а их крупные притоки Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура – как «очень загрязненные» (ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РФ», 2010-2013).

Одной из главных причин загрязнения поверхностных природных вод является поступление в них хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, большая часть которых является загрязненной (Хотунцев Ю.Л., 2001). Также неблагоприятной экологической ситуации на реках способствуют смывы с дождевыми стоками растворенных удобрений и ядохимикатов с полей, с неочищенными сточными водами с сельских населенных пунктов, в частности с живодноводческих ферм (Алекин О.А., 1952; Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в РФ, 2010, 2012, 2013). Для многих регионов России стало характерным загрязнение поверхностных водоемов на уровне многих десятков ПДК нефтепродуктами, соединениями меди и марганца, железа, нитритного азота, органическими веществами, фенолом. Не редким оказываются случаи «высокого» и «экстремально высокого» загрязнения ртутью, свинцом, сульфидами, сероводородом, хлорорганическими пестицидами, лигнином лигносульфонатами, формальдегидом (Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в РФ, 2010, 2012, 2013; Ежегодник качества поверхностных вод РФ, 2012). В таких крупных реках, как Обь, Волга, Сев. Двина, содержание

нефтепродуктов и их производных повышено по сравнению с периодом до начала нефтедобычи в сотни раз и значительно превышает безопасный уровень. Только в бассейне Оби 250 рек к 2004 г. потеряли рыбохозяйственное значение из-за загрязнения нефтепродуктами. К наиболее пострадавшим от нефтяного загрязнения территориям России относятся Западная Сибирь, Северный Кавказ, Республика Коми, Башкортостан, Татарстан, а также Северный Прикаспий и Среднее Поволжье (Добрянский Л.Н., 1988; ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РФ», 2004, 2010).

Таким образом, работы специалистов разных регионов страны показали, что многие крупные реки имеют экологические проблемы. Природопользование поверхностными водами в России требует дальнейшего совершенствования, особенно с учетом специфики условий отдельных субъектов – климатических условий, отраслей промышленности, высокой вероятности мощных наводнений и труднодоступности обширных территорий и т.д. Необходим полный компромисс между необходимостью использования гидроресурсов и поддержания природных вод в состоянии, позволяющем обеспечить нормальное функционирование общества как части природы.

1.1.1. Геохимическое состояние поверхностных вод Республики Башкортостан

Формирование водных ресурсов республики происходило в прошлом и происходит в современную эпоху в зависимости от естественных факторов и степени хозяйственной освоенности его геокомплексов (Рогозина Т.А., 2008; Нестеренко Ю.М., Бондаренко Н.А., 2011). Развитие водоемких секторов промышленности обуславливает высокую степень использования поверхностных водных объектов, как для забора воды, так и для сброса сточных вод. Следствием этого является высокий антропогенный пресс на реки и существенное изменение их природного качества и экологического состояния (Красногорская Н.Н. и др., 2005; Курамшина Н.Г., 2005; Елизарьев А.Н. и др., 2006; Аминева Ф.А., 2007).

Водные экосистемы республики испытывают значительное

антропогенное воздействие, связанное с возрастанием притока тяжелых металлов (Курамшина Н.Г. и др., 1997, 2006, 2012; Курманова Л.Г., Кулагин А.Ю., 2012; Чевычелова Н.А., Курамшин Э.М., 2012). Наиболее напряженная ситуация с загрязнением поверхностных вод тяжелыми металлами отмечается на территории горнорудного (Белорецкого) района с длительной историей горнодобывающей промышленности, агропромышленного (Стерлитамакского) района с усиленной химизацией сельского хозяйства и крупного промышленного города (Уфы) с большой численностью населения (Даукаев Р.А., 2010; ГД «О состоянии и охране окружающей среды Республики Башкортостан», 2010-2013).

С учетом отраслевой специфики Республики Башкортостан, приоритетным источником загрязняющих веществ является топливно-энергетический комплекс. Любой из производственных этапов технологического процесса нефтегазодобычи сопровождается образованием сточных вод, загрязняющих поверхностные воды (Минигазимов Н.С., 2000; Гареев А.М., Шакиров А.В., 2000; Ильязов Р.Г., 2003; Филлипов В.Н., Хлесткин Р.Н., 2004; Хайдаров Ф.Р. и др., 2005; Хасанов И.Ю., 2007; Курашин Э.М. и др., 2008; Фаухутдинов А.А. и др., 2008; Имашев У.Б. и др., 2009; Галинуров И.Р. и др., 2011). Широкое применение химических и биологических реагентов в нефтяной отрасли имеет отрицательную сторону, поскольку представляет угрозу загрязнения поверхностных вод в местах, граничащих с водотоками, являющихся источниками питьевой воды (Курамшина Н.Г. и др., 2005, 2009; Имашев У.Б. и др., 2010). С другой стороны, воздействие нефтедобычи сопровождается изъятием больших объемов водных ресурсов, в связи с этим вопросы их рационального использования приобретают особое значение (Минигазимов Н.С., 1991).

В большинстве крупных городов Республики Башкортостан поверхностные сточные воды с городских территорий сбрасываются в водоемы без очистки. В течение года с дождевыми водами в реки г. Уфы поступает

взвешенных веществ и нефтепродуктов больше, чем с неочищенными сточными водами (Максимова Е.А., Елизарьев А.Н., 2008).

Река Белая, являющаяся основной артерией региона (Балков В.А., 1978; Гареев А.М., 2002), в настоящее время относится к типу водных объектов, испытывающих огромную антропогенную нагрузку (Курамшина Н.Г. и др., 2005; Елизарьев А.Н. и др., 2006; Виноградов Г.Д. и др., 2011). Максимальное влияние на ее поверхностные воды оказывают промышленные и коммунальные предприятия городов Белорецк, Кумертау, Ишимбай, Мелеуз, Салават, Стерлитамак, Благовещенск и Нефтекамск. Вследствие этого характерным показателем для реки является превышение нормативов соединений железа, марганца, меди и нефтепродуктов (ГД «О состоянии и охране окружающей среды РБ», 2010-2013; ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РБ», 2010).

Таким образом, в настоящее время для Республики Башкортостан рациональное использование водных ресурсов представляет собой крайне важную проблему, особенно такие его аспекты, как ограничение сбросов в водоемы, совершенствование технологий производства, очистки и утилизации.

1.2. Современные проблемы геохимического состояния малых рек Российской Федерации

Малые реки, отличаясь от средних и крупных по водности, тем не менее выполняют очень важную экологическую роль. Именно они, дренируя большую часть площади водосбора, определяют водность, качество, режим и другие показатели более крупных водотоков. С другой стороны, незначительные их размеры, непосредственный контакт с результатами разносторонней деятельности человека определяют их уязвимость. В долинах рек быстрее и сильнее всего происходят все негативные изменения (Черняев А.М., 2001; Попченков В.Г., 2003; Рохмистров В.Л., 2004).

Исследование формирования и функционирования геохимического поля

экосистем малых рек - актуальная тема, так как растет антропогенная нагрузка, связанная с изменением химического состава компонентов экосистем (Кислякова Е.Г., 2011). Изучение этой проблематики важно по той причине, что позволяет в целом определить изменение геохимического состояния бассейнов более крупных рек России (Черняев А.М., 2001).

В природных условиях геохимическое состояние малых рек регулируется естественными процессами. Сохраняется равновесие между поступлением химических элементов в воду и их выведением из нее (Кислякова Е.Г., 2011). Воды малых рек представляют собой раствор многих химических веществ, в том числе солей, газов, а также соединений органического происхождения, некоторые из них находятся во взвешенном состоянии. В большинстве случаев вода в реке имеет атмосферное происхождение, реже – глубинное. Изменение химического состава малых рек находится в зависимости от геологического строения поверхности, рельефа, состава почв и растительного покрова, с которыми вода находится в тесной связи. Особую роль играют животный мир и человеческий фактор, задействованные в этой системе (Воронков П.П., 1963; Перельман А.И., 1982; Корж В.Д., 1991; Ложниченко О.В. и др., 2008; Кислякова Е.Г., 2011).

В жизни населения роль малых рек огромна, поскольку на их долю приходится 95 % общей протяженности гидрографической сети. На их водосборах и в прибрежных зонах сосредоточена большая часть жителей страны – до 44 % городских и 90 % - сельских, 127 тыс. малых рек используются для хозяйственных нужд. Малые реки – наиболее чувствительное звено гидрологической системы (Кислякова Е.Г., 2011; ГД «О состоянии и охране окружающей среды РБ», 2010-2013).

Экологическое состояние малых рек по регионам и бассейнам России показано в публикациях по Крыму (Кобечинская В.Г. и др., 1992), Причерноморью (Павленко С.В., 1992), бассейнам Кубани (Нагалецкий Ю.Я. и др., 1992), Десны (Шевченков П.Г., Шевченкова Т.Ф.,

1985), Верхней и Средней Волги (Назаренко В.А., Алеев Ф.Т., 2001; Григорьева И.Л. и др., 2012), Курской области (Чижов А.Е. и др., 1995), Кавказа (Бероев Б.М., 1992), Татарии (Калимуллина С.Н. и др., 2001), Северо-Запада Европейской части (Смирнова А.В., 1999).

Особую озабоченность вызывает качественный состав воды в малых реках в условиях антропогенного влияния в целом (Кривопапов З.Ф., 1987; Кузнецова Л.А. и др., 1995; Бахраков С.И., Рябинина Д.И., 1996; Смирнова А.В., 1999), мелиорации (Пальцев В.П., Прокопенко Н.Ф., 1987), сельского хозяйства (Григорьева И.Л., Чермных Л.П., 2012). Эти вопросы напрямую увязываются с гигиенической оценкой вод (Искандаров Т.И. и др., 1986), их самоочищением (Калинин В.М. и др., 1998), эффективностью водоохранных мероприятий (Мороков В.В., 1987), стратегией и тактикой охраны водоемов (Стреха Н.Л., 1989).

Таким образом, неудовлетворительное состояние малых рек, особенно качество воды в них, вызывает немалую тревогу у специалистов и общественности. Все яснее становится, что сохранение малых рек означает решение одного из основных аспектов защиты окружающей природной среды.

1.2.1. Геохимическое состояние малых рек Республики Башкортостан

В Башкортостане насчитывается более 12,5 тыс. малых рек общей протяженностью около 50 тыс. км. Они составляют основную часть (99,9 % по количеству и 87 % – по протяженности) речной сети республики (Гареев А.В., 2002; ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РБ», 2010).

Продолжительные наблюдения показывают, что в результате необоснованной хозяйственной деятельности происходит повышение мутности, резкое снижение стока малых рек, а также загрязнение сточными водами, имеющими в своем составе тяжелые металлы, нефтепродукты, сульфаты, нитраты и др. Интегральным показателем этого является снижение биопродуктивности и видового состава высших гидробионтов, в частности ихтиофауны (Вдовина И.В., 2009; Тимохина Е.А. и др., 2009; Абдюкова Э.А. и

др., 2011).

В основном сельские населенные пункты республики расположены в бассейнах малых рек, небольшие размеры которых, обуславливают невыигрышные условия для разбавления поступающих в них стоков. К объектам, служащим источником загрязнения сельских водоёмов, следует отнести крупные машинотракторные мастерские с обмывочными пунктами, крупные склады минеральных удобрений и ядохимикатов с мойкой тары, большие канализованные колхозные фермы, применяющие различные дезинфекционные средства (Абдюкова Э.А. и др., 2011).

Не исключение и малая, к устью – средняя, река Дёма – длинный и маловодный, второй по величине приток реки Белой, в пойме которой сохранились леса и заросли кустарника, но большая ее часть превращена в сельскохозяйственные угодья (Туркишев Г.Т.-Г., 2000). Качество воды в реке оценивается как «грязная»: загрязнение нефтепродуктами (Карпов Д.Н., 1990), соединениями меди, марганца, цинка и железа. Устойчивым наблюдается природный фон по сульфат-ионам. Это объясняется большим количеством населенных пунктов на пойме реки, наиболее крупными из которых являются города с развитой промышленностью: Дюртюли, Давлеканово, Уфа (Тимохина Е.А. и др., 2009; ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РБ», 2010; ГД «О состоянии и охране окружающей среды РБ», 2010-2013). Река Дема принимает 79 притоков длиной более 10 км, общей длиной 298 км. Качество воды реки Мияки, притока Дёма, и других малых рек Башкирии протяженностью менее 100 км, таких как Карагайлы, Кидыш, Большой Авзян, Киги, оценивается как «грязная» и «очень грязная». Характерными загрязняющими веществами являются медь, цинк, марганец и нефтепродукты (ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РБ», 2010; ГД «О состоянии и охране окружающей среды РБ», 2010-2013).

В бассейне реки Дёма насчитывается 415 озер, в числе которых озеро Аслыкуль, являющееся самым большим в Республике Башкортостан

(Гареев А.М., 2002; ГД «О состоянии и использовании водных ресурсов РБ», 2010). По состоянию в настоящий момент сохраняются следующие неблагоприятные факторы на природную среду Национального парка «оз. Аслыкуль»: овраго-балочная эрозия склонов, распашка пашни в водоохраной зоне до уреза воды, выпас скота в водоохраной зоне, мойка машин в ней же, неорганизованный отдых без учета рекреации, научно-необоснованное осушение прилегающих к озеру участков (болото Берказан-Камыш, Бурангуловская пойма), загрязнение озера в результате въезда на автомобилях на лед в период зимнего лова рыбы; незаконный лов рыбы и охота. Озеро Аслыкуль и его окрестности являются уникальными и представляют большой интерес в экологическом отношении (Курамшина Н.Г. и др., 2005; Курамшина Н.Г., Бикташева Ф.Х., 2007, 2008; Бикташева Ф.Х., Курамшина Н.Г., 2008; Бикташева Ф.Х., 2009).

Таким образом, из-за высокой сельскохозяйственной освоенности территории и чрезмерной концентрации промышленных предприятий в Республике Башкортостан малые реки испытывают сильное антропогенное воздействие.

1.3. Донные отложения и их влияние на экогеохимическое состояние поверхностных вод

Донные отложения (ДО), их состав и свойства отражают все физические, химические и биологические процессы, протекающие в водотоках и водоемах. ДО с экологической точки зрения давно привлекают внимание специалистов, так как они являются, в отличие от природных вод и, особенно, атмосферы, депонирующей средой. Это кроме эффекта аккумуляции приводит к возможности протекания медленных химических реакций по образованию новых соединений, токсичные свойства которых иногда могут быть более значимыми, чем у первичных природных соединений (Комов В.Т., Томилина И.И., 1999; Баканов А.И., 2003; Иванова И.Ю., 2009).

Большая часть загрязняющих веществ сосредотачиваются в донном грунте, приводя к накоплению их в бентосных организмах, с последующей передачей по трофическим цепям доходя до человека, что представляет угрозу для его здоровья (Нахшина Е.П., 1985; Томилина И.И., Комов В.Т., 2002). Другой возможный путь влияния накопленных в ДО загрязняющих веществ на водные экосистемы и здоровье человека – так называемое повторное загрязнение, которое возникает в процессе жизнедеятельности человека или действия природных факторов (деятельность донных организмов, химические реакции, термические изменения и др.), в результате чего аккумулярованные вещества могут снова оказаться в воде. Все это указывает на потребность в мониторинге пресноводных экосистем (Манихин В.И., Коновалов Г.С., 1984; Нахшина Е.П., 1985; Воробьева Л.В., 1991; Линник П.Н., 1999).

На сегодняшний день в работах зарубежных и отечественных авторов для оценки качества донного грунта используется триадный подход, который включает изучение состояния бентосного сообщества, показателей биотестирования и геохимических характеристик отложений (Chapman P.M., 1996; Баканов А.И., Гапеева М.В., Томилина И.И., 2000; Томилина И.И. и др., 2008; Иванова И.Ю., 2009).

Кроме того, модельными объектами гидроэкохимических исследований донного грунта давно приняты малые реки (Экосистема малой реки..., 2007).

Особое внимание уделяется исследованию степени загрязнения донных отложений химическими веществами, прежде всего, тяжелыми металлами и нефтепродуктами (Гапеева М.В. и др., 1997; Михайлова Л.В. и др., 1998; Воробьев Д.С., Попков В.К., 2005).

Металлы в природной среде, а особенно в донном грунте, пребывают в постоянной миграции, которая может реализовываться как в механической форме (вместе со слагающими частями осадка), так и в растворенной и коллоидальной форме, причем при этом происходит непрекращающийся взаимообмен между гидросферой и литосферой через одну из известнейших

геохимических барьерных зон «дно – вода». В естественных водоемах большая часть тяжелых металлов попадает в донные отложения. Сорбция тяжелых металлов донными отложениями зависит от особенностей их состава и содержания органических веществ. Концентрация металлов в донных осадках на несколько порядков выше, чем в воде (Вернадский В.И., 1983; Панин М.С., 2011). Металлы, будучи составной частью донных отложений, оказываясь в организме бентосов, далее попадают в рыбу и, по трофическим цепям, в пищу человека и аккумулируются в костях и тканях.

В то же время для донного грунта отсутствует понятие «предельные допустимые концентрации». Это связано с санитарно-токсикологической сущностью данного показателя, что значительно затрудняет представление смысла термина «загрязнение» (Фокин Д.П., Фрумин Г.Т., 2011). Известные в литературе подходы к экологической оценке содержания загрязняющих веществ в донных отложениях, как правило, придерживаются цели, на которую они ориентированы (Анохина О.К., 2004). Созданы некоторые региональные нормативы содержания некоторого перечня загрязняющих веществ в донном грунте различных пресноводных водоемов мира с применением разных подходов: фоновые значения (Persaud D. et.al., 1993), интервалы (либо предельные уровни) соответствующего негативного воздействия на гидробионтов (Ingersoll et.al., 1996; Cubbage et.al., 1997), равновесное распределение загрязняющего вещества (Di Toro et.al., 1991; Wepener, 2000). В России сходные работы находятся на стадии развития, можно отметить лишь единичные разработки экологических нормативов содержания химических соединений в донных отложениях с использованием геохимического (Фрумин и др., 1998; Бреховских и др., 2002) и токсикологического (Петрова, 1988; Степанова, 1999; Томилина, 2000) подходов.

Таким образом, ДО являются сложной системой, которая, в зависимости от факторов, складывающихся в водоеме, от сорбционных характеристик самих отложений и от природы веществ, которые попадают в водоемы, могут быть

аккумулятором химических соединений и источником их вторичного поступления в слой воды. Поэтому они вызывают все больший интерес у ученых-экологов. Мониторинг донного грунта должен быть неотъемлемой частью комплексной программы мониторинга.

1.4. Ихтиофауна: состояние, значение

1.4.1. Использование гидробиологических ресурсов на современном этапе развития России и Башкортостана

Современное рыбное хозяйство России представляет собой крупный производственно-хозяйственный комплекс с многоотраслевой структурой, международными и региональными отношениями, объединяющий рыболовство, рыбоводство, производство пищевой, технической и кормовой продукции (Сиренко В.С., 2009; Семенова С.А., 2011).

Российская Федерация располагает колоссальными ресурсами пресноводных водоемов (около 39 тыс. озер, имеющих площадь более 1 км², около 60 тыс. км² водохранилищ и свыше 130 тыс. водотоков длиной от 10 км и более) (Новая Российская энциклопедия, 2003), но с заботой о рыбном хозяйстве используется лишь малая его часть. При этом пресноводное рыболовство, несмотря на то, что доля его в общероссийском вылове составляет не более 4 %, имеет высокую общественную роль (Бражник С.Ю. и др., 2013). Рыбы внутренних водоемов играют важное значение в питании людей как источник высококонцентрированных белков, минеральных веществ. Мясо рыбы по питательности, вкусовым качествам не уступает мясу сельскохозяйственных животных. В РФ рыба в рационе белкового питания составляет 22 % и при этом отмечается снижение ее запасов, что связано со многими причинами (Анисимова И.М. и др., 1991; ГД «О сост. и охране окружающей среды в РФ», 2012).

Вылов рыбы в пресноводных водоемах РФ в последнее время имеет тенденцию роста. При этом в большинстве водоемов продолжается понижение

уровня запасов хищных рыб – щуки, судака, налима, сома – это следствие излишней промысловой работы на их популяции. Среди факторов, доведший к увеличению уловов, особенно начиная с 2008 г., следует отметить улучшение организации промысла и рост интереса к рыболовству во многих регионах, увеличение масштабов любительского рыболовства, а также такая важная причина, как отмена установления общедопустимых уловов (ОДУ) на многие виды рыб (Отчеты о научно-исследовательской работе... Спб, 2012; Волгоград, 2012; Петрозаводск, 2012; Бражник С.Ю. и др., 2013).

В Республике Башкортостан отмечаются не только сходные проблемы, но также и интенсивность вылова таких видов, как судак, пелядь, сиг, щука, превышающего продукционные возможности запасов и ведущего к их подрыву. Для водоемов РБ в настоящее время характерно возрастание вылова плотвы, густеры, окуня и других. В связи с высокой экологической пластичностью эти виды замещают переловленные ценные, что ведет к отрицательным сукцессиям в биоценозах водоемов и, как результат, к снижению общей рыбопродуктивности (Курамшина Н.Г. и др., 2007; Курамшина Н.Г., 2008; 2009).

В рыбоводстве Башкортостана сформировались и совершенствуются три базовых направления: прудовое, индустриальное и пастбищное (Курамшина Н.Г., Аминева Ф.А., 2009). В республике имеется 1042 реки протяженностью 27,5 тыс. км, 380 озер общей площадью 20,8 тыс. га, 9 водохранилищ площадью 24,8 тыс. га и 126 прудов площадью 6,8 тыс. га. Использование рек в РБ по промыслу рыбы составляет около 3 %, озер – 29 %, водохранилищ – 73 % и прудов – около 6 % от общей их протяженности и площади (ГД «О сост. и охране окружающей среды в РБ», 2012). Прудовое рыбоводство ведется в большинстве случаев на экстенсивной основе на сельскохозяйственных организациях, крестьянских фермерских подворьях и частными предпринимателями. В прудовых и садковых хозяйствах разводят в основном карпов, часто совместно с толстолобиком и белым амуром. Индустриальное

рыбоводство – промышленное разведение рыб – на теплых водах Кармановской ГРЭС ведет ООО «Кармановский рыбхоз». Важная роль в развитии рыбного хозяйства принадлежит естественным водоемам. Пастбищное рыбоводство использует природный потенциал озер (17 тыс. га), водохранилищ (28 тыс. га) и водоемов комплексного назначения (7 тыс. га). Таким рыбоводством занимаются предприятия, как ОАО «Башкиррыбхоз», ГУП «Башмелиоводхоз», ООО «Балык» Федоровского района. Это направление, как наиболее финансово выгодное, имеет большие перспективы для дальнейшего формирования (Курамшина Н.Г., Бикташева Ф.Х., Аминев Ф.А., 2008; Курамшина Н.Г., Виноградов Г.Д., 2008; Богатова О.В., Курамшина Н.Г., Матвеева А.Ю., 2011; ГД «О состоянии и охране окружающей среды в РБ», 2012).

Таким образом, вполне можно считать, что рыболовство во внутренних пресных водоемах России и Башкортостане, в частности, играет важную роль и имеет большие перспективы.

1.4.2. Характеристика видового состава рыб малых рек Республики Башкортостан

Многообразие ландшафтов республики, географическое расположение и исторически сложившаяся взаимосвязь Западной и Восточной частей России определили масштабность и разнообразие животного мира Башкортостана. На настоящий момент на ее территории выявлено 47 видов рыб. Так, по территории республики протекает восточный рубеж популяризации ряда видов рыб: ручьевой форели, европейского хариуса, быстрянки русской и других. Также в Башкирии обитают несколько видов рыб, завезенных с задачей обогащения фауны (сиг-лудог, рипус, пелядь, белый амур и толстолобик). Такие виды, как рыба-игла, ротан занесены в республику случайно (Башкортостан: краткая энциклопедия, 1996).

Животный мир республики отражает экологическую обстановку ее отдельных местностей. Загрязнение воды, обмеление водоемов отразились на структуре региональной ихтиофауны. Масштабные нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, нефтедобывающие предприятия существенно

усугубили состояние рек. Стоки поступали в водоемы и сильно загрязнили водоемы, что стало причиной сокращения численности рыб и изменения ихтиофауны в целом. В обмелевших загрязненных реках Предуралья и Зауралья исчезли форель, хариус, налим, но увеличивается численность гольца, пескаря, щиповки (сорные виды рыб). Сократилась численность хищных рыб в малых реках (щука, налим, окунь, крупный голавль) (Туркишев Г.Т.-Г., 2000; ГД «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды РБ, 2010). Состав ихтиофауны трансформировался также в связи с рыбоводными работами, благодаря которым расплодился судак в Павловском и Нугушском водохранилищах, рипус – в озере Аслыкуль. В чистых реках горной части республики водятся европейский хариус, быстрянка, обыкновенный подкаменщик, таймень, ручьевая форель – нечастые для Российской Федерации виды. В р. Белой обнаружены осетр и берш (ГД «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды РБ, 2010).

Река Белая имеет наибольшую протяженность в Башкортостане (Гареев А.М., 2002), ее современная ихтиофауна представлена 39 видами рыб, относящимися к 12 семействам. Распределение рыб по акватории неравномерно – многие виды сосредоточены на различных участках реки и вместе никогда не встречаются. Разнообразие ихтиофауны связано с большой протяженностью реки, с образованием характерных ихтиокомплексов, их структура в р. Белой обусловлена рядом естественных и человеческих факторов, выраженность которых сильно варьирует в разных частях бассейна. Выделяют следующие комплексы рыб:

- горный ихтиокомплекс, включающий 32 вида рыб, охватывает обширную часть бассейна реки Белой от истоков до г. Мелеуза, а также крупные правобережные притоки реки Инзер, Сим, Ай, Юрюзань и верховья реки Уфы;

- ихтиокомплекс средней части включает 33 вида рыб, характеризуется русловой частью реки от г. Мелеуза до г. Бирск, а также приустьевыми

участками рек Уфа, Дёма, Чермасан;

- ихтиокомплекс нижней части представлен 30 видами рыб и занимает русловую часть реки от г. Бирска вплоть до устья;

- ихтиокомплекс малых рек равнинного Предуралья в настоящее время включает 16 видов рыб. Он распространяется на масштабную водосборную сеть левобережных притоков реки Белой, включая бассейны рек Уршак, Дёма, Чермасан (Курамшина Н.Г., 2007).

Из постоянно живущих в малых реках рыб на долю доминирующих видов в верховьях р. Дёма приходится 66 %, в р. Сюнь – 99 %, в р. Евбаза – 88,6 %, в р. Большой Удряк – 99,1 %, в реках Кармасан, Кундряк, Миндьяза, Мияки, Чермасан – 100 % (Курамшина Н.Г., 2007).

Наиболее массовыми видами рыб, обитающими в окрестностях Уфы, являются карповые. К этому отряду относятся голавль, язь, плотва, красноперка, жерех, линь, пескарь, уклейка, густера, лещ, караси золотой и серебряный, сазан, вьюн, шиповка, голец, елец, подуст, чехонь. Самым нетребовательным из них к качеству воды является карась, в меньшей степени – линь. Карась обитает практически во всех озерах и старицах. К сорным рыбам следует отнести гольца, шиповку, уклею, вьюна. Они заселяют большинство водоемов. К отряду сомообразных относится только сом. Он живет в реках Белая, Уфа, Уршак, Дёма. Это одна из наиболее больших рыб республики. В этих же реках встречается и единственный представитель тресковых – налим. К отряду окуневых относятся судак, берш, окунь, ерш, также встречающиеся в пределах уфимской площади. Из представителей щукообразных в этих реках можно увидеть щуку (Туркишев Г.Т.-Г., 2000).

В последнее время в связи с ограничением объемов производства, в том числе в отраслях – загрязнителях водоемов, сокращается количество вредных выбросов и происходит фрагментарное возобновление ихтиофауны (Туркишев Г.Т.-Г., 2000; ГД «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды РБ, 2010).

Таким образом, рыбы представляют собой очень важную, с хозяйственной и исследовательской точки зрения, группу позвоночных животных.

1.4.3. Физиологическая характеристика рыб по гематологическим и биохимическим показателям крови

Повышение уровня загрязнения пресных водоемов актуализирует проблему объективных методов биомониторинга качества воды, а также разработки эффективных протекторов против воздействия различных токсикантов на гидробионты. Для успешного решения этих задач необходимо глубокое изучение механизмов компенсаторно-адаптивных реакций водных животных в ответ на воздействие факторов водной среды (Ипатова В.И. и др., 2001).

Рыбы – перемещающиеся животные, поэтому результаты их обследования сообщают об усредненном загрязнении всего района обитания. Среди биоиндикаторов уровня загрязнения поверхностных вод рыбы являются самыми приемлемыми маркерами для представления о характере возможного воздействия на людей веществ антропогенного происхождения, присутствующих в воде (Воробьев В.И., 1993; Евтушенко Н.Ю., 1996).

Совокупность физиолого-биохимических показателей позволяет значительно расширить объем достоверной информации о физиологическом состоянии рыб на различных этапах жизненного цикла и при различных экологических факторах. Быстрее всего на внешние изменения среды в организме рыб откликается кровь, и не случайно среди оценки состояния рыб важное место занимают гематологические и биохимические ее исследования (Метелев В.В. и др., 1971; Лугаськова Н.В., 1992; Рудницкая О.А., 2001).

Кровь является сложной по химическому составу жидкой тканью, выполняющей физиологические функции, осуществляющей питание и дыхание тканей, регулирующей связь между отдельными клетками, тканями и органами, а также же несущей защитную функцию. Плазма крови содержит в определенном соотношении соли, продукты обмена, экскреторные вещества.

Форменные элементы крови несут, прежде всего, дыхательную (эритроциты) и защитную (лейкоциты и тромбоциты) функции (Наджимитдинов С.Г., 1969; Виноградов Г.Д., Губайдуллин Н.М., 2009).

Особозначимое место в эколого-биохимических исследованиях занимают *белки крови*. Разнообразная физиологическая роль и их способность чутко отражать функциональное состояние организма, зависящее в том числе и от внешних факторов, делают это направление особенно актуальным (Лукьяненко В.И., 1989). Белки сыворотки крови являются достаточно функционально-подвижной системой, отражающей состояние организма, а также изменения, происходящие в нем под воздействием внутренних и внешних факторов. Изменение белкового состава крови рыб связано с изменением химического состава водной среды (Лукьяненко В.И., 1989).

Форменными элементами крови являются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (Строганов Н.С., 1983; Смирнов В.Н., 1999; Аминева В.А., Яржомбек А.А., 2005). Число эритроцитов в крови рыб в 5-10 раз меньше, чем в крови млекопитающих. В крови морских рыб их в 2 раза больше, чем в крови пресноводных костистых рыб. Правда даже внутри одного вида возможны многократные изменения, которые могут быть спровоцированы условиями внешней среды и физиологическими характеристиками рыбы. Лейкоцитов в крови гидробионтов содержится меньше, чем эритроцитов (Грищенко Л.Н. и др., 1999; Рудницкая О.А. и др., 2001). Для рыб, обитающих в загрязненных водах, характерно пониженное содержание эритроцитов и лейкоцитов (Попов А.В., 1999; Назыров А.Д., 2003). Исследователи крови рыб единогласны в большой функциональной значимости тромбоцитов - они осуществляют процесс свертывания крови, подобно тромбоцитам других классов животных. У рыб время свертывания крови – достаточно неустойчивый показатель, который зависит не только от метода взятия крови, но и от условий окружающей среды, физиологического состояния рыбы (Житенева Л.Д. и др., 2003).

Гемоглобин – один из индикаторов физического состояния рыб. Помимо

возрастных изменений, повышение величины этого показателя может являться результатом физиологических стрессов. В крови рыб гемоглобин колеблется в большом диапазоне и зависит от ряда факторов. Уровень гемоглобина в крови уменьшается при анемии, при длительном голодании. Отличаются сезонные изменения в количестве гемоглобина, в летние месяцы его содержание достигает максимума (Виноградов Г.Д., 2005; Виноградов Г.Д., Губайдуллин Н.М., 2009).

У рыб колебания *глюкозы* могут быть в более широких пределах, чем у высших позвоночных животных. Этот показатель сильно меняется в зависимости от интенсивности питания и физиологического состояния рыб (Серпунин Г.Г., Савина Л.В., 2005; Законнова Л.И., 2007).

Причиной снижения уровня *холестерина* (в том числе многократного) нередко является уменьшение кормовой базы животного происхождения или ухудшение работы печени из-за токсического действия загрязнителей (Лукьяненко В.И., 1989; Виноградов Г.Д., Курамшина Н.Г., 2005).

Практическое значение исследований в области изучения взаимосвязи состояния внешней среды и организма представляют интерес в получении качественной продукции рыболовного направления на территории Башкортостана (Назыров А.Д., 2006). На сегодняшний день физиолого-биохимические методы ихтиологических исследований в республике показаны в работах по р. Белой (Виноградов Г.Д., Губайдуллин Н.М., 2009; Виноградов Г.Д., 2011), р. Уфе (Курамшина Н.Г., 2005; Назыров А.Д. и др., 2012), р. Худолаз (Аминева Ф.А., 2011), р. Уй (Галатова Е.А., 2007), озерам Аслыкуль (Бикташева Ф.Х., 2010) и Кутлубан (Аминева Ф.А., Курамшина Н.Г., 2010).

Таким образом, рыбы занимают верхнее звено экологической пирамиды в водных экосистемах, и все, что происходит в пучине этой пирамиды, моментально отражается на ее вершине. В связи с этим, по состоянию рыб уже можно довольно точно оценивать экологическое состояние всего водоема.

1.4.4. Влияние загрязнения поверхностных вод на физиологическое состояние рыб

Органические и неорганические токсические вещества существенно нарушают естественный кругооборот химических элементов в природе, особенно в водной среде, и влияют на её обитателей (Моисеенко Т.И. и др., 1999; Naux C. et al., 1989; Синдирева А.В., 2010). Рыбы – перемещающиеся животные, поэтому результаты их обследования сообщают об усредненной загрязненности всего места обитания. Они представляют верхнюю ступень пищевой цепи водоема и токсиканты, передающиеся по ней, накапливаются в рыбах. Дефективные формы проявления неблагоприятного влияния внешних факторов среды на рыб такие же, как у высших позвоночных и человека, особенно это касается нестандартных изменений в организме при долгом и постоянном влиянии вредных веществ (Agemian H., 1980, Воробьев В.И., 1993; Евтушенко Н.Ю., 1996; Курамшина Н.Г., 2005; Назыров и др., 2012).

Микроэлементы могут служить хорошим индикатором баланса организма и окружающей среды (Сагет Ю.Е., 1990, Alsop D.H., 2000, Rayment G.E., 2000, Андрусишина И.Н., 2005).

Биологическая роль *тяжелых металлов (ТМ)* для водных организмов в полном объеме еще не известна. Согласно сегодняшним знаниям (Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В., 2004, Синдирева А.В., 2010) одни тяжелые металлы в малых количествах жизненно необходимы и ядовиты при больших концентрациях, другие абсолютно несвойственны (ксенобиотики) и, попадая в организм, приводят к его отравлению, третьи нейтральны при низких концентрациях, но, накапливаясь, могут достичь губительной концентрации. Кроме того, если способность тяжелого металла объединяться с белками, аминокислотами и другими биологически активными соединениями очень высока, то он может вытеснить биогенный металл из активного центра и спровоцировать этим дисбаланс элементного состава организма (Каплин В.Г., 2007; Филенко О.Ф., 2007). В работах по изучаемой тематике отмечается избирательное накопление ТМ разными органами рыб, особенно интенсивное накопление элементов

протекает в органах, контактирующих с водой: чешуе, жабрах (Батоян В.В., Сорокин В.Н., 1989; Ваганов А.С., 2011; Вундцеттель М.Ф. и др., 2013; Костицина Н.В., 2013; Миллер И.С. и др., 2014).

В воде с высоким содержанием *меди* рыбы особо возбуждены и покрываются голубоватой слизью, дыхание отягощенное, и они обитают у поверхности. Гибель рыбы наступает через длительный период. Реверсивность невелика. В воде с высоким щелочным показателем ядовитость меди возрастает. Медь проявляет синергию с цинком и кадмием (Линник П.Н., 1986). Сверхсмертельные концентрации сульфата меди (по катиону меди) при острой токсикации для различных видов рыб составляют 0,1-1,0 мг/дм³. Токсичность нитратов и хлоридов меди находится приблизительно на том же уровне (Линник П.Н., 1986; Мур Д.В., Раамурти С, 1987; Балашова С.П., Самонов А.Е., Еремин В.Н. и др., 2001).

Для рыб *цинк* и его соединения во много раз токсичнее, чем для человека и теплокровных животных, его вредное действие проявляется намного раньше, чем изменяются органолептические свойства воды (Шачнева Е.Ю., 2012). Соединения цинка менее токсичны для рыб, чем меди (Яковлев А.М., 1999; Griscom Sarah B., Fisher Nicholas S., Luoma Samuel N., 2000; Choi Kyungho, Zong Moonshik, Meier Reter G., 2000).

Соединения *никеля* и *кобальта* наименее токсичны для рыб. Смертельные концентрации при острой токсикации для разных видов рыб составляют (в пересчете на катионы): хлориды никеля – 30-60 мг/дм³, хлорида кобальта – 35-125 мг/дм³. При отравлении никелем жабры у рыб покрываются слизью и приобретают темноватую окраску (Линник П.Н., 1986).

Марганец токсичен для ихтиофауны в концентрации 50 мг/дм³, наиболее опасен хлорид марганца (Линник П.Н., 1986; Шачнева Е.Ю., 2012).

Нефтяные углеводороды (НУ) являются одними из наиболее опасных и широко распространенных поллютантов. Сырая нефть и её нефтепродукты имеют неодинаковое токсичное воздействие на разные виды рыб. Летальный исход

случается от влияния на сердце, изменения дыхания, увеличения печени, разрушения плавников, биологических и клеточных изменений, а также изменения поведения. Наиболее чувствительными к нефти оказываются икра и личинки рыб, находящиеся на поверхности воды и на мелководье (Немова Н.Н., 2004; Черкашин С.А., 2005; Исмаилова С.И., 2009).

Таким образом, исследование закономерностей накопления и распределения химических элементов в организме рыб вызывает особый интерес с точки зрения оценки степени загрязнения водоема этими элементами, а также при изучении их перемещения в экосистеме.

1.5. Влияние загрязняющих веществ на здоровье населения

На современном этапе развития науки и техники загрязнение среды обитания стало глобальным, стабильным и постоянно действующим фактором. Большая часть населения России (около 75 %) постоянно проживает в условиях неблагоприятной санитарно-гигиенической ситуации (Онищенко и др., 2011; ГД «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ», 2012). Большой интерес и важное практическое значение имеет то обстоятельство, что более 90 % всех болезней человека прямо или косвенно зависят от состояния окружающей среды, которая является либо «толчком» возникновения заболеваний, либо провоцирует их развитие (Винокур И.Л. и др., 1991; Гичев Ю.П., 2000; Неменко Б.А., 2006; Зайцева Н.В. и др., 2009).

Наиболее сложная ситуация складывается в крупных городах и регионах Российской Федерации с высокоразвитой индустрией (Онищенко Г.Г. и др., 2011; Орел В.И. и др., 2012; ГД «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ», 2012). На загрязнение среды обитания от функционирования промышленных предприятий приходится 58 %, от транспорта – 42 %. Наибольший «вклад» в загрязнение среды обитания вносят предприятия нефтеперерабатывающей промышленности, цветной металлургии и энергетики (Ревич Б.А., 2007;

Онищенко и др., 2011; ГД «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ», 2012). Данные о качестве окружающей среды и состояния здоровья населения в зоне влияния промышленных комплексов приведены в публикациях по Центральному (Тулакин А.В., 2005), Северо-Западному (Рахманин Ю.А. и др., 2001), Южному (Керимов М.М., 2004), Приволжскому (Сетко А.Г., 2003), Сибирскому (Злова Т.П., 2007) федеральным округам.

По результатам исследований, проведенных Уфимским НИИ медицинской токсикологии и экологии человека (Карамова Л.М., 1993), в нефтедобывающих районах Республики Башкортостан, по сравнению с фоновыми (сельскохозяйственными, лесными), отмечается высокая общая и младенческая смертность, высокая заболеваемость гипертонической болезнью, ревматизмом, язвенной болезнью желудка и 12-перстной кишки, хроническим гастритом и нефритом. Выше уровень заболеваемости острыми инфекциями верхних дыхательных путей и злокачественными новообразованиями. То есть повышение уровня заболеваемости отмечается не только за счет профессиональной патологии населения, занятого непосредственно на нефтедобывающих предприятиях, но и как следствие неблагоприятного воздействия нефтепромысловых объектов (Карамова Л.М., 1993; Артемьева А.А., Малькова И.Л., 2006).

Различные загрязняющие химические вещества, попадая в почву, воздух или воду, по экологическим звеньям переходят в организм человека (Сенотрусова С.В., 2005). Стабильность химического состава для организма является одним из важнейших и обязательных условий его функционирования (Войнар А.И., 1960; Бабенко Г.А., 1965; Mertz W., 1985). Отклонения в содержании химических элементов, вызванные в частности экологическими и климатогеографическими факторами, приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья. Недостаток, как и избыток, микроэлементов является фактором риска развития патологических изменений в организме, в том числе психических заболеваний (Агаджанян Н.А., Скальный А.В., 2001; Гресь Н.А., Скальный А.В., 2011).

Токсичность нефтепродуктов и выделяющихся из них газов определяется, главным образом, сочетанием углеводородов, входящих в их состав. Все углеводороды влияют на сердечно-сосудистую систему и на показатели крови, также возможно поражение печени, нарушение деятельности эндокринных желез. Особенности воздействия паров нефти и ее продуктов связаны с ее составом. Нефть, бедная ароматическими углеводородами, по своему действию приближается к бензиновым фракциям. Большое воздействие оказывает жидкая нефть на кожу, вызывая дерматиты и экземы (Давыдова С.Л., Тагасов В.И., 2004). В условиях нефтегазового техногенеза наблюдается существенное нарушение экологического равновесия, приводящее к загрязнению окружающей среды солями тяжелых металлов (ТМ), фенолами и другими химическими токсикантами (Ильязов Р.Г., 2007).

Из большого числа разнообразных химических веществ, поступающих в окружающую среду из антропогенных источников, тяжелые металлы занимают особое место и относятся к числу наиболее опасных экотоксикантов (Добровольский В.В., 1980; Моцик А., Пинский Д.Л., 1991; Skawarzec B., 1988; Petncom E., Liotta L., 2003). Наиболее чувствительными субпопуляциями к экспозиции тяжелых металлов, даже в низких дозах, являются пожилые лица, женщины фертильного возраста, дети (Бабушкина Н.П., Черепанова М.В., 2006). Опасность ТМ определяется тем, что они обладают способностью накапливаться в организме, вмешиваться в метаболические циклы, быстро изменять свою химическую форму при переходе из одной среды в другую, не подвергаются биохимическому разложению, вступают в многочисленные химические реакции друг с другом и с другими химическими соединениями, могут обуславливать дефицит эссенциальных элементов, вытесняя их из связи с белковыми компонентами (Авцын А.П. и др., 1991).

Механизмы транспорта и распределения металлов в организме изучены в настоящее время недостаточно. Транспорт металлов от места всасывания к области депонирования осуществляется через кровь и интерстициальную

жидкость. В крови металлы распределяются между клетками и плазмой. В плазме крови металлы по большей части связаны с белками. Дальнейшее распределение многих металлов существенно зависит от наличия специфических процессов, вовлеченных в транспорт и тканевое распределение химических веществ (Авцын А.П. и др., 1991; Тихонов М.Н., Цыган В.Н., 2010).

Таким образом, установлена прямая связь между ростом экологозависимых заболеваний и ухудшением экологической обстановки в регионе (Гичев Ю.П., 2000). Многими авторами показано, что среда обитания человека может оказывать отрицательное влияние на состояние здоровья населения (Favier A., 1998; Arnaud J., 1993; Кудрин А.В. и др., 2000; Онищенко Г.Г. и др., 2011; Crossgrove J., Zheng W., 2004; Ревич Б.А., 2007).

1.6. Заключение по обзору литературы

Работы специалистов из разных регионов страны показали, что многие крупные реки имеют экологические проблемы. Природопользование поверхностными водами в России требует дальнейшего совершенствования, особенно с учетом специфики условий отдельных субъектов – климатических условий, отраслей промышленности, высокой вероятности мощных наводнений и труднодоступности обширных территорий и т.д. Необходим полный компромисс между необходимостью использования гидроресурсов и поддержания природных вод в состоянии, позволяющем обеспечить нормальное функционирование общества как части природы.

В Республике Башкортостан в настоящее время рациональное использование водных ресурсов представляет собой крайне насущную проблему. Это, прежде всего, ограничение сбросов в водоемы, совершенствование технологий производства, очистки и утилизации.

Неудовлетворительное состояние малых рек, особенно качество воды в них, вызывает растущую тревогу у специалистов и общественности. Все яснее становится, что сохранение малых рек означает решение одного из самых важных

аспектов защиты окружающей природной среды. В Башкирии из-за высокой сельскохозяйственной освоенности территории и чрезмерной концентрации промышленных предприятий малые реки испытывают сильный антропогенный пресс.

Донные отложения представляют собой сложную многокомпонентную систему, которая, в зависимости от условий, складывающихся в водоеме, от сорбционных свойств самих отложений и от свойств веществ, которые поступают в водоемы, могут быть аккумулятором химических соединений и источником их вторичного поступления в толщу воды. Поэтому они вызывают все больший интерес у ученых-экологов. Мониторинг ДО должен быть неотъемлемой частью комплексной программы мониторинга.

На сегодняшний день рыболовство во внутренних пресных водоемах России и Башкортостана в частности играет важную роль и имеет большие перспективы. Рыбы представляют собой очень важную в хозяйственном и научном отношении группу позвоночных животных. Они занимают верхние этажи экологической пирамиды в водных экосистемах, и все, что происходит в глубине этой пирамиды, немедленно отражается на ее верхушке, поэтому по состоянию рыб уже можно довольно точно судить о состоянии всего водоема. Выявление особенностей накопления и распределения химических элементов в организме рыб вызывает высокий интерес с точки зрения оценки степени загрязнения водоема этими элементами, а также при изучении их миграции в экосистеме.

Многими авторами показано, что среда обитания человека может оказывать отрицательное влияние на состояние здоровья населения (Favier A., 1998; Arnaud J., 1993; Кудрин А.В. и др., 2000; Онищенко Г.Г. и др., 2011; Crossgrove J., Zheng W., 2004; Ревич Б.А., 2007). Установлена прямая связь между ростом экологозависимых заболеваний и ухудшением экологической обстановки в регионе (Гичев Ю.П., 2000).

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились с 2004 по 2015 гг. согласно схеме (рис. 1). Объекты исследования: поверхностная вода – анализ на содержание ТМ (Zn, Cu, Ni, Mn), нефтепродуктов и другие гидрохимические показатели; донные отложения – на Zn, Cu, Ni, Mn и нефтепродукты; мышечная ткань хищных рыб – на Zn, Cu, Ni, Mn; чешуя – на 30 химических элементов; кровь рыб – на 12 гематологических и биохимических показателей; состояние здоровья населения в бассейне р. Дёма по экологозависимым заболеваниям – новообразования (ЗН), врожденные пороки развития (ВПР)). Место исследования – р. Дёма – приток р. Белой на всем протяжении (~500 км) по территории Республики Башкортостан (рис. 2).

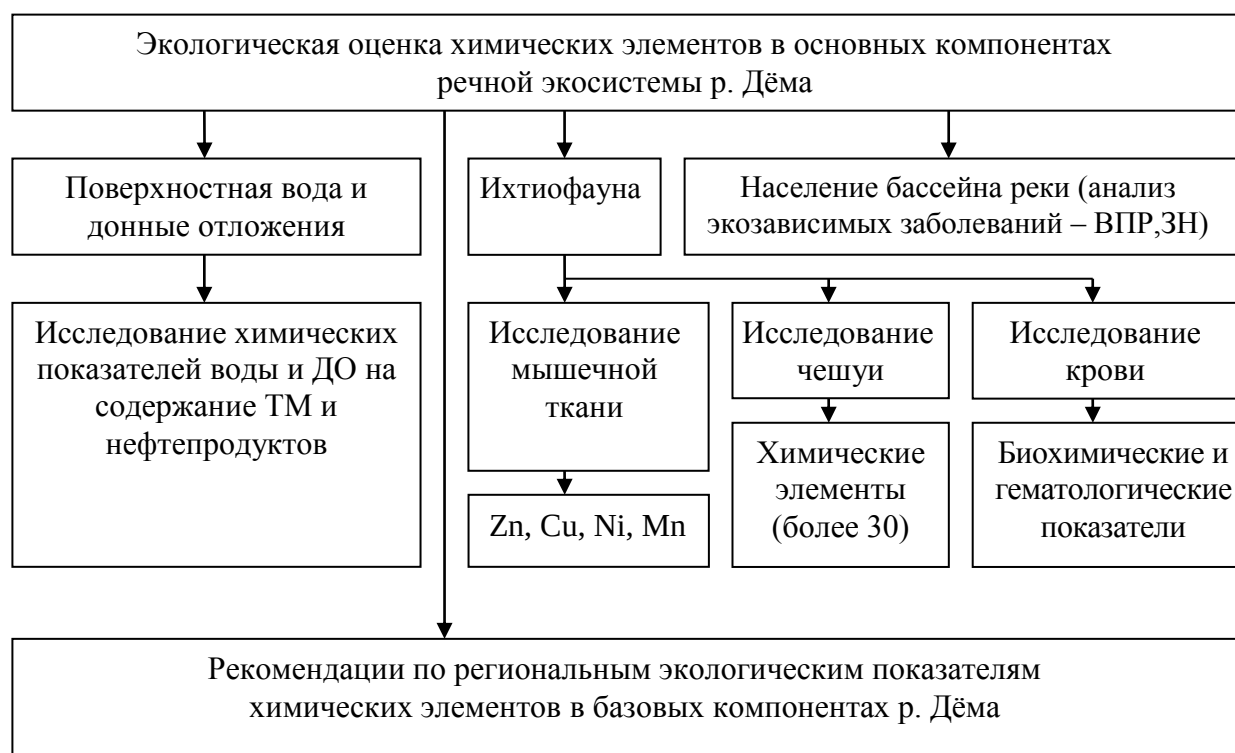


Рис. 1. Схема исследований



Рис. 2. Карта-схема отбора проб поверхностной воды, донных отложений, рыбы р. Дёма: п. 1 – выше впадения р. Мияки; п. 2 – ниже впадения р. Мияки; п. 3 – ниже Давлекановской малой гидроэлектростанции; п. 4 – ниже п. Чишмы; п. 5 – устье реки

Объекты и методы оценки загрязнения поверхностных вод

Оценка изменения экологической ситуации осуществлялась по гидрохимическому состоянию поверхностных вод р. Дёма и оз. Аслыкуль (расположенного в бассейне р. Дёма) за период 2004 – 2011 гг. по отчетным материалам Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан (ГД «О состоянии ...»), Камского БВУ (ГД «О состоянии ...») и ФГБУ «Башкирского УГМС» (Ежегодники качества поверхностных вод...).

Геохимическое состояние поверхностных вод р. Дёма определялось в среднем течении у села Кармышево Альшеевского района Республики Башкортостан и в устье – в черте г. Уфы (Ежегодники качества поверхностных вод...).

Исследованы следующие показатели: растворенный кислород; хлориды;

ХПК; БПК; азот аммонийный, нитритный, нитратный; сульфат-ионы. Особое внимание было уделено опасным экотоксикантам: тяжелым металлам (медь, цинк, никель, железо, марганец), фенолам и нефтепродуктам.

Оценка качества поверхностных вод проводилась по предельно допустимым концентрациям, установленным для водных объектов имеющих рыбохозяйственное значение (табл. 1).

Таблица 1

**Предельно допустимые концентрации для водоемов рыбохозяйственного назначения изученных веществ в поверхностной воде
(Перечень рыбохозяйственных нормативов, 1999)**

Наименование ингредиента	ПДК*р/х, мг/дм ³	Класс опасности
Кислород	летний период 4,0 зимний период 6,0	усл. 4
Хлориды	300,0	усл. 4
Сульфаты	100,0	усл. 4
ХПК	15,0	усл. 4
БПК ₅	3,0	усл. 4
Аммоний	0,4 по азоту	4
Нитрит-ион	0,02 по азоту	усл. 4
Нитрат-ион	9,1 по азоту	3
Железо общ.	0,1	4
Медь	0,001	3
Цинк	0,01	3
Никель	0,01	3
Марганец	0,01	3
Фенолы	0,001	3
Нефтепродукты	0,05	3

Пробы поверхностной воды в пяти пунктах русла реки на участках верхнего, среднего течений и устья в пределах Миякинского, Давлекановского, Чишминского и Уфимского административных районов Республики Башкортостан (табл. 2, рис. 2).

Отбор проб воды производился согласно требованиям ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана

природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия». Вода отбиралась серийно в количестве 10 проб с разных зон одного пункта и усреднялась в одну смешанную пробу.

Таблица 2

Реестр проб отбора поверхностных вод, донных отложений и вылова рыбы р. Дёма в пределах Республики Башкортостан

Пункт отбора пробы	Координаты пункта отбора пробы	
	Широта	Долгота
Выше впадения р. Мияки*	53°815′	54°723′
Ниже впадения р. Мияки	53°825′	54°749′
Ниже Давлекановской МГЭС	54°197′	55°043′
Ниже п. Чишмы	54°608′	55°511′
Устье реки (в черте г. Уфа)	54°709′	55°883′

* р. Мияки – правобережный приток р. Дёма

Собранный материал анализировался на содержание тяжелых металлов (ТМ) – цинка, меди, никеля и марганца – методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в аттестованной лаборатории Республиканского аналитического центра контроля качества воды ОАО «Башкоммунводоканал» (табл. 3).

Таблица 3

Параметры и методы анализа поверхностных вод

Наблюдаемый параметр	Метод анализа, прибор	Шифр нормативного документа
Марганец	атомно-абсорбционный, атомно-абсорбционный спектрофотометр АА-6200	ПНД Ф 14.1:2:4.139-98
Медь		ПНД Ф 14.1:2:4.140-98
Никель		ПНД Ф 14.1:2:4.140-98
Цинк		ПНД Ф 14.1:2:4.139-98
Хлорид-ионы	меркуриметрический	ПНД Ф 14.1:2:4.111-97
Нефтепродукты	ИК-спектрофотометрический, концентротомер КН-2м	ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000

Объекты и методы оценки загрязнения донного грунта

Донный грунт отбирался в пяти местах русла реки с различной антропогенно-техногенной нагрузкой в пределах Миякинского, Давлекановского, Чишминского и Уфимского административных районов Республики Башкортостан (табл. 2, рис. 2). Отбор донного грунта производился согласно требованиям ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность». Донные отложения отбирались серийно в количестве 10 проб с разных зон одного пункта, которые усреднялись в одну смешанную пробу. Собранный материал анализировался на содержание цинка, меди, никеля и марганца методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в аттестованной лаборатории Республиканского аналитического центра контроля качества воды ОАО «Башкоммунводоканал» (табл. 4).

Таблица 4

Параметры и методы анализа донного грунта

Наблюдаемый параметр	Метод анализа, прибор	Шифр нормативного документа
Марганец	атомно-абсорбционный, атомно-абсорбционный спектрофотометр АА-6200	РД 52.18.685-06 ПНДФ 16.1.22.23.3.36-02
Медь	атомно-абсорбционный, атомно-абсорбционный спектрофотометр АА-6200	РД 52.18.685-06 ПНДФ 16.1.22.23.3.36-02
Никель	атомно-абсорбционный, атомно-абсорбционный спектрофотометр АА-6200	РД 52.18.685-06 ПНДФ 16.1.22.23.3.36-02
Цинк	атомно-абсорбционный, атомно-абсорбционный спектрофотометр АА-6200	РД 52.18.685-06 ПНДФ 16.1.22.23.3.36-02

Высушивали и готовили к анализу донный грунт аналогично почвенным пробам по ГОСТ 29269-91 «Почвы. Общие требования к проведению анализов». Измерения массовой доли Zn, Cu, Ni, Mn в пробах грунта выполнялись методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в режиме

пламенной атомизации, который предусматривает следующие этапы:

- перевод металла в раствор путем полного разложения проб смесью азотной, хлорной и плавиковой кислот;
- измерение массовой концентрации металла в растворе проб;
- расчет массовой доли металла в пробах (РД 52.18.685-2006).

Для характеристики уровня загрязненности тяжелыми металлами донного грунта применяли метод сопоставления исследованных концентраций с допустимыми. Поскольку утвержденные экологические нормативы содержания микроэлементов в донных отложениях отсутствуют, при анализе полученных результатов были использованы ОДК для почв и значения регионального геохимического фона из литературных источников (Мажайский Ю.А., Гусева Т.М., 2006) (табл. 5).

Таблица 5

Ориентировочно допустимые концентрации химических веществ в почве и значения регионального геохимического фона (Опекунова, 2006)

Наименование ингредиента	ОДК, мг/кг	Региональный геохимический фон, мг/кг
Медь	33,0	48,0
Цинк	55,0	202,0
Никель	20,0	23,4
Марганец	1500	892,0

При оценке уровня техногенного загрязнения использовали ориентировочную шкалу опасности загрязнения рек по интенсивности накопления химических элементов в ДО по суммарному показателю загрязнения Z_c , рассчитываемому по формуле (Выборов С.Г. и др., 2004):

$$Z_c = \sum K_{ki} - (n - 1),$$

где K_{ki} – коэффициент концентрации i -го элемента;

n – количество суммируемых элементов.

$$K_{ki} = C_i / C_{i\phi},$$

где C_{if} и C_i – фоновое и фактическое содержание i -го элемента в ДО.

Отсутствию загрязнения соответствует $Z_c < 1$; слабому – < 10 ; среднему – $10-30$; высокому – $30-100$; очень высокому – $100-300$; чрезвычайно высокому – > 300 (Ахтямова Г.Г., 2009). При расчете суммарного показателя Z_c учитывались только накапливающие элементы ($K_k > 1,5$) (Кашулина Г.М. и др., 2007, Водянский Ю.Н., 2008).

Объекты и методы изучения ихтиофауны

Исследовалась чешуя хищной рыбы, выловленной в четырех пунктах русла реки на участках среднего течений и устья в пределах Давлекановского, Чишминского и Уфимского административных районов Республики Башкортостан в сентябре 2014 г. (рис. 2). Чешую отбирали сразу после отлова, высушивали, измельчали. Исследования проводились в лаборатории кафедры «Лазерной физики и спектроскопии» Гродненского государственного университета им. Янки Купалы (Белоруссия)³ с использованием рентгенофлуоресцентного анализатора «ElvsX CEP-01» с программным обеспечением (рис. 3). Измерения выполнялись по методике МВИ.МН 3272-2009 в лабораторных помещениях согласно условиям ГОСТ 22261-94 на содержание 30 химических элементов (Bi, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Fe, In, K, Mn, Ni, Pb, Rb, S, Sb, Sn, Sr, Ti, U, Zn, Zr).



Рис. 3. Рентгенофлуоресцентный анализатор «ElvsX CEP-01»

Этапы пробоподготовки представлены на рис. 4.

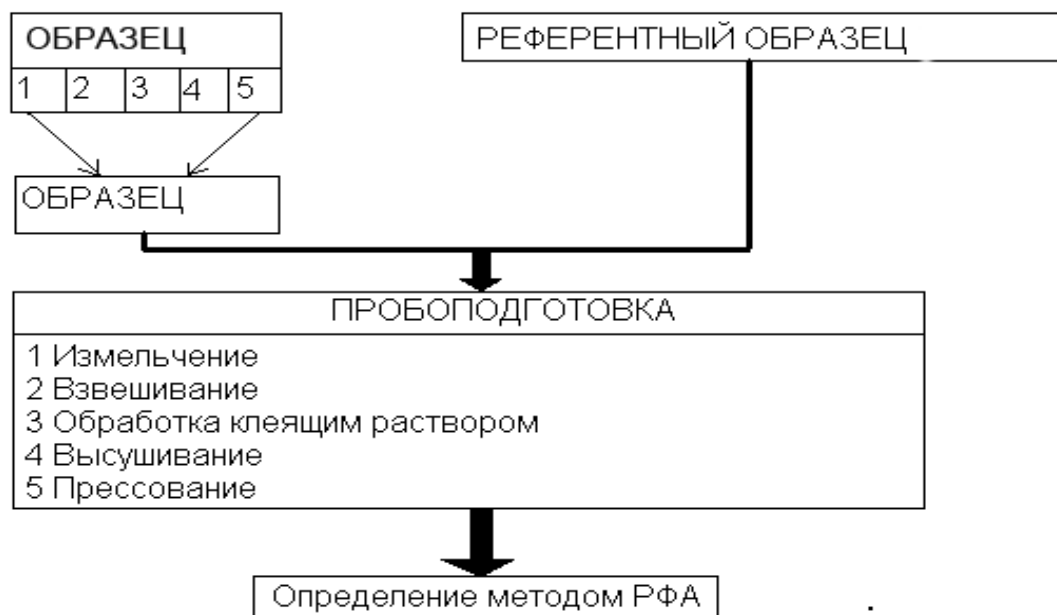


Рис. 4. Этапы пробоподготовки для рентгенофлуоресцентного анализа

Объекты и методы определения тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) в тканях рыбы

Биологические пробы – мышечная ткань хищных рыб, выловленных с одного пункта в количестве 10 экземпляров, усреднялась в единый образец.

Исследования на содержание ТМ образцов рыб проводились в аттестованном Испытательном лабораторном центре ФГУЗ «ЦГиЭ в Республике Башкортостан».

Металлы определялись на спектрофотометрах «Spectr AA-240FS» и «Spectr AA-280Z» посредством метода, основанного на минерализации сырья способом сухого озоления и определения концентрации элемента в растворе минерализата методом пламенной атомной абсорбции.

Полученные концентрации сравнивали с утвержденными санитарно-гигиеническими ПДУ металлов по СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», региональным уровнем и физиологической нормой по работам на

территории Республики Башкортостан (Назыров А.Д, 2003; Галатова Е.А., 2007; Аминева Ф.А., 2011; Курамшина Н.Г. и др., 2012) и исследованной территории (Курамшина и др., 2001; Бикташева Ф.Х., 2011) (табл. 6).

Таблица 6

Допустимый уровень концентрации металлов в мышцах рыб и физиологическая норма

Наименование ингредиента	ПДУ по СанПиН 2.3.2.560-96, мг/кг	Физиологическая норма, мг/кг
Медь	10,00	0,30
Цинк	40,00	7,80
Никель	10,00	
Марганец	-	-

Методы гематологических и биохимических показателей крови рыб

Кровь брали сразу после отлова. Место пункции после снятия чешуи обрабатывали спиртом и высушивали ватным диском для удаления слизи. Шприц использовали с инъекционной иглой, предварительно обработанной раствором коагулянтов. Пробы собирали в пробирки, наливая осторожно, во избежание гемолиза (Кудрявцев, 1969; Иванова, 1982).

Таблица 7

Изучаемые параметры и средства анализа крови

Наблюдаемый параметр	Средства / приборы анализа
Эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, гемоглобин	Полуавтоматический гематологический анализатор «Гемоскрин»
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	Аппарат Панченкова
Общий белок	Рефрактометр ИРФ-454Б2М
Холестерин	Фотоэлектроколориметр ФЭК
Глюкоза	Набор «ГЛЮКОЗА-ФКД», Фотоэлектроколориметр ФЭК

Для исследования гематологических показателей кровь брали из сердца с помощью шприца, который вводили с брюшной стороны по сагиттальной линии между грудными плавниками, для изучения биохимических показателей – из хвостовой артерии. Для исследования показателей крови использовались приборы, относящиеся к физико-химическим и оптико-физическим метода (табл. 7).

Объекты и методы исследования здоровья населения

Изучение демографической ситуации и состояния здоровья населения территории бассейна р. Дёма по административным районам Республики Башкортостан – Альшеевскому, Белебеевскому, Бижбулякскому, Давлекановскому, Миякинскому, Стерлибашевскому, Уфимскому, Федоровскому и Чишминскому – проведено по данным Башкортостанстата и Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по РБ (ГД «О санитарно-эпидемиологической обстановке...»). Динамика демографической ситуации изучена за 6 лет (2006-2011 гг.), заболеваемости новообразованиями (как злокачественными, так и доброкачественными) – за 10 лет (2002-2011 гг.), заболеваемости ВПР (врожденными пороками развития) – за 2 года (2004 г., 2008 г.).

Результаты исследований обрабатывались статистическими методами математического анализа по общепринятым методикам (коэффициент корреляции Пирсона, коэффициент ранговой корреляции Спирмена) (Доспехов Б.А., 1985) с использованием программы Microsoft Excel.

ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ р. ДЁМА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

3.1 Экогеохимическая оценка поверхностных вод р. Дёма

Современный тип эколого-экономического развития Республики Башкортостан можно определить как техногенный, то есть природоёмкий, базирующийся на использовании средств производства, созданных без учета экологических ограничений. Во многих городах республики загрязнение воздуха, водных объектов превышает санитарно-гигиенические нормы (Балков, 1978; Греев, 2002; Курамшина, 2005; Госдоклад, 2010). Качество поверхностных вод в Башкортостане на реках Белая, Дёма, Уфа, Уршак, Шунгуровка и других сформировалось под влиянием гидрохимического состава подземных вод, сбросов сточных вод с промышленных объектов, поверхностного стока с сельскохозяйственных земель, лесов и территорий населенных пунктов (Госдоклад, 2010; Ежегодники, 2004-2009; Курамшина Н.Г. и др., 2006).

Экологическое состояние территории может быть оценено путем изучения качества воды ее малых рек. Водные экосистемы урбанизированных территорий как конечное звено миграции загрязняющих веществ испытывают значительное антропогенное воздействие, проявляющиеся, в частности, в возрастании притока тяжелых металлов и биогенных элементов. Экологическая интерпретация понятия «качество воды» предполагает многоцелевое использование водных ресурсов. Поэтому все реки республики Башкортостан отнесены к рыбохозяйственному значению. Водные ресурсы рек Башкортостана складываются из количества воды, поступающей из сопредельных территорий (Оренбургской, Челябинской, Свердловской областей и республики Татарстан), а также ресурсов, формирующихся в пределах самой республики. Среднегодовой сток рек на территории республики составляет 34,96 км³, в том числе местные водные ресурсы – 25,5 км³. Приток

речных вод с соседних территорий (верховье рек Уфа, Ай, Юрюзань, Сим, Быстрый Танып, Тюй, Сарс, Буй, Дёма) – 9,46 км³ (Абдрахманов, 2005).

Республика Башкортостан расположена в пределах бассейнов рек Волги, Урала и Оби (рис. 5). К бассейну реки Волги относятся реки Белая, Буй и Западный Ик (левые притоки р. Камы). Они основные – их водосборы охватывают 79 % территории республики. Водосборы рек бассейна Урала охватывают 20 %. Самый незначительный водосбор бассейна реки Оби, представленный верховьями рек Ай и Миасс, – 1 % территории республики (Абдрахманов, 2005; Госдоклад, 2011).



Рис. 5. Бассейны рек Башкортостана и их водосборные площади

Река Дёма малая, а к устью – средняя. Это второй по величине приток реки Белой (рис. 6). Она представляет собой типичную равнинную реку, пересекающую степную и лесостепную зоны. Преодолев большое расстояние, впадает в реку Белую в 475 км от устья слева в районе г. Уфы. Общая длина реки 535 км, из которых 420 км находятся в границах Башкортостана. Площадь

водосбора 12 800 км². Она принимает 79 притоков длиной более 10 км, общей длиной 298 км. В бассейне реки насчитывается 415 озер, общая площадь которых составляет 34,7 км².

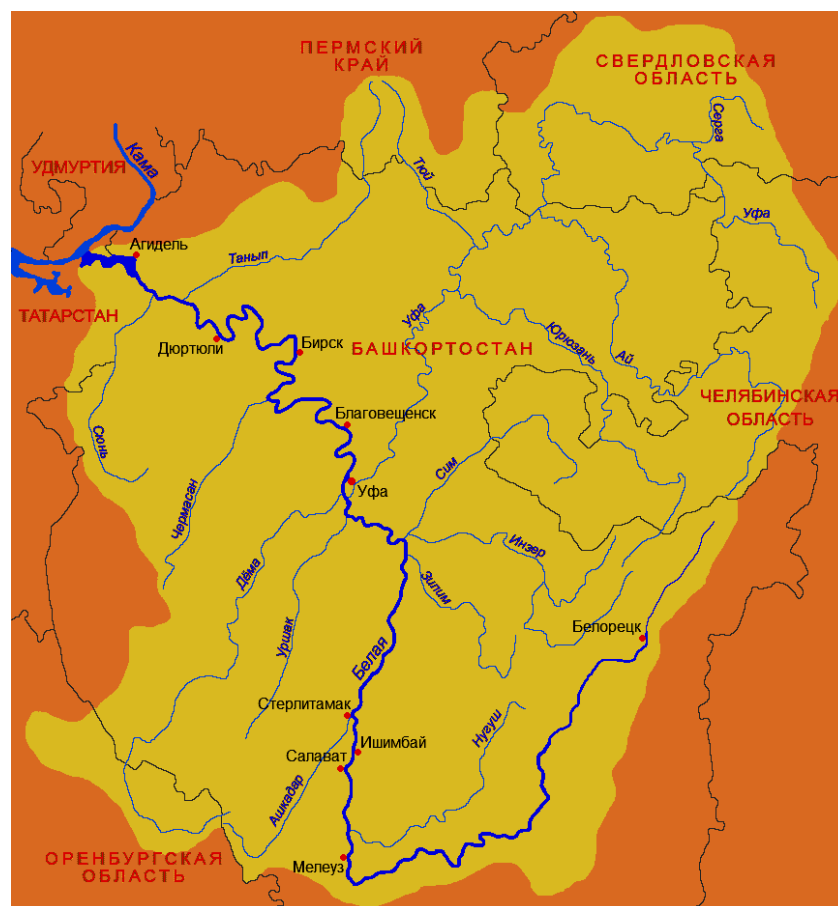


Рис. 6. Основные реки Республики Башкортостан

Нами были изучены изменения экологической ситуации по гидрохимическому состоянию реки Дёма – одного из главных притоков основной бассейнообразующей реки Белой.

За период 2004-2013 гг. проведен анализ следующих показателей: растворенный кислород; хлориды; ХПК; БПК; азот аммонийный, нитритный, нитратный; сульфат-ионы (табл. 8, рис. 8-14). Особое место было уделено наиболее опасным экотоксикантам: тяжелым металлам (медь, цинк, никель, железо, марганец), а также фенолам и нефтепродуктам. Геохимическое состояние

поверхностных вод реки Дёма определялось в среднем течении у села Кармышево и в устье у города Уфы. В результате изучения гидрохимии поверхностных вод р. Дёма выявлен ежегодный (за исключением 2008 г.) значительный рост содержания нефтепродуктов: средняя концентрация 2007-2013 гг. по сравнению с 2004-2006 гг. в 1,25 раза выше.

Таблица 8

Оценка экологического риска ($K_k = C_{cp}/ПДК_{p/x}$) по гидрохимическим показателям поверхностных вод р. Дёма (устье)

Наименование хим. вещества (класс опасности)	ПДК р/х, мг/дм³	Содержание ХВ, мг/дм³		Кк	Содержание ХВ, мг/дм³		Кк
		2004-2006 гг.			2007-2013 гг.		
		Cmin-Cmax	Ccp		Cmin-Cmax	Ccp	
Сульфаты (усл. 4)	100,0	263,0-312,0	287,5	2,875	257,0-390,0	323,5	3,235
Нитрит-ион (усл. 4)	0,02 по азоту	0,010-0,022	0,016	0,8	0,005-0,008	0,007	0,350
Железо (общ.)	0,10	0,060-0,130	0,090	0,9	0,040-0,110	0,074	0,74
Медь	0,001	0,004-0,011	0,0075	7,5	0,007-0,025	0,0016	1,63
Цинк	0,01	0,001-0,005	0,003	0,3	0,001-0,004	0,0024	0,24
Никель	0,01	0,002-0,008	0,005	0,5	0,003-0,004	0,0032	0,32
Марганец	0,01	0,053-0,064	0,059	5,9	0,037-0,081	0,0586	5,86
Нефтепродукты (3)	0,05	0,04-0,007	0,055	1,1	0,048-0,119	0,084	1,680
Интегральный показатель							
ХПК (усл. 4)	15,0	22,6-27,4	25,0	1,67	25,4-31,1	28,25	1,883

Результаты по содержанию нефтепродуктов, представленные в таблице 8, показывают, что максимальная средняя концентрация зафиксирована в 2010 году (0,119 мг/дм³) и ПДК_{р/х} в 2,38 раза (рис. 12). Нефть и нефтепродукты действуют на водную фауну в нескольких направлениях: поверхностная масляная пленка задерживает диффузию газов из атмосферы в воду, создавая дефицит кислорода; водорастворимые соединения проникают в организм гидробионтов и вызывают

отравление; донные отложения нефти подрывают кормовую базу водоемов и поглощают кислород из воды. Рост содержания нефтепродуктов в поверхностных водах ведет к повышению уровня ХПК, что подтверждается полученными данными: химическое поглощение кислорода с 2004 по 2013 гг. имеет стабильную тенденцию роста, максимальная средняя концентрация приходится на 2010 год ($31,1 \text{ мг/дм}^3$), она превышает допустимую концентрацию более чем в 2 раза (рис. 14).

Присутствие органических веществ в воде повышает количество микроорганизмов и, соответственно, увеличивает значения БПК₅. В природных водах его величина обычно не превосходит $0,5 \text{ мг/дм}^3$, более высокие показатели указывают на наличие загрязнения. Анализ результатов наблюдений показал, что величина БПК₅ в воде р. Дёма за 2004-2013 гг. возросла ($0,92-1,11 \text{ мг/дм}^3$), но превысила фоновые показатели незначительно.

Обращает на себя внимание соотношение показателей нефтепродуктов и БПК₅. Как правило, в водоемах с повышенным содержанием нефтепродуктов подавляется микрофлора, о чем должно свидетельствовать снижение уровня БПК₅. Однако данная закономерность в поверхностных водах р. Дёма не наблюдается.

Особое внимание было уделено кислороду как обязательному условию для поддержания жизни. Он постоянно расходуется на дыхание гидробионтов, окисление органических и минеральных веществ. Оптимальное содержание кислорода составляет $6-11 \text{ мг/дм}^3$, нижний предел – $4-5 \text{ мг/дм}^3$. Концентрация кислорода за рассмотренный период времени в поверхностных водах р. Дёма отвечает нормативным требованиям, и среднее значение составило $9,37 \text{ мг/дм}^3$, минимальное значение зафиксировано в 2009 году ($9,08 \text{ мг/дм}^3$), максимальное – в 2008 году ($9,93 \text{ мг/дм}^3$).

Сопоставление гидрохимических показателей воды р. Дёма за семь лет (2004-2013 гг.) показало незначительный рост средней концентрации хлоридов ($34,7-40,2 \text{ мг/дм}^3$). Поскольку предельно допустимая концентрация хлоридов в

водоемах рыбохозяйственного назначения составляет 300 мг/дм³, данные значения являются безопасными. Их содержание в пресных водоемах редко превышает 40-60 мг/дм³. Но увеличение содержания хлоридов указывает на загрязнение водного объекта промышленными и бытовыми стоками.

Средняя концентрация фенола в воде реки стабильно держится на одном уровне и равна ПДК_{р/х} 0,001 мг/дм³. Фенолы способны передаваться по трофическим цепям и накапливаться в рыбах, поэтому данная ситуация является критической.

Тяжелые металлы (ТМ) способны накапливаться в воде и донных отложениях, сохраняя при этом в течение длительного времени активную форму. Постоянное загрязнение ими поверхностных вод приводит к аккумуляции ТМ в гидробионтах, нарушению многих физиологических функций, снижению темпа роста, изменению численности биомассы, ее видового разнообразия и состава (Курамшина и др., 2006, 2009). Сравнение гидрохимических показателей поверхностных вод р. Дёма в 2004-2006 гг. со средними значениями в 2007-2013 гг. показало, что концентрация меди снизилась более, чем в 4 раза, железа – 1,3 раза, в содержании цинка, никеля и марганца значительных изменений не наблюдалось.

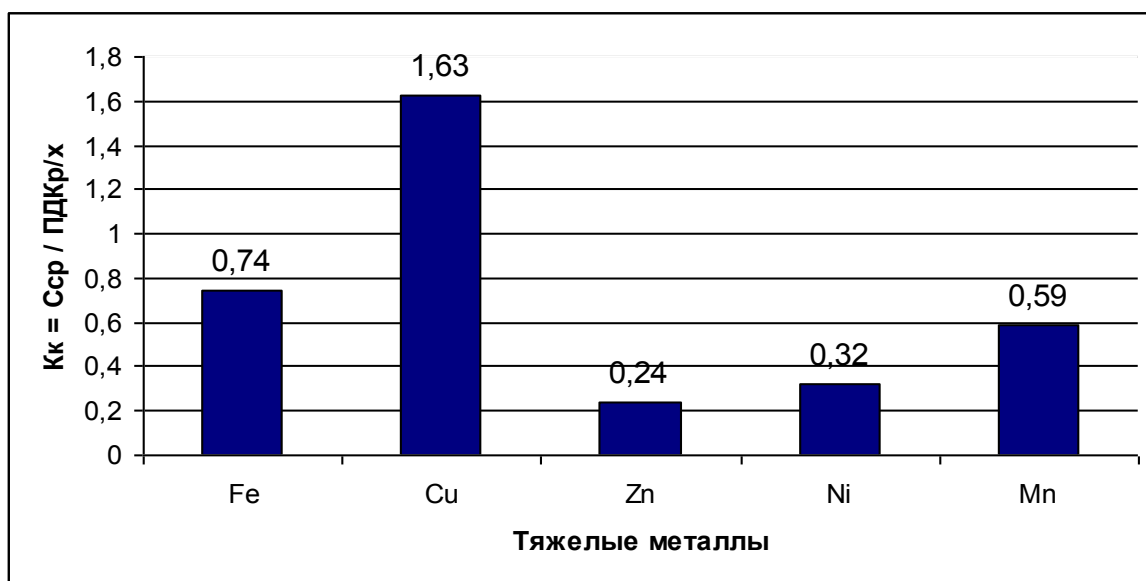


Рис. 7. Коэффициенты средней концентрации тяжелых металлов в воде р. Дёма (2 км от устья) за 2007-2010 гг.

Оценка экологического риска по коэффициенту концентрации (K_k) для тяжелых металлов показала, что наибольшее значение, как в 2004-2006 гг., так и в 2007-2013 гг., у марганца и меди (рис. 7).

Естественными источниками поступления марганца в водную среду являются процессы растворения железомарганцевых руд, различных минералов, останков животных. Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями марганца обусловлено их выносом со сточными водами предприятий металлургической и нефтехимической промышленности. В природных водах его содержание колеблется от единиц до десятков и даже сотен микрограммов в литре (Абдрахманов, 2005). Основными источниками поступления меди в окружающую среду являются промышленные выбросы, отходы, сточные воды, транспорт, медьсодержащие удобрения и пестициды (Госдоклад, 2010).

Также для оценки качества воды большое значение имеют сульфаты органического происхождения, образующиеся в процессе разложения серосодержащих органических веществ через последовательное выделение сероводорода. Повышенное содержание сульфатов ухудшает органолептические свойства воды и может оказывать физиологическое действие на организм человека (Курамшина, 2005). Средняя концентрация сульфатов в воде р. Дёма за весь рассмотренный период времени (2004-2013 гг.) значительно превышает значения ПДК_{р/х} (100,0 мг/дм³): в 2004-2006 гг. – в 2,9 раза, в 2007-2013 гг. – в 3,2 раза (рис. 13).

Превышения содержания соединений азота (аммония, нитрит-иона, нитрат-аниона) в воде р. Дёма не наблюдается. Лишь в 2004 и 2005 гг. значения средних концентраций нитрит-иона (0,018 и 0,022 мг/дм³ соответственно) оказались близки к ПДК_{р/х} (0,02 мг/дм³ по азоту).

Изучено содержание и рассчитан индекс экологического риска для тяжелых металлов в поверхностных водах устья р. Дёма (рис. 15).



Рис. 8



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14



Рис. 15. Устье реки Дёма – притока реки Белой (в черте г. Уфа)

Концентрации металлов в воде определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Содержание анализируемых элементов в природной воде р. Дёма (в 2 км от устья) представлено в табл. 9.

Таблица 9

Характеристика среднего содержания металлов и экологического индекса в р. Дёма (2009 г.)

Ингредиент	Ci, мг/л	СанПиН 2.1.7 1074-01, мг/л	ПДК _{р/х} , мг/л	Класс опасн.	Эколог. индекс, Ci/ПДК _{СанПиН}	Эколог. индекс, Ci/ПДК _{р/х}
Hg	0,00001	0,0005	0,00001	1	0,020	1,00
Mn	0,0656	0,1	0,001	3	0,656	6,56
Cu	0,0030	1,0	0,001	3	0,003	3,03
Zn	0,0040	5,0	0,01	3	0,001	0,40
Ni	0,0060	0,02	0,01	3	0,300	0,60
Cr	0,0035	0,05	0,02	3	0,069	0,17
Fe	0,1100	0,3	0,1	4	0,37	1,10
Ca	126,4	не уст.	180,0	усл.4	-	0,70
Mg	37,18	не уст.	40,0	усл.4	-	0,93
Na+K	12,36	-	-	усл. 4	-	-

В поверхностных водах р. Дёма содержится один металл I класса опасности (ртуть), пять металлов III класса опасности (медь, цинк, никель,

хром, марганец) и пять – IV класса (железо, кальций, магний, натрий и калий). Суммарная масса металлов в воде р. Дёма составляет 176,13 мг/л; основная часть (175,94 мг/л – 99,89 %) которой определяется массой кальция, марганца и магния. Масса тяжелых металлов в воде реки Дёма составляет 0,19 мг/л (0,11 %), значительного превышения ПДК для вод рыбохозяйственного назначения не отмечается, за исключением содержания марганца и меди (рис. 16).

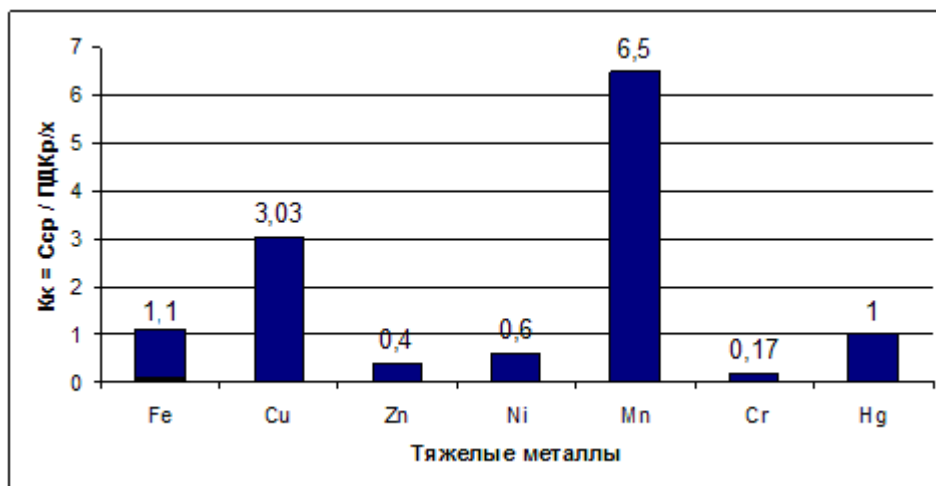


Рис. 16. Характеристика экологического индекса ($C_i/\text{ПДК}_{p/x}$) для тяжелых металлов в поверхностных водах р. Дёма

На основании анализа содержания тяжелых металлов в воде проведены расчеты потенциального экологического риска по методике (Выборов С.Г. и др., 2004). Коэффициент токсичности тяжелых металлов, присутствующих в р. Дёма рассчитан по формуле:

$$K_{Ti} = \lambda_i (BPJ_H / BPJ)^{1/2},$$

где K_{Ti} – коэффициент токсичности тяжелых металлов;

λ_i – относительная индивидуальная токсичность тяжелых металлов;

BPJ_H – нормативное значение биопродуктивности ($BPJ_H = 5$);

BPJ – биопродуктивность водоема (0,02 мг/л).

Потенциальный экологический риск определяется выражением:

$$ER_i = K_{Ti} \cdot K_{Pi},$$

где $K_{pi} = C_i / C_i(\text{фон})$,

C_i – наблюдаемая концентрация металла в воде;

$C_i(\text{фон})$ – фоновая концентрация металла в воде.

Значения потенциального экологического риска содержания тяжелых металлов в р. Дёма представлены в таблице 10.

Таблица 10

Потенциальный экологический риск для тяжелых металлов в р. Дёма

Металл	Hg	Cu	Zn	Ni	Cr
Инд. токсичность металла	90	3	1	3	3
Фоновая концентр. металла, мг	0,0001	0,007	0,020	0,0025	0,001
ERi	1,423	20,538	3,194	1,138	164,118

По данным таблицы 10 определен индекс экологического риска (RJ) для тяжелых металлов, содержащихся в реке Дёма:

$$RJ = \sum ERi = 190,411$$

Уровни экологического риска по классификации определяется как (Ахтямова Г.Г., 2009):

$RJ < 150$ – низкий;

$150 < RJ < 300$ – умеренный;

$300 < RJ < 600$ – значительный;

$RJ > 600$ – высокий.

Определенный индекс экологического риска (RJ) для реки Дёма показывает, что содержание тяжелых металлов в воде превышает нормы поверхностных вод по классификации. Изучение сезонных концентраций тяжелых металлов в поверхностных водах р. Дёма показало, что в течение года (2009 г.) наибольшие сезонные колебания характерны для марганца – от 0,05 до 0,098 мг/л, для цинка – от 0,002 до 0,019 мг/л и для хрома – от 0,001 до 0,0145 мг/л (табл. 11).

Рост содержания марганца (Mn) в воде реки Дёма (в 2 км от устья) прослеживается с января по май включительно и, достигнув максимального значения (0,0985 мг/л), снова идет на убыль до октября-месяца. Анализ содержания цинка (Zn) в течение года не выявил явной динамики роста или снижения значений, лишь в марте, июне и июле зафиксированы более значительные концентрации (0,0064 мг/л, 0,005 мг/л и 0,019 мг/л соответственно). В апреле наблюдается увеличение в разы концентраций меди (0,0072 мг/л), хрома (0,015 мг/л) в поверхностных водах р. Дёма.

Таблица 11

Содержания некоторых металлов в воде р. Дёма (2009 г.), мг/дм³

Металл	ПДКр/х, мг/дм ³	Кл. оп.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Hg	0,0001	1	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Cu	0,001	3	0,002	0,003	0,002	0,007	0,002	0,003	0,002	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002
Zn	0,01	3	0,002	0,002	0,006	0,002	0,002	0,005	0,019	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002
Ni	0,01	3	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,019	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cr	0,02	3	0,001	0,001	0,002	0,015	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002
Mn	0,01	3	0,050	0,070	0,050	0,005	0,098	0,074	0,054	0,050	0,050	0,050	0,083	0,073
Fe	0,1	4	-	0,02	-	0,34	0,02	-	-	0,03	0,02	-	0,04	-

Установленная сезонная динамика поведения растворенных форм тяжелых металлов объясняется тем, что большинство элементов поступает в поверхностные воды рек преимущественно во время половодья с талыми снеговыми водами. Концентрации ТМ в половодье в разы превышают содержания в межень. Однако меженные значения всех рассмотренных элементов (кроме Cu и Mn), в свою очередь, не превышают предельно допустимые концентрации. Содержание Cu в течении 2009 г. превышает ПДКр/х от 2 до 7 раз, Mn – от 5 до 9 раз.

Изучение динамики содержания ТМ в реке Дёма за период с 2008 по 2010 гг. представлено в таблице 12.

Из таблицы 12 следует, что большая часть исследуемых металлов в 2009 г., по сравнению с 2008 и 2010 гг., имеет максимальное значение концентрации (Cu, Zn, Ni, Fe). Содержание хрома имеет резко выраженную динамику роста, которое за анализируемый период возросло более чем в 3,5 раза. Концентрация марганца, напротив, за рассматриваемый период времени снизилась в 1,13 раза, но тем не менее имеет наибольший экологический риск, оцененный по коэффициенту концентрации. Ртуть и никель выделяются из представленного в таблице 4 ряда металлов относительной стабильностью уровня содержания в поверхностных водах реки Дёма.

Таблица 12

**Динамика содержания тяжелых металлов в поверхностной воде
р. Дёма (в 2 км от устья)**

Металл	Год	Концентрация, мг/дм ³		ПДКр/х, мг/дм ³
		средняя	максимальная	
Hg	2008	0,00001	0,00001	0,0001
	2009	0,00001	0,00001	
	2010	0,00001	-	
Cu	2008	0,0022	0,0054	0,001
	2009	0,00303	0,0048	
	2010	0,00300	-	
Zn	2008	0,00322	0,0126	0,01
	2009	0,00403	0,0064	
	2010	0,00375	-	
Ni	2008	0,005	0,014	0,01
	2009	0,006	0,019	
	2010	0,005	-	
Cr	2008	0,00283	0,0060	0,02
	2009	0,0035	0,0145	
	2010	0,0100	-	
Mn	2008	0,0688	0,1250	0,01
	2009	0,0656	0,0985	
	2010	61,25	-	
Fe	2008	0,04	0,09	0,1
	2009	0,08	0,34	
	2010	0,02	-	

Характеристики среднего содержания металлов и экологических индексов ($C_i/PДК_{СанПиН}$, $C_i/PДК_{p/x}$) в р. Дёма за 2009 г. показали, что не наблюдается превышения предельно-допустимых концентраций всех рассмотренных ТМ, кроме Мп и Сп. Рассчитанный экологический риск (RJ) для ТМ в реке Дёма также показывает высокие содержания токсикантов в воде.

Таким образом, оценка сложившейся экологической ситуации на малых реках РБ на примере р. Дёма требует углубленных исследований по влиянию загрязненных вод на здоровье населения, использующего воду для хозяйственно-питьевых целей, а также по состоянию естественных обитателей-гидробионтов, способствующих нормализации качества поверхностных вод.

Содержание тяжелых металлов в поверхностной воде р. Дёма приведено в таблицах 13 и 14.

Таблица 13

Содержание тяжелых металлов в поверхностной воде р. Дёма (2012 г.)

Пункт отбора проб на р. Деме	М±m, мг/дм ³			
	Цинк	Медь	Никель	Марганец
Выше впадения р. Мияки	0,004±0,0006	0,001±0,0001	0,001±0,0001	0,015±0,002
Ниже впадения р. Мияки	0,015±0,002	0,001±0,0001	0,002±0,0003	0,023±0,003
Ниже Давлекановской МГЭС	0,046±0,007	0,001±0,0001	0,001±0,0001	0,01±0,001
Ниже п. Чишмы	0,006±0,0009	0,003±0,0004	0,001±0,0001	0,047±0,007
Устье реки	0,004±0,0006	0,001±0,0001	0,001±0,0001	0,027±0,004
Ср. концентрация $C_{ср}$, мг/дм ³	0,015	0,001	0,001	0,024
ПДК р/х, мг/дм ³	0,01	0,001	0,01	0,01
Кл. опасности	3	3	3	3

В природной воде р. Дёма, отобранной в сентябре 2012 г., наибольшее количественное значение из анализированных металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) имеет марганец. Его средняя концентрация (0,024 мг/дм³) превышает ПДК_{р/х} (0,01 мг/дм³) в 2,4 раза. Максимальная концентрация марганца (0,047 мг/дм³),

превышающая остальные более чем в 2 раза, определена в точке отбора проб № 4 (ниже п. Чишмы), минимальная – в точке № 3 (ниже Давлекановской МГЭС). В 2012 году практически не выявлено содержания никеля в поверхностной воде реки. Медь определена лишь в одной точке – ниже п. Чишмы, но в превышающей допустимый уровень концентрации ($0,003 \text{ мг/дм}^3$). По результатам анализа уровень содержания цинка в четырех точках отбора проб из пяти приблизительно на одном уровне, лишь ниже Давлекановской МГЭС наблюдается скачок концентрации в $0,046 \text{ мг/дм}^3$, что превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов почти в 5 раз ($K_k = 4,6$).

Таблица 14

Содержание тяжелых металлов в поверхностной воде р. Дёма (2013 г.)

Пункт отбора проб на р. Деме	$M \pm m, \text{ мг/дм}^3$			
	Цинк	Медь	Никель	Марганец
Выше впадения р. Мияки	$0,004 \pm 0,0006$	$0,004 \pm 0,0006$	$0,005 \pm 0,0007$	$0,032 \pm 0,005$
Ниже впадения р. Мияки	$0,004 \pm 0,0006$	$0,005 \pm 0,0007$	$0,0014 \pm 0,0002$	$0,036 \pm 0,005$
Ниже Давлекановской МГЭС	$0,004 \pm 0,0006$	$0,004 \pm 0,0006$	$0,002 \pm 0,0003$	$0,039 \pm 0,006$
Ниже п. Чишмы	$0,017 \pm 0,002$	$0,004 \pm 0,0006$	$0,002 \pm 0,0003$	$0,054 \pm 0,008$
Устье реки	$0,009 \pm 0,001$	$0,001 \pm 0,0001$	$0,004 \pm 0,0006$	$0,056 \pm 0,008$
Ср. концентрация $C_{\text{ср}}, \text{ мг/дм}^3$	0,007	0,004	0,003	0,043
ПДК р/х, мг/дм^3	0,01	0,001	0,01	0,01
Кл. опасности	3	3	3	3

Результаты аналогичного атомно-абсорбционного спектрального анализа воды р. Дёма в 2013 году иллюстрируют некоторое ухудшение гидрохимической ситуации (рис. 17). Так же, как и в 2012 году, наибольшую концентрацию из исследованных токсикантов имеет марганец ($C_{\text{ср}} = 0,043 \text{ мг/дм}^3$), превышающую допустимое значение ($0,01 \text{ мг/дм}^3$) в среднем в 4,3 раза, а результаты 2012 г. – приблизительно в 2 раза. Ниже п. Чишмы и в устье реки марганца выявлено больше, чем в остальных трех точках отбора проб.

Содержание никеля в воде находится на допустимом уровне. При сопоставлении результатов 2012 г. и 2013 г. заметно возросла концентрация меди – более чем в 4 раза. Требованиям нормативов содержание меди удовлетворяет лишь в точке № 5 (устье реки). Содержание цинка в четырех точках отбора проб находится в пределах ПДК_{р/х} (0,01 мг/дм³), в точке ниже п. Чишмы наблюдается превышение в 1,7 раза (0,017 мг/дм³).

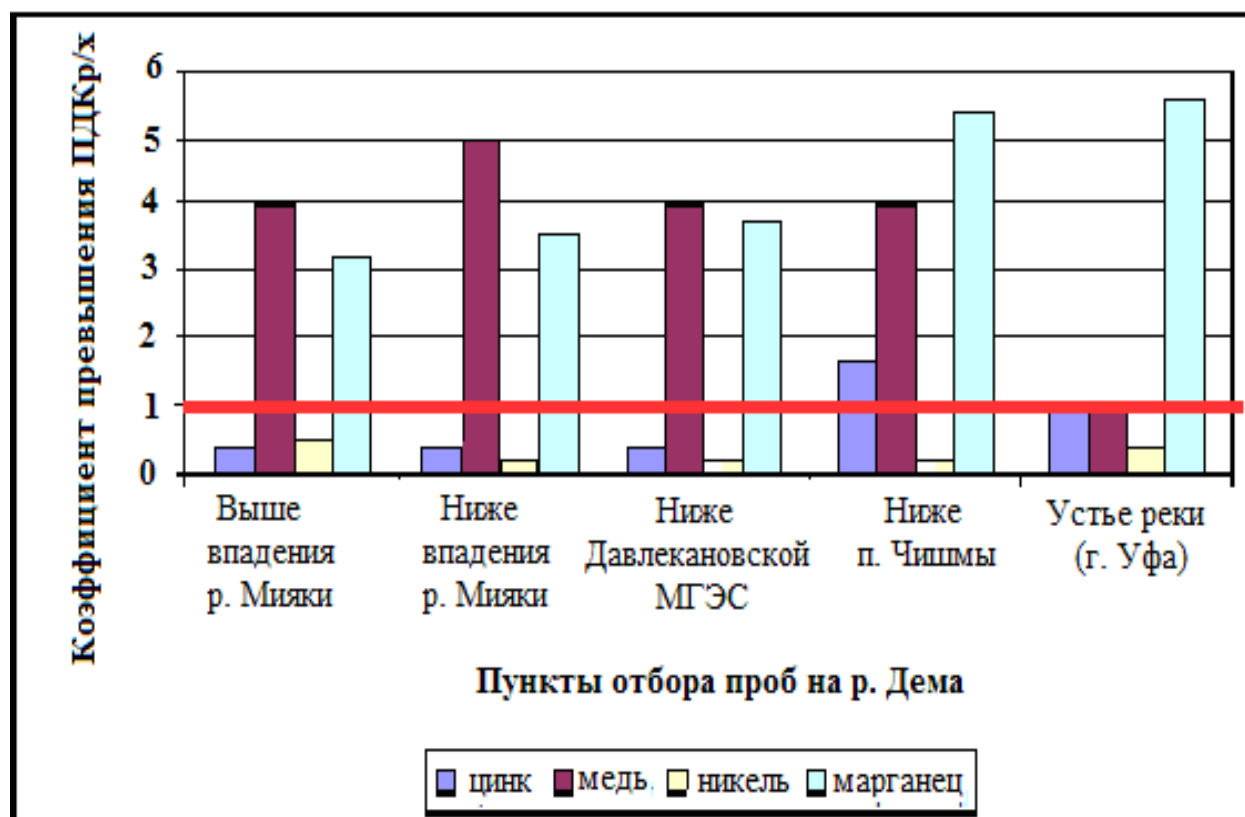
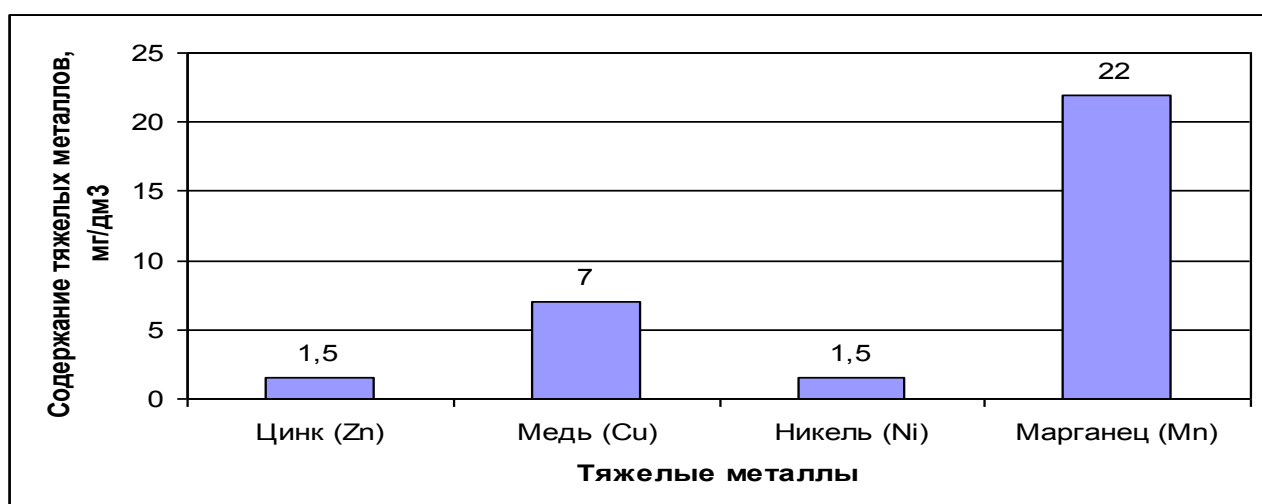


Рис. 17. Коэффициент превышения предельно-допустимых концентраций по цинку, меди, никелю и марганцу в природной воде р. Дёма (2013 г.)

Поскольку большинство химических элементов, в частности ТМ, поступают в поверхностные воды рек преимущественно во время половодья с талыми снеговыми водами, в мае 2013 г. были отобраны пробы природной воды р. Дёма в 2 км от устья для определения содержания цинка, меди, никеля и марганца. Результаты, полученные в ходе выполнения анализа, представлены в табл. 15 и на рис. 18.

**Содержание тяжелых металлов в поверхностной воде р. Дёма
во время половодья**

Наименование хим. вещества (ингредиента)	Класс опасности	ПДК _{р/х} , мг/дм ³	$M \pm m$, мг/дм ³	$K_k =$ $C_{хв}/ПДК$
Цинк (Zn)	3 (опасн.)	0,01	0,015±0,002	1,5
Медь (Cu)	3 (опасн.)	0,001	0,007±0,001	7,0
Никель (Ni)	3 (опасн.)	0,01	0,015±0,002	1,5
Марганец (Mn)	3 (опасн.)	0,01	0,22±0,033	22,0



**Рис. 18. Содержание тяжелых металлов в поверхностной воде р. Дёма
во время половодья**

Из представленного в таблице 2 ряда металлов марганец отличается своим значительно высоким содержанием (0,22 мг/дм³), превышающим допустимые нормативы в 22 раза, результаты анализов сентября 2012 г. и августа 2013 г. – в 9,2 и 5,1 раза соответственно. По результатам анализа в мае 2013 г. у меди минимальная концентрация (0,007 мг/дм³), тем не менее, она существенно превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов (в 7 раз), и

результаты анализов, выполненных в сентябре 2012 г. ($<0,001$ мг/дм³) и августе 2013 г. ($0,004$ мг/дм³). Уровень содержания цинка и никеля составил $0,15$ мг/дм³, что не удовлетворяет допустимым концентрациям ($0,01$ мг/дм³) и превышает значения, полученные в сентябре 2012 г. ($C_{cp}(Zn) 0,013$ мг/дм³; $C_{cp}(Ni) <0,001$ мг/дм³) и августе 2013 г. ($C_{cp}(Zn) 0,007$ мг/дм³; $C_{cp}(Ni) 0,003$ мг/дм³).

3.1.1 Гидрогеохимическая оценка поверхностной воды озера Аслыкуль

В Башкортостане самым большим, как по площади зеркала, так и по объему воды, является озеро Аслыкуль, расположенное в бассейне р. Дёма (рис. 19). Так, при площади зеркала, равной $23,5$ км², в нем аккумулировано около $119,0$ млн м³ воды. Гидрохимический режим озера определяется рядом факторов, из которых ведущее значение имеют размеры озера, его площадь, глубина и конфигурация. Соотношение средней и максимальной глубины озера характеризует форму озерной котловины, которая, в свою очередь, оказывает влияние на устойчивость водных масс, термический режим и перераспределение донных отложений. Данный показатель для озера Аслыкуль близок к значению $0,8$, что может свидетельствовать о конусообразной форме озерной котловины. Удельный водосбор озера, определенный как отношение площади водосбора озера к площади его водного зеркала, не превышает $5,0$, что свидетельствует о слабой связанности озера с ландшафтными условиями водосбора и указывает на преобладание в нем внутриводоемных процессов (Бикташева Ф.Х., 2009).

Главной особенностью озера Аслыкуль является способность накапливать вещества. По своему положению в рельефе суши и в системе материкового стока данное озеро является бессточным и становится аккумулятором минеральных и органических веществ, циркулирующих в пределах водосбора. Поэтому всякая антропогенная деятельность, происходящая на водосборе, в полной мере находит отражение в процессах, изменяющих состав воды, и способствует развитию негативных тенденций в экосистеме озера (Курамшина Н.Г., Бикташева Ф.Х., 2007).

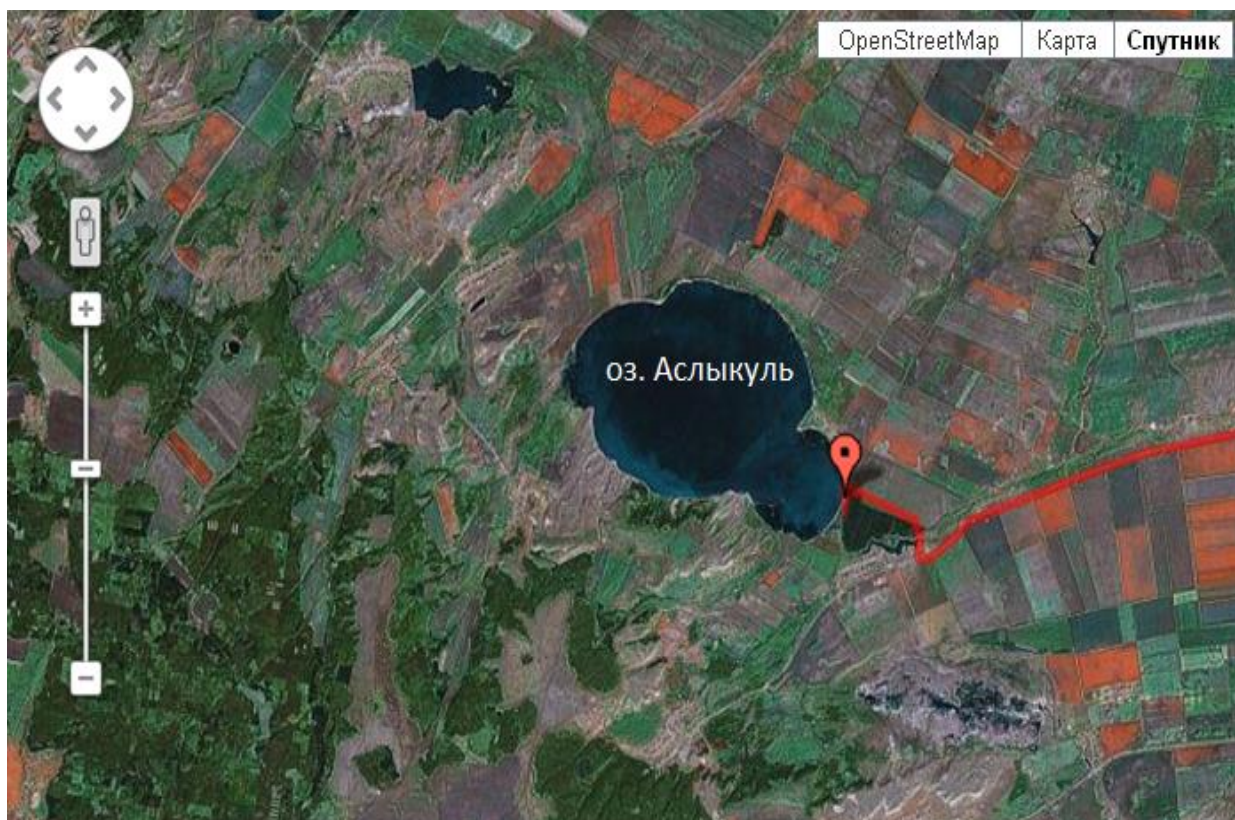


Рис. 19. Космический снимок озера Аслыкуль

В водоемах содержатся практически все химические элементы, но только немногие из них, так называемые биогенные, присутствуют в больших количествах (азот, фосфор, калий, кальций, магний, кремний, железо), остальные являются микроэлементами. Определение концентрации химических элементов и правильное их соотношение играют важную положительную роль в жизни водоемов. Биогенные элементы напрямую способствуют развитию фитопланктона и косвенно – животных (зоопланктон и зообентос), служащих пищей для рыб. Фосфор, кальций, натрий, калий, хлор, железо и другие элементы, проникая через жабры, кожу и слизистую оболочку в организм рыб, включаются в обмен веществ и потому необходимы для их роста и развития. Слишком большое поступление в водоем биогенных элементов и других минеральных солей может принести большой вред и поэтому рассматривается как загрязнение водоемов (Курамшина Н.Г., Бикташева Ф.Х., 2007; Бикташева Ф.Х., 2009).

Геохимическое состояние природных вод озера Аслыкуль характеризуется загрязненностью неорганизованными стоками с объектов агропромышленного комплекса, а также смывами с территорий населенных пунктов и рекреационных объектов. Организованный отдых населения не регулируется, отсутствуют оборудованные места стоянок, кострищ. Выбор этих мест совершается стихийно, без учета нагрузки на окружающую среду. По состоянию на сегодняшний день сохраняются следующие негативные факторы на природную среду оз. Аслыкуль: овраго-балочная эрозия склонов озера, распашка пашни до уреза воды, выпас скота в водоохраной зоне, мойка машин в ней же, проезд автотранспорта по берегу озера без учета рекреации, научно необоснованное осушение прилегающих к озеру участков (болото Берказан-Камыш, Бурангуловская пойма), загрязнение озера в результате въезда на автотранспорте на лед в период зимнего лова рыбы (Курамшина Н.Г., Бикташева Ф.Х., 2007; Бикташева Ф.Х., 2009).

За период 2004-2010 гг. были исследованы природные воды оз. Аслыкуль по следующим показателям: растворенный кислород; хлориды; сульфат-ионы; ХПК; БПК; азот аммонийный, нитритный, нитратный. Особое внимание было уделено наиболее опасным экотоксикантам: тяжелым металлам (медь, цинк, никель, железо, марганец) (рис. 22-25), фенолам и нефтепродуктам (табл. 16, 17, рис. 21). За 2010 год вода по качеству улучшилась со снижением УКИЗВ – комплексного показателя, рассчитываемого для водных объектов по 14-15 загрязняющим веществам до 2,52, и оценивалась 3-м классом с переходом в разряд «загрязненная». По-прежнему в число КПЗ – величины комплексного показателя загрязнения воды – входили сульфаты, природный фон которых несколько возрос, повторяемость превышения ПДК по-прежнему фиксировали во всех пробах. Особое внимание было уделено кислороду, который необходим дыханию гидробионтов, окислению органических и минеральных веществ. Оптимальное содержание кислорода составляет 6-11 мг/дм³, нижний предел – 4-5 мг/дм³. Концентрация кислорода за рассмотренный период времени в

природных водах оз. Аслыкуль отвечает нормативным требованиям, среднее значение составило 10,9 мг/дм³, минимальное значение зафиксировано в 2009 году (10,5 мг/дм³), максимальное – в 2004 (11,7 мг/дм³).

Сопоставление гидрохимических показателей воды озера за семь лет (2004-2010 гг.) показало незначительный рост средней концентрации хлоридов (45,5-49,7 мг/дм³). Данные значения являются безопасными. Их содержание в пресных водоемах редко превышает 40-60 мг/дм³. Но увеличение содержания хлоридов указывает на антропогенный характер загрязнения водного объекта. В результате анализа природных вод оз. Аслыкуль выявлено ежегодное превышение ПДК_{р/х} содержания нефтепродуктов. Средняя концентрация 2007-2010 гг. по сравнению с 2004-2006 гг. в 1,48 раза выше. Из результатов, представленных в таблице, следует, что максимальная средняя концентрация зафиксирована в 2010 году (0,162 мг/дм³), что превышает допустимые концентрации в 3,24 раза.

Таблица 16

Оценка экологического риска состояния природных вод озера Аслыкуль за 2004-2006 гг.

Наименование хим. вещества	Кл. опасн.	ПДК р/х, мг/дм ³	Содержание хим. вещества, мг/дм ³		Кк = С _{ср} /ПДК
			С _{min} -С _{max}	С _{ср}	
Сульфаты	усл.4	100,0	670,0-698,0	684,0	6,84
Нитрит-ион	усл.4	0,02 по азоту	0,012-0,018	0,015	0,75
Железо (общ.)	4	0,1	0,06-0,24	0,15	1,5
Медь	3	0,001	0,007-0,007	0,007	7,0
Цинк	3	0,01	0,003-0,003	0,003	0,3
Никель	3	0,01	0,000-0,003	0,0015	0,15
Марганец	3	0,01	0,014-0,014	0,014	1,4
Фенолы	3	0,001	0,001-0,002	0,0015	1,5
Нефтепродукты	3	0,05	0,08-0,09	0,085	1,7
Интегральный показатель					
ХПК	усл.4	15,0	17,5-24,0	20,75	1,38

**Оценка экологического риска состояния природных вод
озера Аслыкуль за 2007-2010 гг.**

Наименование хим. вещества (ингредиента)	Кл. опасн.	ПДК р/х, мг/дм ³	Содержание хим. вещества, мг/дм ³		Кк = C _{ср} /ПДК
			C _{min} -C _{max}	C _{ср}	
Сульфаты	усл.4	100,0	618,0-777,0	697,5	6,975
Нитрит-ион	усл.4	0,02 по азоту	0,001-0,006	0,0035	0,175
Железо (общ.)	4	0,1	0,016-0,070	0,043	0,43
Медь	3	0,001	0,0006-0,0037	0,0028	2,18
Цинк	3	0,01	0,0022-0,0070	0,0046	0,46
Никель	3	0,01	0,0006-0,00313	0,0018	0,18
Марганец	3	0,01	0,0000-0,0213	0,0106	1,06
Фенолы	3	0,001	0,000-0,001	0,0005	0,5
Нефтепродукты	3	0,05	0,090-0,162	0,126	2,52
Интегральный показатель					
ХПК	усл.4	15,0	29,9-48,1	39,0	2,60

Химическое поглощение кислорода с 2004 г. по 2010 г. имеет тенденцию роста (24,0-33,2 мг/дм³), и максимальная средняя концентрация приходится на 2008 год (48,1 мг/дм³), она превышает допустимое значение более чем в 3 раза. Содержание БПК₅ в воде озера Аслыкуль за 2004-2010 гг. снизилось (1,640-0,404 мг/дм³), объяснением этому может являться повышение содержания нефтепродуктов, подавляющих, в свою очередь, микрофлору водоема.

Значения средней концентрации фенола в воде озера с 2005 по 2010 гг. соответствуют нормативным требованиям, лишь в 2004 г. зафиксировано превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов в 2 раза (0,002 мг/дм³).

Сравнение гидрохимических показателей природных вод озера в 2004-2006 гг. со средними значениями в 2007-2010 гг. показала, что средняя концентрация цинка, никеля, никеля и марганца стабильно, содержание Cu и Fe снизилось более, чем в 3 раза (рис. 20).

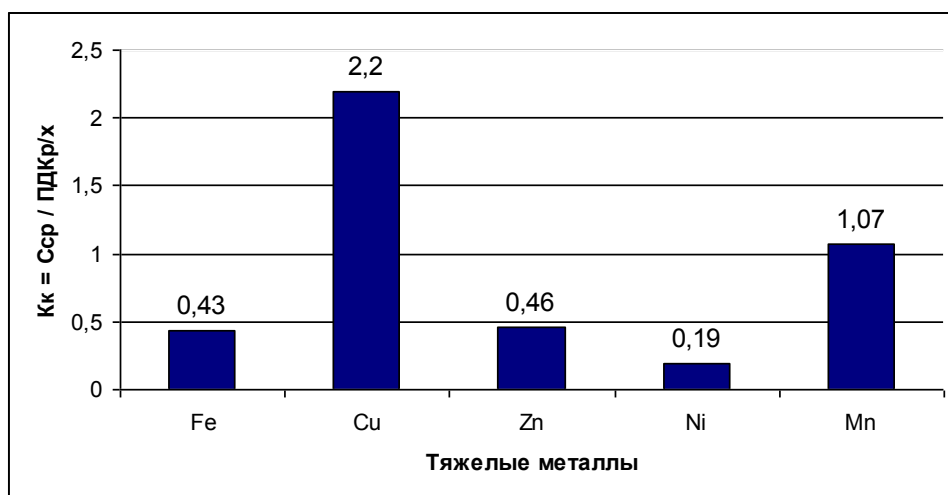


Рис. 20. Коэффициенты средней концентрации тяжелых металлов в воде озера Аслыкуль за 2007-2010 гг.

Средняя концентрация сульфатов в воде оз. Аслыкуль за весь рассмотренный период времени (2004-2010 гг.) значительно превышает значения ПДК_{р/х} (100,0 мг/дм³): в 2004-2006 гг. – в 6,8 раза, в 2007-2010 гг. – в 6,9 раза. Превышения содержания соединений азота (аммония, нитрит-иона, нитрат-аниона) в воде озера не отмечается. Лишь в 2004 г. значение средней концентрации нитрит-иона (0,018 мг/дм³) оказалось близким к значению ПДК_{р/х}.

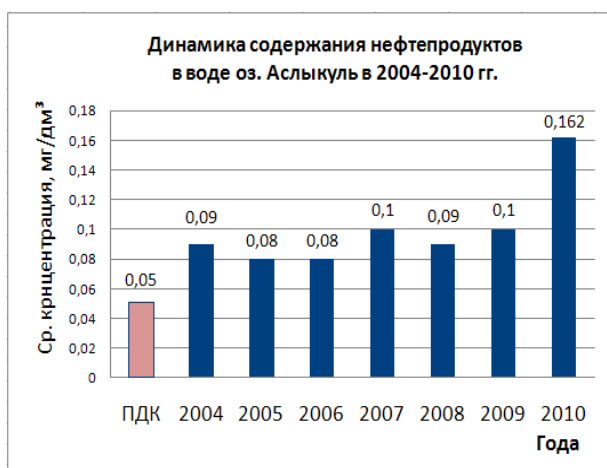


Рис. 21

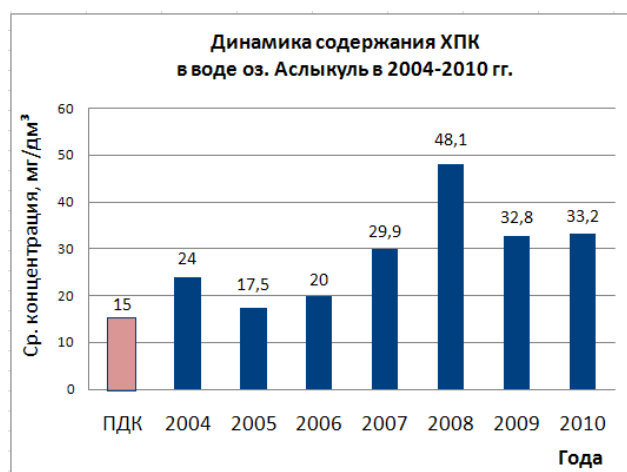


Рис. 22



Рис. 23



Рис. 24



Рис. 25



Рис. 26

Таким образом, содержание тяжелых металлов Zn, Mn и Ni в 2007-2010 гг., по сравнению с данными за 2004-2006 гг., стабильно, наблюдается снижение концентрации Cu и Fe более, чем в 3 раза. Наибольшие значения коэффициента концентрации за период 2004-2010 гг. у марганца и меди. Наблюдается динамика роста содержания в воде нефтепродуктов что подчеркивает техногенность поступления данных металлов в природные воды оз. Аслыкуль. Содержание сульфатов в воде озера Аслыкуль за рассмотренный интервал времени стабильно увеличивается и значительно превышает значения ПДК_{р/х}.

3.2. Влияние топливно-энергетического комплекса Башкортостана на экологическое состояние малых рек

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) Башкортостана объединяет нефтедобывающую и нефтеперерабатывающую промышленность, химию и

нефтехимию, электроэнергетику и трубопроводный транспорт (Габитов Г.Х. и др., 2005, Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2010 году»). На предприятия ТЭК приходится около 75 % ущерба, наносимого окружающей среде промышленностью. Наиболее характерной особенностью нефтеперерабатывающих предприятий является многочисленность локальных источников выброса токсических веществ во внешнюю среду на сравнительно небольшой территории и, соответственно, многообразие путей их поступления в атмосферный воздух, почву, воду (Якубов Х.Г., 1996, Шакиров А.В., 2004).

За период 2007-2010 гг. были исследованы природные воды рек Республики Башкортостан на содержание нефтепродуктов (табл. 18). При изучении динамики содержания нефтепродуктов максимальная концентрация обнаружено в реке Дёма, также аномально высокое содержание нефтепродуктов выявлено в реках Мияки (небольшой приток р. Дёма), Киги и Юрюзань (рис. 27). Повышенная загрязненность нефтепродуктами р. Дёма связана с тем, что ее русло пересекает Дёмское, Сатаевское, Шафрановское и Раевское месторождения нефти. В пределах водоохранной зоны этой реки находятся 59 скважин Сатаевского, 14 – Шафрановского, 9 – Раевского месторождений нефти (рис. 28).

Гидрохимический анализ по содержанию нефтепродуктов поверхностных вод в среднем течении р. Дёма (с. Кармышево) показал динамику снижения значений содержания нефтепродуктов. Результаты, полученные в 2010 г. ($0,251 \text{ мг/дм}^3$), практически в 2 раза меньше тех, что получены в 2007 г. ($0,473 \text{ мг/дм}^3$), но тем не менее экологическое состояние реки остается очень тяжелым. Средняя концентрация за период 2007-2010 гг. составила $0,362 \text{ мг/дм}^3$, что превышает ПДК_{р/х} водоемов в 7,24 раза. В устье, напротив, наблюдалась тенденция роста содержания нефтепродуктов: в 2007 г. – $0,107 \text{ мг/дм}^3$, в 2010 – $0,119 \text{ мг/дм}^3$. Средняя концентрация за период 2007-2010 гг. составила $0,084 \text{ мг/дм}^3$, что превышает ПДК_{р/х} в 1,68 раза. Данная ситуация подчеркивает техногенные поступления данных металлов в поверхностные воды р. Дёма.

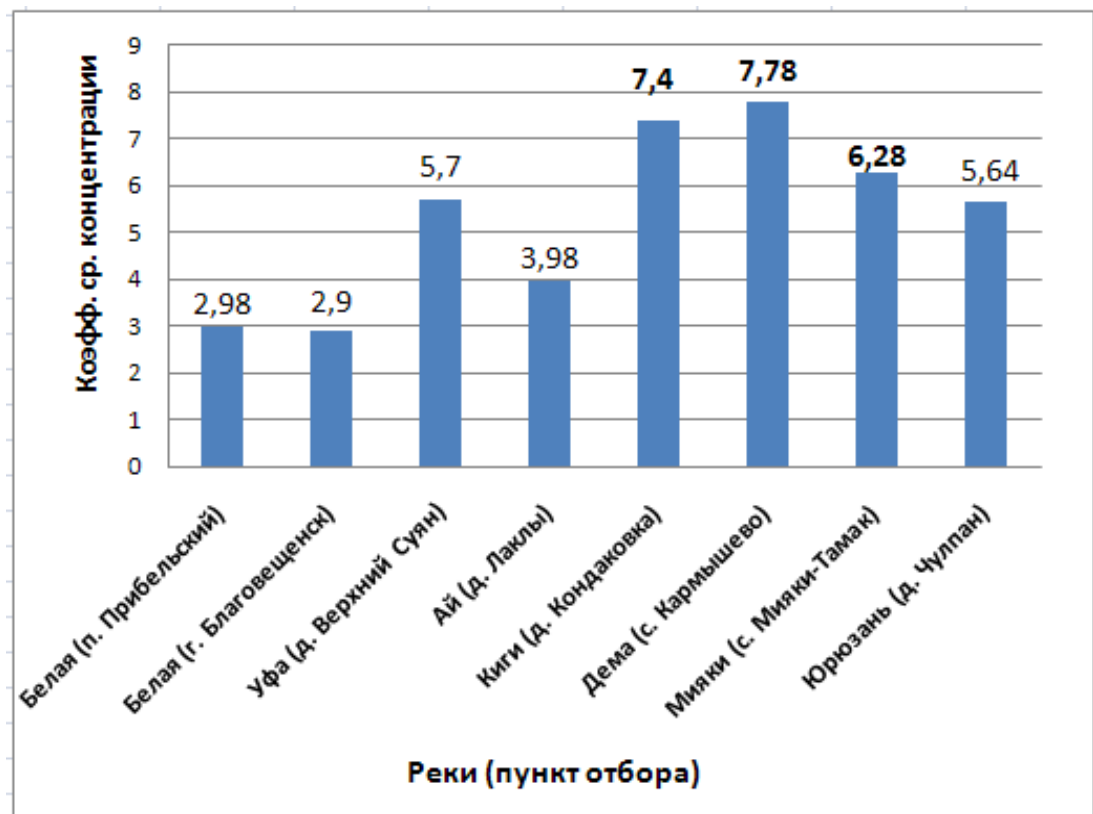


Рис. 27. Экологический риск по коэффициенту концентрации нефтепродуктов в 2007-2010 гг. в водах рек Республики Башкортостан

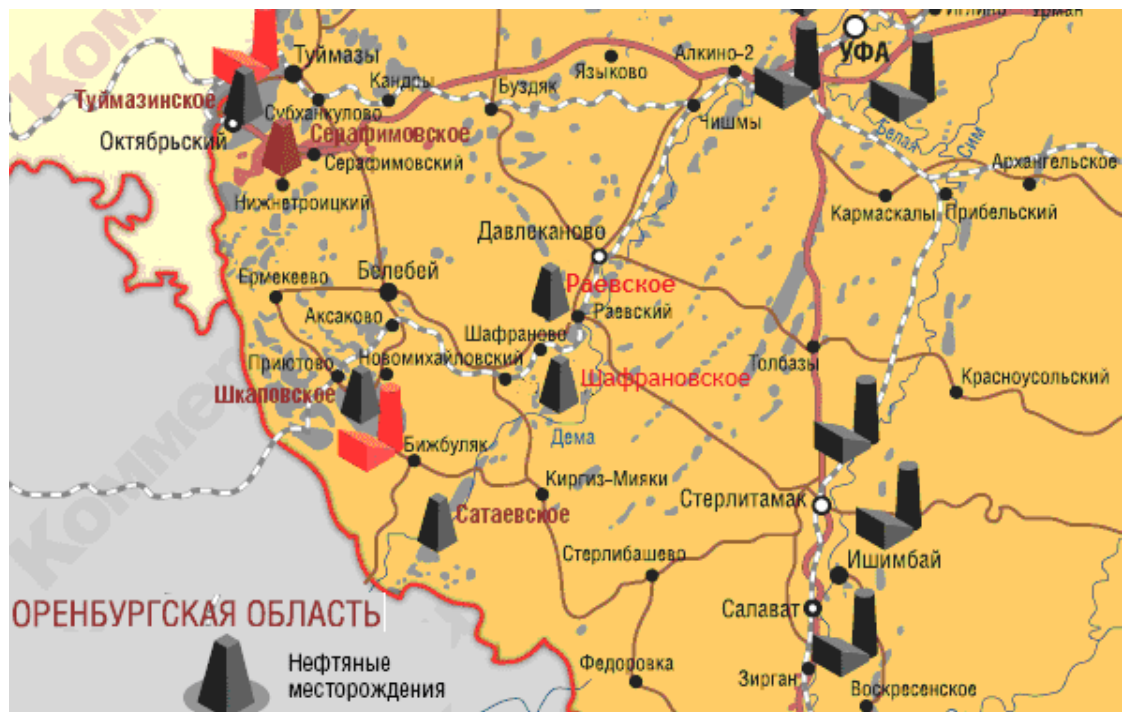


Рис. 28. Углеводородные месторождения на территории бассейна р. Дёма в пределах Республики Башкортостан

**Динамика содержания нефтепродуктов в поверхностных водах рек
Республики Башкортостан за 2007-10 гг.**

Наименование реки	Пункт отбора	Средняя концентрация за год (C_{cp}), мг/дм ³				C_{cp} за 2007- 2010 гг., мг/дм ³	Эк. индекс $K_k = C_{cp}/ПД$ $K^*_{p/x}$
		2007	2008	2009	2010		
Белая	п. Прибельский	0,255	0,134	0,093	0,115	0,149	2,98
	г. Уфа, водозабор	0,145	0,135	0,122	0,115	0,129	2,58
	г. Уфа, речн. порт	0,109	0,092	0,123	0,120	0,111	2,22
	г. Благовещенск	0,249	0,076	0,122	0,131	0,145	2,90
Ашкадар	г. Стерлитамак	0,113	0,078	0,104	0,050	0,086	1,72
Инзер	д. Азово	0,127	0,083	0,084	0,194	0,122	2,44
Уршак	д. Булгаково (на 0,5 км выше)	0,140	0,088	0,098	0,113	0,110	2,20
	д. Булгаково (в черте дер.)	0,106	0,078	0,122	0,112	0,105	1,00
Уфа	д. Верхний Суян	0,445	0,087	0,332	0,274	0,285	5,7
	г. Уфа	0,147	0,058	0,087	0,129	0,105	1,00
Ай	д. Лаклы	0,195	0,210	0,167	0,226	0,199	3,98
Киги	д. Кондаковка	0,738	0,509	0,209	0,394	0,370	7,4
Шугуровка	г. Уфа(в черте)	0,185	0,105	0,097	0,165	0,138	2,76
Дёма	с. Кармышево	0,473	0,430	0,400	0,251	0,389	7,78
	г. Уфа (2 км от устья)	0,107	0,048	0,108	0,119	0,096	1,92
Мияки	с. Мияки-Тамак	0,460	0,205	0,309	0,280	0,314	6,28
Чермасан	д. Новоюмраново	0,119	0,070	0,157	0,187	0,133	2,66
Юрюзань	д. Чулпан	0,283	0,210	0,337	0,299	0,282	5,64
Быстрый Танып	д. Алтаево	0,069	0,037	0,087	0,150	0,086	1,72
Ик	г. Октябрьский	0,050	0,009	0,00	0,020	0,020	0,4

*ПДК_{p/x} для нефтепродуктов составляет 0,05 мг/дм³ [23]

По результатам гидрохимического анализа поверхностных вод р. Мияки (приток р. Дёма) прослеживается динамика снижения содержания нефтепродуктов более чем в 1,5 раза: в 2007 г. – 0,460 мг/дм³, в 2010 г. – 0,280 мг/дм³. Однако экологическое состояние реки остается тяжелым, поскольку средняя концентрация за рассматриваемый период 2007-2010 гг. (0,333 мг/дм³) превышает ПДК_{p/x} в 6,65 раза.

Таким образом, максимальная концентрация за исследуемый период обнаружена в реке Дёма, также аномально высокое содержание нефтепродуктов выявлено в реках Мияки (небольшой приток р. Дёма), Киги и Юрюзань.

3.3 Оценка содержания тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) в донных отложениях р. Дёма

В природных водах малой, а к устью – средней, реки Дёма, второго по величине притока р. Белой, наиболее представлены токсичные соединения умеренно-токсичных тяжелых металлов II класса опасности – цинка, меди, никеля и малотоксичного III класса опасности – марганца. В этой связи изучено содержание соединений Zn, Cu, Ni и Mn в донном грунте реки (табл. 19, 21).

Таблица 19

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях р. Дёма (2012 г.)

Точка отбора проб на р. Дёма	Цинк		Медь		Никель		Марганец	
	М±m, мг/кг	К _п	М±m, мг/кг	К _п	М±m, мг/кг	К _п	М±m, мг/кг	К _п
Выше впадения р. Мияки	22,0±3,3	0,4	16,0±2,4	0,5	60,5±9,1	3,0	625,0±63,7	0,4
Ниже впадения р. Мияки	49,5±7,4	0,9	34,5±5,1	1,0	137,0±20,6	6,9	784,0±117,6	0,5
Ниже Давлекановской МГЭС	38,0±5,7	0,7	38,5±5,8	1,0	137,0±20,6	6,9	629,0±94,3	0,4
Ниже п. Чишмы	27,5±4,1	0,5	11,0±1,6	0,3	56,0±8,4	2,8	465,0±69,8	0,3
Устье реки (в черте г. Уфы)	22,0±3,3	0,4	6,5±0,9	0,2	41,5±6,2	2,1	135,0±20,2	0,1
ОДК, 1994	55,0		33,0		20,0		1500	
Региональный геохимический фон	202,0		48,0		23,4		892,0	
Кл. опасности	II		II		II		III	

* - коэффициент превышения ОДК ($K_{п2} = C_{до}^{TM} / ОДК$, где $C_{до}^{TM}$ – концентрация ТМ в ДО)

Последовательные ряды убывания содержания тяжелых металлов в донных отложениях реки Демы в 2012 году имеют следующий вид:

выше впадения р. Мияки - Mn > Ni > Zn > Cu;
 ниже впадения р. Мияки - Mn > Ni > Zn > Cu;
 ниже Давлекановской МГЭС - Mn > Ni > Cu > Zn;

ниже п. Чишмы	-	Mn > Ni > Zn > Cu;
устье реки (в черте г. Уфа)	-	Mn > Ni > Zn > Cu.

Характер распределения ТМ практически во всех точках отбора проб совпадает. Небольшие различия в рядах имеются лишь для цинка и меди в точке отбора ниже Давлекановской МГЭС.

Согласно результатам исследований в 2012 году в донных отложениях р. Дёма содержалось от 22,0 до 49,5 мг/кг валовой формы цинка, что не превышает ОДК для почв (55 мг/кг) во всех точках отбора. Максимальные концентрации были отмечены в точках 2 – ниже впадения р. Мияки и 3 – ниже Давлекановской МГЭС. Уровень меди в донном грунте на исследуемом участке реки изменялся от 6,5 до 38,5 мг/кг. Во всех точках содержание меди находилось в норме. Наибольшие концентрации элемента также наблюдались в точках 2 и 3. Наиболее подвижным из исследованных элементов является марганец, который имеет наибольшее количественное содержание (от 135,0 до 784,0 мг/кг), но тем не менее оно не превышает значения регионального геохимического фона (892,0 мг/кг). Максимальная концентрация данного элемента была отмечена в точке 2 – ниже впадения р. Мияки. Значения содержания никеля варьировали от 41,5 до 137,0 мг/кг, что существенно превышает значения регионального геохимического фона (23,4 мг/кг) – в 1,77-5,85 раза. Никель также превышает почти в 7 раз ОДК для почв (20,0 мг/кг) в двух точках отбора проб – ниже впадения р. Мияки и ниже Давлекановской МГЭС. На содержание данного элемента могут влиять местные породы, живые организмы и промышленность. Причиной осаждения никеля в форме сульфатов, цианидов, карбонатов или гидроксидов может быть высокая жесткость воды, препятствующая образованию его растворимых форм, и глина, хорошо сорбирующая соединения, содержащие никель. Исходя из результатов исследований, полученных в 2012 г., значения коэффициента превышения ОДК (K_p), подсчитанного для валовых форм Zn, Cu, Ni и Mn, следует, что большая степень загрязнения характерна для проб этих элементов, отобранных ниже впадения р. Мияки и ниже Давлекановской МГЭС (рис. 29). Вероятно, это связано

с поступлением недостаточно очищенных сточных вод ОАО «Миякимолзавода» и ЗАО «Давлекановского молочного комбината».

Градации уровней техногенного загрязнения грунта р. Дёма по индексу суммарного загрязнения на основе регионального геохимического фона для исследованных элементов приведена в таблице 20.

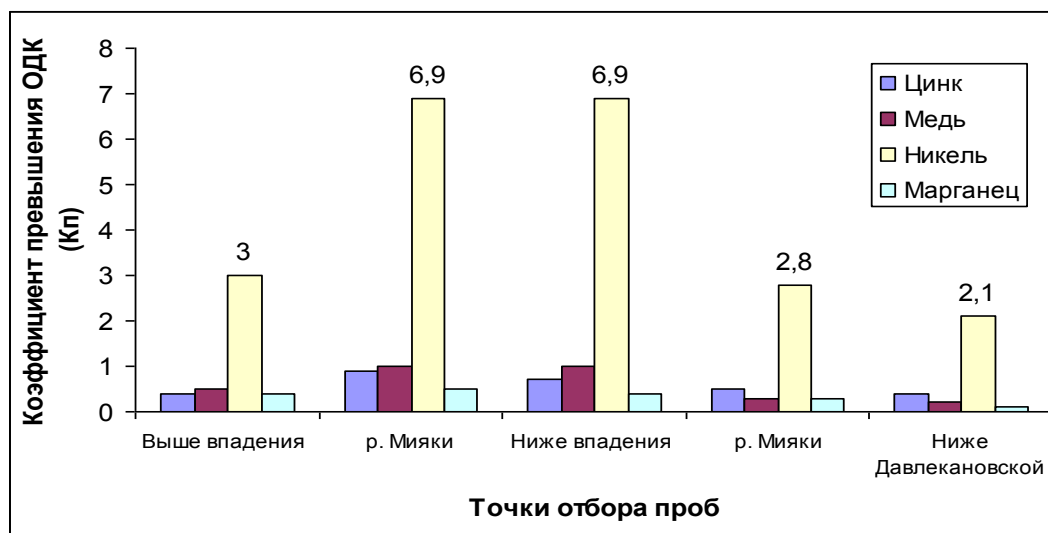


Рис. 29. Коэффициент превышения допустимых концентраций, подсчитанный для цинка, меди и никеля в донных отложениях р. Дёма в 2012 г.

Таблица 20

Суммарная оценка экологического состояния донных отложений р. Дёма

Точка отбора проб на р. Деме	Величина Zс	Уровень техногенного загрязнения
Выше впадения р. Мияки	2,59	Слабый
Ниже впадения р. Мияки	5,85	Слабый
Ниже Давлекановской МГЭС	5,85	Слабый
Ниже п. Чишмы	2,39	Слабый
Устье реки (в черте г. Уфа)	1,77	Слабый

При расчете суммарного показателя Zс учитывались только накапливающие элементы ($K_k > 1,5$) (Кашулина Г.М., 2007, Водянский Ю.Н.,

2008). Отсутствию загрязнения соответствует $Z_c < 1$; слабому – < 10 ; среднему – $10-30$; высокому – $30-100$; очень высокому – $100-300$; чрезвычайно высокому – > 300 (Ахтямова Г.Г., 2009).

Таблица 21

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях р. Дёма (2013 г.)

Точка отбора проб на р. Дема	Цинк		Медь		Никель		Марганец	
	М±m, мг/кг	К _п	М±m, мг/кг	К _п	М±m, мг/кг	К _п	М±m, мг/кг	К _п
Выше впадения р. Мияки	50±7,5	0,9	19,5±2,9	0,6	31±4,7	1,6	790±118	0,5
Ниже впадения р. Мияки	82±12,3	1,5	34±5,1	1,0	49,5±7,4	2,5	540±81	0,4
Ниже Давлекановской МГЭС	50±7,5	0,9	17,5±2,6	0,5	30,5±4,6	1,5	745±111	0,5
Ниже п. Чишмы	31,5±4,7	0,6	18,5±2,8	0,6	74,5±11,2	3,7	550±83	0,4
Устье реки (в черте г. Уфы)	33,5±5,0	0,6	17,5±2,6	0,5	70±10,5	3,5	530±79	0,4
ОДК, 1994	55,0		33,0		20,0		1500	
Региональный геохимический фон	202,0		48,0		23,4		892,0	
Кл. опасности	II		II		II		III	

* - коэффициент превышения ОДК ($K_{п2} = C_{до}^{TM} / ОДК$, где $C_{до}^{TM}$ – концентрация ТМ в ДО)

Последовательные ряды убывания содержания тяжелых металлов в донных отложениях реки Демы в 2013 году имеют следующий вид:

выше впадения р. Мияки - Mn > Zn > Ni > Cu;

ниже впадения р. Мияки - Mn > Zn > Ni > Cu;

ниже Давлекановской МГЭС - Mn > Zn > Ni > Cu;

ниже п. Чишмы - Mn > Ni > Zn > Cu;

устье реки (в черте г. Уфа) - Mn > Ni > Zn > Cu.

Характер распределения ТМ практически во всех точках отбора проб совпадает. Небольшие различия в рядах имеются лишь для Zn и Ni в точках отбора ниже п. Чишмы и в устье реки.

Согласно результатам исследований в 2013 году в донных отложениях р. Дёма содержится от 31,5 до 82 мг/кг цинка. Максимальная концентрация была отмечена в точке отбора проб 2 – ниже впадения р. Мияки, что превышает ОДК для почв (55 мг/кг) в 1,5 раза. Уровень меди в донном грунте на исследуемом участке реки изменялся от 17,5 до 34 мг/кг. Во всех точках содержание меди находится в норме. Наибольшая концентрация элемента также наблюдалась в точке 2. Марганец имеет наибольшее количественное содержание (от 530 до 790 мг/кг), но тем не менее оно не превышает значения регионального геохимического фона (892,0 мг/кг). Наибольшие концентрации данного элемента были отмечены в точках 1 – выше впадения р. Мияки – и 3 – ниже Давлекановской МГЭС. Значения содержания никеля варьировали от 30,5 до 74,5 мг/кг, что существенно превышает значения регионального геохимического фона (23,4 мг/кг) – в 1,5-3,7 раза. Никель также превышает почти более чем в 3 раза ОДК (20,0 мг/кг) в двух точках отбора проб – ниже п. Чишмы и в устье реки. Исходя из полученных результатов исследований 2013 г. значения коэффициента превышения ОДК ($K_{\text{п}}$), подсчитанного для Zn, Cu, Ni и Mn, получаем, что во всех точках отбора проб наблюдается превышение никеля (рис. 30).

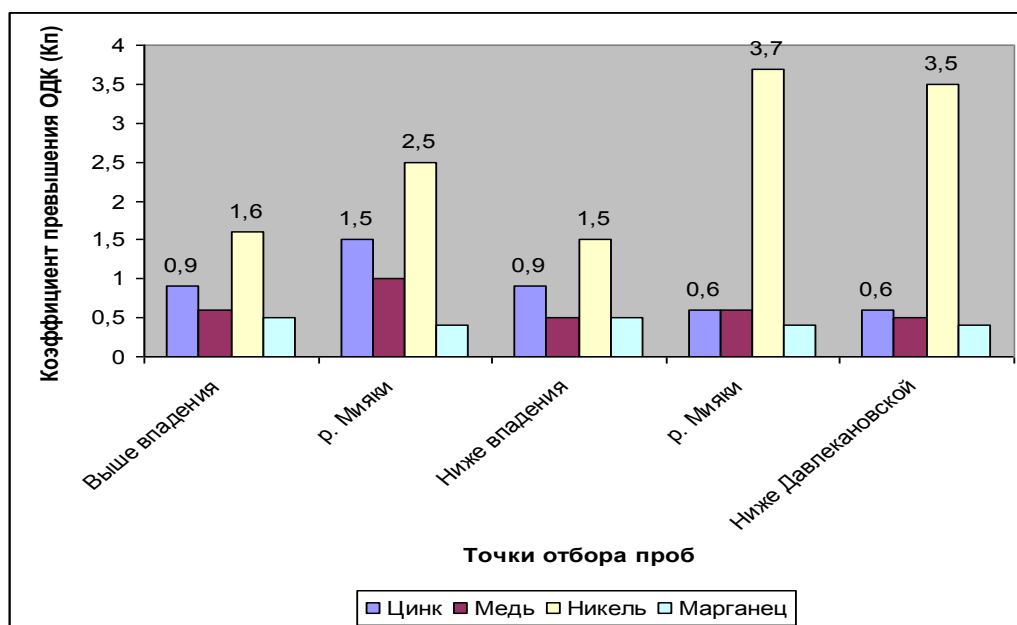


Рис. 30. Коэффициент превышения допустимых концентраций, подсчитанный для цинка, меди и никеля в донных отложениях р. Дёма в 2013 г.

Оценка связи между содержаниями Zn, Cu, Ni и Mn в поверхностной воде и донном грунте р. Дёма, полученная путем применения корреляционно-регрессионного анализа по коэффициенту Пирсона показал тесноту (силу) связи по шкале Чеддока от слабой до высокой (табл. 22).

Таблица 22

Рассчитанные значения коэффициента Пирсона

Переменные (X, Y)	Коэффициент Пирсона ($R_{X,Y}$), $p > 0,05$			
	Цинк	Медь	Никель	Марганец
Поверхностная вода – Донные отложения	-0,7	+0,6	-0,2	-0,7

Таким образом, изучено содержание тяжелых металлов в донных отложениях на различных участках р. Дёма с различной степенью антропогенной нагрузки. Наибольшее загрязнение вносят воды реки Мияки. В результате, содержание исследованных соединений Zn, Cu, Ni и Mn в донных отложениях р. Дёма возрастает более чем в 2 раза. Полученные результаты свидетельствуют о слабом уровне техногенного загрязнения донных отложений в верхнем, среднем и нижнем течении реки.

3.4 Биоаккумуляция тяжелых металлов в тканях рыб

3.4.1 Оценка содержания химических элементов в чешуе хищных рыб р. Дёма

Фауна рыб Республики Башкортостан отражает экологическую обстановку ее отдельных регионов. Крупные нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, нефтедобывающие предприятия и урбанизация территории резко ухудшили состояние рек. Уменьшается численность хищных рыб (щука, налим, окунь, крупный голавль) в малых реках. С ростом загрязнения биосферы тяжелыми металлами особый интерес и важное

практическое значение имеет познание закономерностей их поведения и распределения в биоресурсах, как наиболее уязвимых к воздействию загрязнения. Содержание исследованных химических элементов в чешуе хищных рыб р. Дёма в зоне влияния г. Давлеканово определено РФА.

Исследования чешуи щуки и окуня р. Дёма показали, что во всех пунктах вылова рыбы имеют наибольшее содержание Ca, Cl, K, S, Sr, которое можно ранжировать следующим образом: $Ca > S > Cl > K > Sr$ в соотношении:

- выше г. Давлеканово	144 : 18 : 5 : 2 : 1;
- ниже г. Давлеканово	176 : 29 : 9 : 2 : 1;
- ниже п. Чишмы	318 : 71 : 11 : 2 : 1;
- 2 км от устья	354 : 74 : 20 : 6 : 1.

Из тяжелых металлов в чешуе представлены: Ag, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, W, Zn (табл. 23, 24). У окуня и щуки доминируют основные биогенные металлы: цинк (16,443-30,139 мг/кг), молибден (0,341-16,139 мг/кг), железо (5,615-11,666 мг/кг), марганец (2,759-12,184 мг/кг). Концентрация цинка и железа значительно превышает концентрацию других металлов, они больше всего отмечаются в чешуе, что подтверждает высокое содержание этих веществ в воде р. Дёма.

В результате исследований были получены последовательные ряды убывания содержания химических элементов в чешуе окуня:

выше г. Давлеканово $S > Sr > Zn > Mo > Ti > Fe > Mn > Ag > Sn > Cu > Hg > Pb > Sb > V > Cd > In$;

ниже г. Давлеканово $S > Sr > Zn > Fe > Ti > Ni > Sn > Mn > Ag > Sb > V > Cd > Pb > Hg > Cu > In$;

в чешуе щуки:

у п. Чишмы $S > Sr > Zn > Ti > Fe > Zr > Sn > Mn > Cu > Sb > Cd > Hg > Ni > U > Ag > Cr > In > Pb$;

в устье реки $S > Sr > Zn > Mn > Fe > Ti > Zr > Sn > Cr > Sb > In > U > Cd > Ni > Pb$.

Характер распределения химических элементов в чешуе окуня и щуки имеет различия, что может быть обусловлено факторами окружающей среды и видовыми особенностями.

**Содержание химических элементов в чешуе окуня
р. Дёма в зоне влияния г. Давлеканово**

Химический элемент	г. Давлеканово	
	Выше	Ниже
	M±m, мг/кг	M±m, мг/кг
Сера	4031,102±529,82	5980,559±645,74
Стронций	221,047±2,76	208,655±2,68
Цинк	19,788±1,48	16,4434±1,35
Молибден	16,139±1,06	0,472±0,07
Титан	6,661±0,99	6,672±1,00
Железо	5,615±0,84	9,503±1,28
Марганец	4,478±0,67	2,759±0,41
Серебро	1,622±0,24	2,063±0,31
Олово	1,186±0,18	2,989±0,45
Медь	0,944±0,15	0,465±0,07
Ртуть	0,881±0,13	0,492±0,07
Свинец	0,494±0,07	0,495±0,07
Сурьма	0,469±0,07	0,995±0,15
Ванадий	0,446±0,07	0,898±0,13
Кадмий	0,312±0,05	0,731±0,11
Индий	0,301±0,05	0,117±0,02
Никель	-	3,480±0,52

Известно, что цинк концентрируется преимущественно в чешуе, контактирующей со средой (Arway J.A., 1988, Вундцеттель, Кузнецова, 2013). Нами выявлены значительные различия между способностью чешуи и мышечной ткани щуки аккумулировать микроэлементы. Установлено, что в чешуе содержание цинка, меди и никеля больше в 1,5; 4 и 10 раз соответственно, чем в мышцах (р. Дёма ниже промышленного п. Чишмы). В устье реки уровень никеля в чешуе щуки составил 0,45 мг/кг, что в 4 раза больше, чем в мышцах. Следует отметить, что в чешуе окуня наблюдаются отличия в содержании некоторых элементов. Ниже г. Давлеканово у рыб почти в 2 раза больше кадмия (0,731 мг/кг), железа (9,503 мг/кг), сурьмы (0,995 мг/кг), олова (2,989 мг/кг) и ванадия (0,898 мг/кг).

Содержание химических элементов в чешуе щуки в среднем течении и устье реки Дёма

Химический элемент	п. Чишмы	Устье реки (в черте г. Уфы)
	M±m, мг/кг	M±m, мг/кг
Сера	7543,574±795,65	6057,185±692,28
Стронций	106,987±2,11	81,733±1,79
Цинк	20,403±1,65	30,139±1,94
Титан	10,136±1,52	5,587±0,84
Железо	7,695±1,15	11,666±1,51
Цирконий	3,908±0,40	2,972±0,34
Олово	3,597±0,48	2,091±0,31
Марганец	2,90±0,43	12,184±1,83
Медь	2,019±0,30	-
Сурьма	1,456±0,22	1,079±0,16
Кадмий	1,393±0,19	0,533±0,08
Ртуть	1,239±0,19	-
Никель	1,141±0,17	0,448±0,07
Уран	0,964±0,14	0,648±0,09
Серебро	0,622±0,09	-
Хром	0,527±0,08	1,538±0,23
Индий	0,363±0,05	0,665±0,09
Свинец	0,292±0,04	0,276±0,04

В изученном химическом составе чешуи щуки также наблюдаются отличия. В устье реки хлора (1637,240 мг/кг), хрома (1,538 мг/кг), железа (11,666 мг/кг), индия (0,665 мг/кг), калия (453,630 мг/кг), марганца (12,184 мг/кг) и цинка (30,139 мг/кг).

Таким образом, впервые проведён биохимический мониторинг с использованием такой высоко депонирующей среды, как чешуя рыб на одном из главных притоков р. Белой. Наибольшее содержание во всех пунктах вылова рыбы имеют Ca, Cl, K, S, Sr, которые можно ранжировать следующим образом: Ca > S > Cl > K > Sr. Из тяжелых металлов доминируют Fe, Mn, Sn, Zn. В чешуе содержание цинка, меди и никеля больше в 1,5; 4 и 10 раз соответственно, чем в мышцах (р. Дёма ниже промышленного п. Чишмы).

3.4.2. Биоаккумуляция редких элементов в чешуе хищных рыб р. Дёма

Определено и проведено сравнение малоизученного перечня химических элементов – Ag, Ti, Sn, In, Zr, Sb, Sr – методом рентгенофлуоресцентного анализа в чешуе хищных рыб (щуки и окуня) на участках малого водотока р. Дёма с различной степенью антропогенной нагрузки на территории Башкортостана.

Исследование чешуи окуня и щуки р. Дёма на данные химические элементы показало, что наибольшее содержание во всех пунктах вылова рыбы имеют стронций, цирконий, титан. Анализ изученных элементов у окуня позволил их ранжировать следующим образом: $Sr > Zr > Ti > Ag > Sn > Sb$ (табл. 25, рис. 31).

Таблица 25

Содержание редких элементов (Ag, Ti, Sn, In, Zr, Sb, Sr) в чешуе окуня р. Дёма Республики Башкортостан

Место вылова рыбы	Концентрация редких элементов - ТМ в чешуе, мкг/г						
	Ag	In	Sb	Sn	Ti	Zr	Sr
В районе верховья	1,322 ±0,30	0,291 ±0,06	0,443 ±0,12	1,206 ±0,20	6,370 ±2,22	7,920 ±0,33	220,02 ±2,34
Выше г. Давлеканово	1,622 ±0,32	0,301 ±0,06	0,469 ±0,11	1,186 ±0,25	6,661 ±2,32	8,070 ±0,53	221,05 ±2,76
Ниже г. Давлеканово	2,063 ±0,36	0,117 ±0,04	0,995 ±0,017	2,989 ±0,40	6,672 ±2,33	7,586 ±0,51	208,66 ±2,68
Ниже п. Чишмы	2,780 ±0,34	0,220 ±0,03	1,400 ±0,17	4,600 ±0,40	6,642 ±2,03	6,986 ±0,55	218,75 ±2,08
2 км от устья (в черте г. Уфы)	2,200 ±0,36	0,230 ±0,03	1,500 ±0,15	5,300 ±0,30	6,720 ±2,30	7,886 ±0,41	228,35 ±2,36

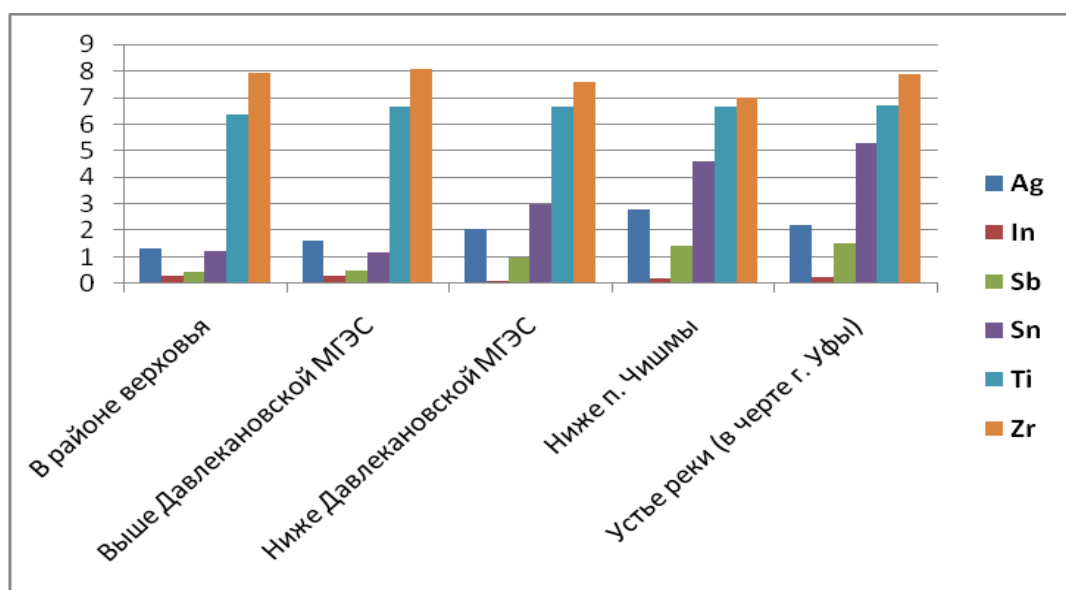


Рис. 31. Содержание редких элементов в чешуе окуня р. Дёма Республики Башкортостан

Щука показала другое соотношение: $Sr > Ti > Zr > Sn > Sb > In > Ag$. Обнаруженное расхождение, вероятно, связано с видовыми особенностями этих хищных рыб (табл. 26, рис. 32).

Таблица 26

Содержание редких элементов (Ag, Ti, Sn, In, Zr, Sb, Sr) в чешуе щуки р. Дёма Республики Башкортостан

Место вылова рыбы	Концентрация редких элементов - ТМ в чешуе, мкг/г						
	Ag	In	Sb	Sn	Ti	Zr	Sr
В районе верховья	0,018 ±0,01	0,300 ±0,06	0,470 ±0,11	2,192 ±0,20	6,641 ±2,32	3,110 ±0,30	102,060 ±2,6
Выше г. Давлеканово	0,022 ±0,01	0,301 ±0,06	0,469 ±0,11	2,186 ±0,25	6,611 ±2,22	3,070 ±0,33	101,040 ±2,46
Ниже г. Давлеканово	0,422 ±0,02	0,267 ±0,04	1,995 ±0,17	2,980 ±0,40	7,672 ±2,30	3,586 ±0,41	108,650 ±2,60
Ниже п. Чишмы	0,622 ±0,21	0,363 ±0,07	1,456 ±0,22	3,597 ±0,47	10,136 ±3,13	3,908 ±0,40	106,987 ±2,11
2 км от устья (в черте г. Уфы)	-	0,665 ±0,09	1,079 ±0,18	2,091 ±0,35	5,587 ±2,26	2,972 ±0,34	81,733 ±1,79

Из изучаемых химических элементов в чешуе окуня содержание серебра, титана, стронция, индия, циркония на всем протяжении р. Дёма (около 500 км) имеет незначительные колебания, что, очевидно, связано с составом материнских пород. При этом у окуня два элемента – сурьма и, особенно, олово к устью реки показали увеличение в 3 и 5 раз соответственно.

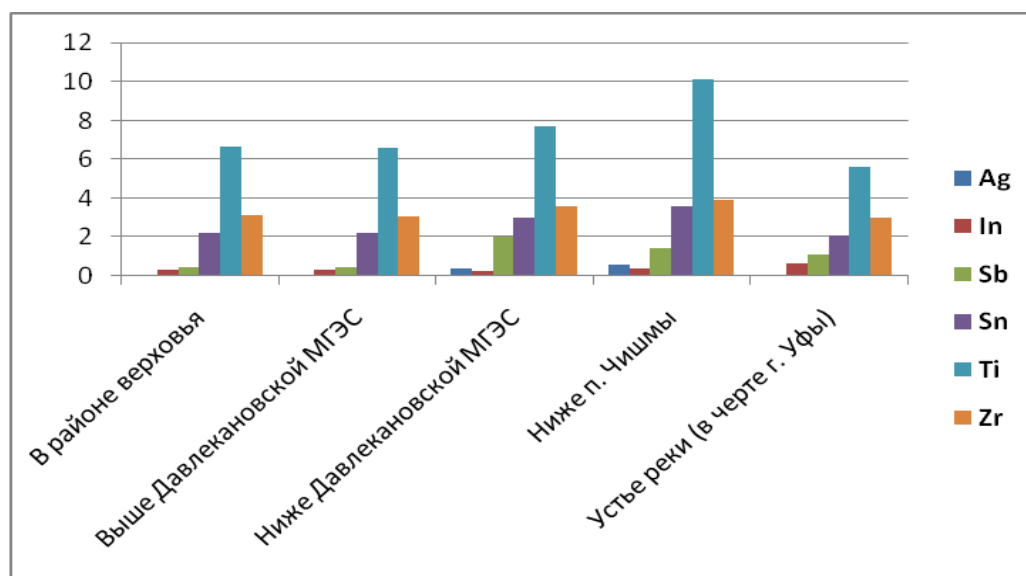


Рис. 32. Содержание редких элементов в чешуе щуки р. Дёма Республики Башкортостан

Содержание редких элементов в чешуе щуки, в основном, показало сходную картину, при этом значительно в меньших количествах обнаружены стронций, цирконий. Характерно увеличение содержания серебра, сурьмы, олова в районах урбанизированных территорий. У окуня и щуки доминируют следующие элементы: стронций (101-220 мкг/г), цирконий (2,9-8,0 мкг/г), титан (5,5-10,1 мкг/г) и олово (2,1-5,3 мкг/г).

3.4.3. Содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) в мышцах рыб

В противоположность человеку и высшим животным, в организм рыб токсиканты проникают осмотически – через жабры и кожу, особенно поврежденную. Муцин слизи активно связывает ТМ, накапливая их таким образом на поверхности тела. Вместе с тем считают, что у рыб пищевой путь накопления является основным для устойчивых агентов с низкой растворимостью

в воде. Из организма рыб тяжелые металлы и их метаболиты выделяются через жабры, почки, кожу, кишечник и печень. Если количество выделенного или обезвреженного токсического металла меньше поступившего за тот же промежуток времени, создаются условия для его кумуляции. На активность накопления вещества влияют факторы окружающей среды и биологические характеристики организма. Результаты исследований содержания Zn, Cu, Ni, Mn в щуке р. Дёма представлены в таблице 27.

Последовательный ряд убывания содержания ТМ в мышечных тканях рыбы реки Дёма имеет следующий вид:

выше впадения р. Мияки	-	Zn > Mn > Ni > Cu;
ниже впадения р. Мияки	-	Zn > Mn > Cu > Ni;
ниже Давлекановской МГЭС	-	Zn > Cu > Ni > Mn;
ниже п. Чишмы	-	Zn > Mn > Cu > Ni;
устье реки (в черте г. Уфа)	-	Zn > Mn > Cu > Ni.

Характер распределения ТМ практически во всех точках вылова рыбы на р. Дёма совпадает. Различия в рядах имеются лишь для Mn и Cu в точке вылова 3 – ниже Давлекановской МГЭС.

Наибольшее количественное содержание из исследуемых элементов в тканях щуки и судака имеет цинк, в тканях окуня (р. Белая) – медь. Вероятно, это связано с видовой принадлежностью рыб – щука почти не уплывает с выбранного участка, в то время как судаку и окуню, напротив, свойственна сезонная миграция. Во всех точках в выловленной щуке (р. Дёма) уровень меди варьировал незначительно – от 0,35 до 0,50 мг/кг, что несколько превышает физиологическую норму (0,30 мг/кг). В тканях судака и окуня (р. Белая) уровень Cu превышает физиологическую норму более значительно (в 9-12 раз). Обнаруженные концентрации меди в щуке, судаке и окуне не превышают допустимый уровень в 10,00 мг/кг. Количественное содержание Mn в тканях исследованной рыбы составило от 0,07 до 11,40 мг/кг. Максимальная концентрация элемента отмечена так же, как Zn и Ni, в точке 1, минимальная – в точке 3 – ниже Давлекановской МГЭС.

Таблица 27

Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани хищных рыб бассейна р. Дёма

№	Точки вылова рыбы	Концентрация ТМ в тканях щуки (<i>Esox lucius</i>), мг/кг											
		Цинк (Zn)			Медь (Cu)			Никель (Ni)			Марганец (Mn)		
		$M \pm m^1$	K_{Π}^2	K_H^3	$M \pm m^1$	K_{Π}^2	K_H^3	$M \pm m^1$	K_{Π}^2	K_H^3	$M \pm m^1$	K_{Π}^2	K_H^3
1	Выше впадения р. Мияки	20,37±3,05	0,510	1358,0	0,41±0,06	0,041	410,0	1,10±0,16	2,2	550,0	11,40±1,71	1,14	495,7
2	Ниже впадения р. Мияки	8,78±1,31	0,220	2195,0	0,35±0,05	0,035	350,0	0,28±0,04	0,56	280,0	1,42±0,21	1,04	671,3
3	Ниже Давлекановской МГЭС	11,24±1,68	0,280	244,4	0,50±0,07	0,050	500,0	0,18±0,03	0,36	180,0	0,07±0,01	1,07	1007,0
4	Ниже п. Чишмы	12,30±1,84	0,310	2050,0	0,50±0,07	0,050	166,7	0,12±0,02	0,24	120,0	3,93±0,58	0,79	158,6
5	Устье реки (в черте г. Уфа)	14,35±2,15	0,350	3587,5	0,42±0,06	0,042	420,0	0,11±0,02	0,22	110,0	4,29±0,64	0,83	276,3
ПДУ (Допустимый уровень концентрации металлов в мышцах рыб по СанПиН 2.3.2.560-96), мг/кг		40,00			10,00			0,5			10,0		
Физиологическая норма, мг/кг		7,80			0,30			0,34			7,37		

¹ - $n=10$, $P=0,99$ по ГОСТ 30178-96;

² - коэффициент превышения ПДУ ТМ в мышцах рыб ($K_{\Pi} = C_p^{TM} / \text{ПДУ}$, где C_p^{TM} – концентрация ТМ в рыбе);

³ - коэффициент накопления ТМ в мышцах рыб ($K_H = C_p^{TM} / C_v^{TM}$, где C_p^{TM} , C_v^{TM} – концентрации ТМ в рыбе и воде соответственно).

Уровень цинка в тканях рыб, выловленных в р. Дёма, изменяется от 8,78 до 20,37 мг/кг, что не превышает допустимый уровень концентрации металлов (40 мг/кг), но существенно превышает физиологическую норму (7,80 мг/кг). Максимальное значение было отмечено в точке 1 – выше впадения р. Мияки. В остальных точках вылова рыбы концентрация цинка приблизительно на одном уровне, лишь ниже впадения р. Мияки – незначительно меньше. В тканях рыб (судака и окуня), выловленных в среднем течении р. Белой, содержание цинка значительно ниже (2,10-3,30мг/кг) и не превышает физиологическую норму.

Согласно результатам исследований, в щуке р. Дёма содержится Ni от 0,11 до 1,10 мг/кг. Аналогично ситуации с цинком, максимальная концентрация обнаружена в тканях рыбы, выловленной выше впадения р. Мияки. В остальных пунктах вылова рыбы содержание никеля приблизительно на одном уровне, лишь ниже впадения р. Мияки – незначительно выше.

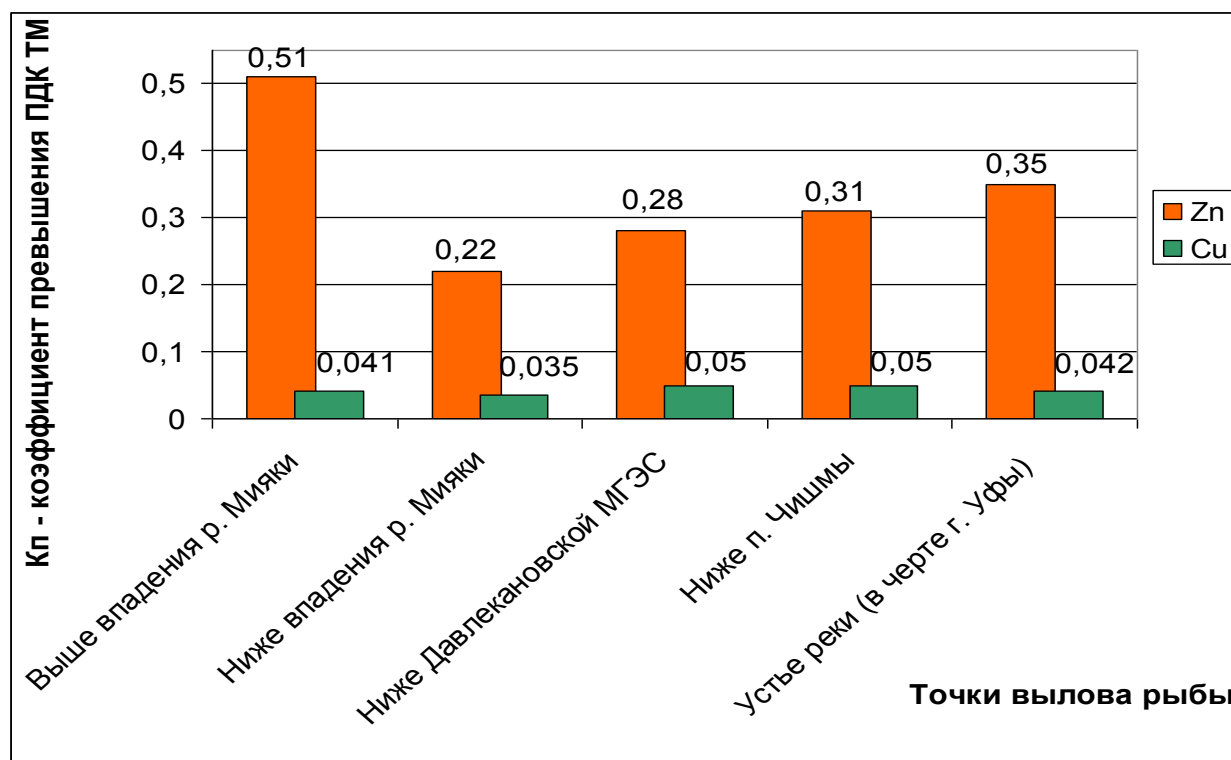


Рис. 33. Коэффициент превышения предельно-допустимых концентраций тяжелых металлов ($K_{ПТМ} = C_p^{TM} / ПДК \leq 1$) в мышцах рыбы р. Дёма

Оценка связи между содержаниями Zn, Cu, Ni, Mn в базовых компонентах водной экосистемы р. Дёма путем применения корреляционно-регрессионного анализа по коэффициенту Пирсона представлена таблице 28.

Таблица 28

Рассчитанные значения коэффициента Пирсона

Переменные (X, Y)	Коэффициент Пирсона*(R _{X,Y})			
	Цинк	Медь	Никель	Марганец
Поверхностная вода – Мышечная ткань	-0,1	-0,1	+0,7	-0,2
Поверхностная вода – Чешуя рыбы	+0,2	+0,7	+0,9	+0,6
Донные отложения – Мышечная ткань	-0,4	-0,8	-0,6	+0,4
Донные отложения – Чешуя рыбы	-0,6	+0,9	-0,3	-0,6
Мышечная ткань – Чешуя рыбы	+0,9	+0,7	+0,4	+0,6

* $p > 0,05$

Оценка связи между содержаниями Zn, Cu, Ni и Mn в базовых компонентах р. Дёма, полученная путем применения корреляционно-регрессионного анализа по коэффициенту Пирсона показал тесноту (силу) связи по шкале Чеддока высокую для «мышечная ткань – чешуя рыбы»; от заметной до высокой для «донные отложения – мышечная ткань», «донные отложения – чешуя рыбы»; от слабой до высокой для «поверхностная вода – чешуя рыбы», от слабой до заметной для «поверхностная вода – мышечная ткань».

Исходя из полученных в результате исследований значений коэффициента превышений нормативных санитарных требований (ПДК для продовольственного сырья и пищевых продуктов) ($K_{П}$), подсчитанного для Zn и Cu, следует, что содержание в мышечной ткани этих элементов невысокое и

находится в допустимых пределах (рис. 33). Наибольшее количественное содержание из исследуемых элементов в тканях щуки (р. Дёма) и судака (р. Белая) имеет цинк, в тканях окуня (р. Белая) – медь.

3.5. Характеристика гематологических и биохимических показателей крови рыб р. Дёма

Среди оценки состояния рыб важное место занимают биохимические исследования крови. Кровь – чувствительный и информационный индикатор состояния защитных сил организмов животных. Она быстро реагирует на действие различных неблагоприятных факторов и может служить одним из ранних показателей отравления рыб при загрязнении среды обитания. Это позволяет не только оценивать и прогнозировать экологические последствия нарушения качества водной среды, но и разработать методы оптимизации биопродуктов в водоемах. Результаты проведенных исследований крови мирных и хищных рыб (лещ – *Abramis brama*, судак – *Lucioperca lucioperca*), отловленных в районе г. Давлеканово, приведены в таблице 29.

Таблица 29

Гематологические и биохимические показатели крови леща и судака р. Дёма

Показатели	Лещ	Судак	Физиологические нормативы*
Число эритроцитов, $n \cdot 10^{12}/л$	$1,1 \pm 0,15$	$2,3 \pm 0,18$	1,5-2,5
Скорость осаждения эритроцитов, мм/ч	$4,0 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,2$	3,6-4,5
Гемоглобин, г/л	$82,3 \pm 3,4$	$91,3 \pm 2,8$	70-120
Число лейкоцитов, $n \cdot 10^9/л$	$44,0 \pm 0,3$	$60,0 \pm 1,2$	40-100
Холестерин, ммоль/л	$3,49 \pm 0,12$	$8,67 \pm 0,14$	7,5-10,5
Глюкоза, ммоль/л	$1,9 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,3$	2,0-11,0
Креатинин, ммоль/л	$26,3 \pm 2,4$	$30,6 \pm 2,7$	26,0-30,0
Общий белок сыворотки, г/л	$24,3 \pm 1,8$	$45,7 \pm 2,1$	25,0-70,0

Как видно из приведенной таблицы, число эритроцитов в крови исследованных нами рыб довольно высокое, что свидетельствует о сравнительно незначительном загрязнении. Скорость осаждения эритроцитов у судака больше в 2 раза, чем у леща, что можно объяснить более активным образом жизни. Концентрация гемоглобина у рыб, пойманных на разных участках реки Демы, свидетельствует об удовлетворительном качестве поверхностных вод. Относительно высокое содержание холестерина в крови судака указывает на оптимальную кормовую базу его места обитания. Содержание глюкозы в крови рыб зависит от степени активности – уменьшение движения приводит к понижению количества глюкозы в крови, увеличение – к росту ее концентрации. У исследуемых рыб нормативные показатели глюкозы. Белок сыворотки крови свидетельствует об относительной стабильности состояния рыб.

Исследования гематологических и биохимических показателей крови рыб подтверждают слабый уровень техногенного загрязнения на всем исследованном участке русла реки.

3.6. Экологическая оценка состояния здоровья населения на территории бассейна р. Дёма

Изучение демографической ситуации и состояния здоровья населения территории бассейна р. Демы по административным районам Альшеевскому, Белебеевскому, Бижбулякскому, Давлекановскому, Миякинскому, Стерлибашевскому, Уфимскому, Федоровскому и Чишминскому проведено по данным Башкортостанстата (рис. 34).

Динамика рождаемости населения на территории бассейна реки Дёма в 2006-2011 гг. иллюстрирует достаточно благоприятную ситуацию (табл. 30).

Линии тренда семи административных районов из девяти исследуемых (за исключением Белебеевского и Федоровского) на протяжении всего рассматриваемого периода расположены на среднереспубликанском уровне (рис. 35). В 2006 г. показатели рождаемости выше, чем по РБ в двух районах – в Белебеевском – на 1,8 % и в Уфимском – на 0,9 %; в 2007 г. в Белебеевском – на

3,9 % и в Бижбулякском – на 7,1 %. В период с 2008 по 2010 гг. среднереспубликанский уровень стабильно превышают показатели трех районов – Белебеевского, Альшеевского, Давлекановского.

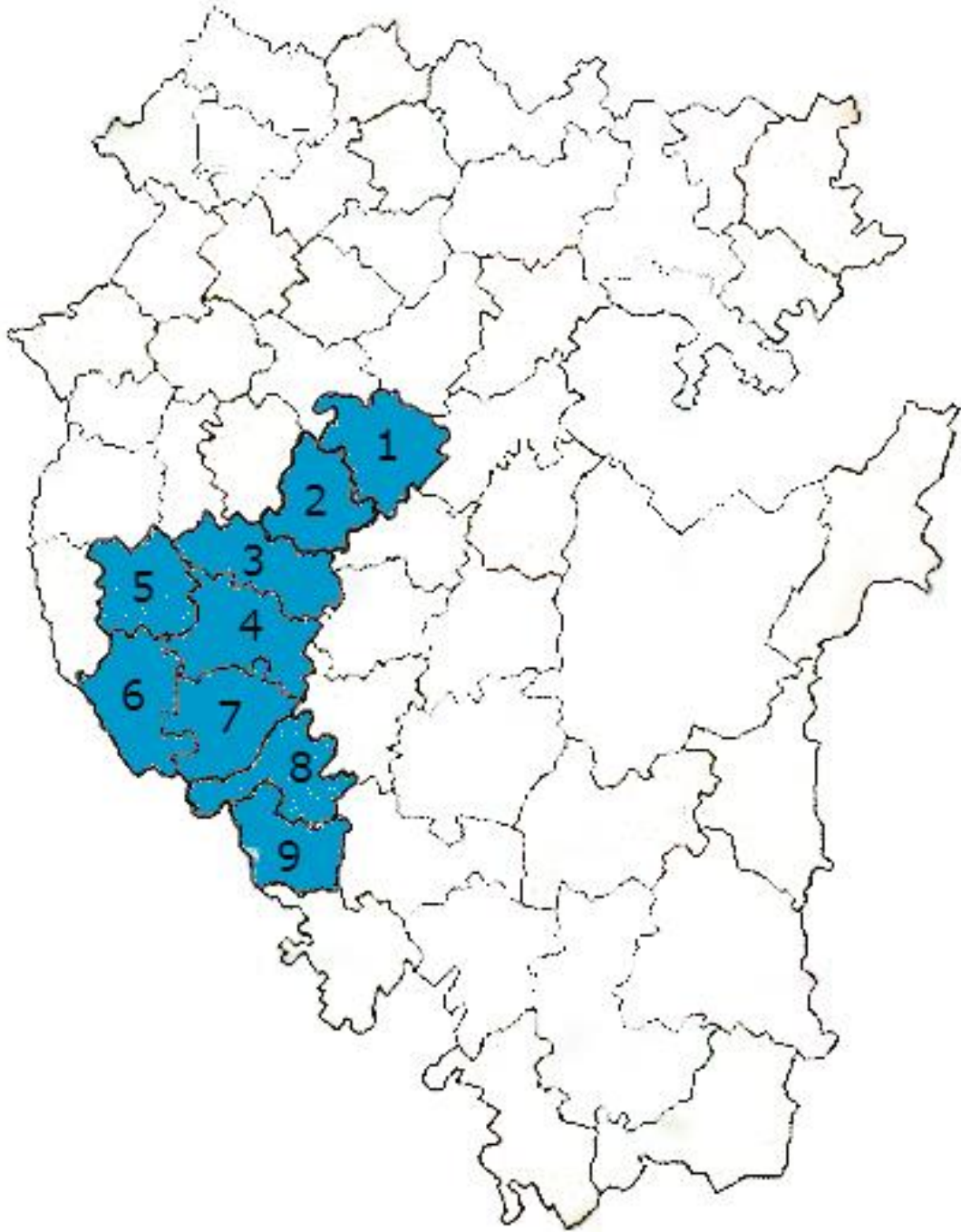


Рис. 34. Территория бассейна р. Дёма по административным районам Республики Башкортостан: 1 – Уфимский, 2 – Чишминский, 3 – Давлекановский, 4 – Альшеевский, 5 – Белебеевский, 6 – Бижбулякский, 7 – Миякинский, 8 – Стерлибашевский, 9 – Федоровский

**Рождаемость¹ населения в районах бассейна р. Дёма
Республики Башкортостан**

Наименование районов	Годы						Ср. показ. за 2006-11 гг. (СПР _{района})	КР ₆ ² = $\frac{\text{СПР}_{\text{района}}}{\text{СПР}_{\text{РБ}}}$
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Белебеевский	11,3	13,1	14,7	15,0	14,2	11,8	13,3	1,01
Альшеевский	10,8	11,8	13,7	14,0	15,0	11,7	12,8	0,98
Давлекановский	9,0	12,0	13,6	14,5	14,1	12,0	12,5	0,95
Стерлибашевский	9,9	11,2	12,9	13,3	13,2	13,6	12,4	0,95
Уфимский	11,2	12,4	13,2	12,1	13,8	11,9	12,4	0,95
Бижбулякский	9,6	13,5	12,6	13,0	12,4	12,7	12,3	0,94
Миякинский	11,0	12,1	13,2	12,7	12,2	12,1	12,2	0,93
Чишминский	10,6	11,2	12,8	13,1	12,8	12,8	12,2	0,93
Федоровский	8,5	9,9	9,0	10,3	10,9	11,5	10,0	0,76
Средний показатель по РБ (СПР _{РБ})	11,1	12,6	13,5	13,7	14,1	13,7	13,1	1,0
Средний показатель по районам бассейна р. Дёма	10,2	11,9	12,9	13,1	13,2	12,2	12,2	0,93

¹ - приведена в $\left[\frac{\text{численность родившихся в районе}}{\text{общ. численность населения района}} \times 100\,000 \right]$

2- КР₆ – коэффициент измерения рождаемости за 6 лет

В 2011 г. уровень рождаемости во всех районах несколько ниже, чем по Башкирии. В Белебеевском районе наблюдается максимальный уровень рождаемости. Средний показатель рождаемости населения за 2006-2011 гг. на 1,5 % выше среднего показателя по республике и на 9 % выше среднего показателя по территории бассейна р. Дёма. В Федоровском районе, напротив, наблюдается минимальный уровень рождаемости, но тем не менее имеет место положительный темп прироста. Средний показатель за весь рассматриваемый период на 23,7 % ниже среднереспубликанского уровня и на 18,0 % ниже среднего показателя по территории бассейна (рис. 36).

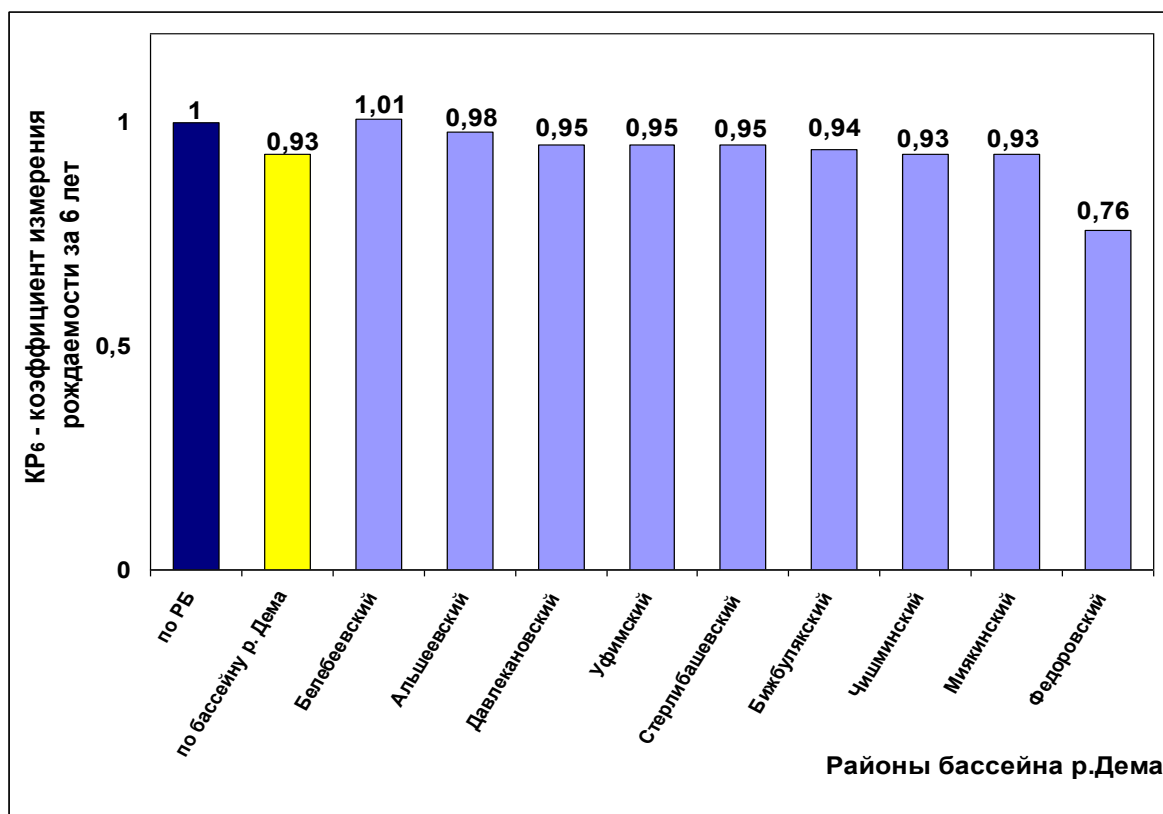


Рис. 35. Состояние рождаемости в районах бассейна р. Дёма за 6 лет (2006-11 гг.)

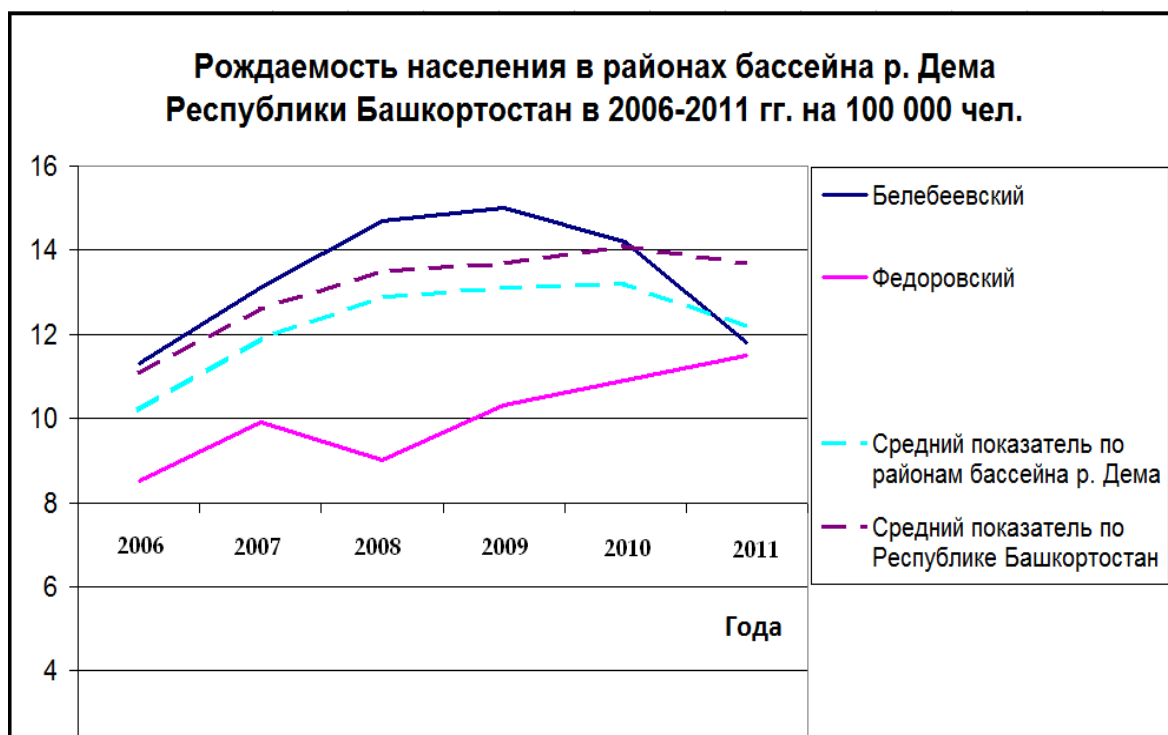


Рис. 36. Рождаемость населения в районах бассейна р. Дёма в 2006-2011 гг.

Динамика смертности населения на территории бассейна р. Дёма за 2006-2011 года приведена в таблице 31.

Таблица 31

**Смертность¹ населения районов бассейна р. Дёма
Республики Башкортостан**

Наименование районов	Годы						Сред. показатель за 2006-2011 гг. (СПС _{района})	КС ₆ ² = $\frac{\text{СПС}_{\text{района}}}{\text{СПС}_{\text{РБ}}}$
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Стерлибашевский	17,2	17,1	17,3	16,2	16,3	16,4	16,8	1,24
Альшеевский	17,2	16,5	16,8	16,2	15,5	17,4	16,6	1,23
Бижбулякский	16,9	15,6	15,7	16,2	15,5	17,4	16,2	1,20
Федоровский	15,5	14,5	15,4	15,3	14,5	17,0	15,3	1,13
Белебеевский	17,3	13,2	16,8	15,2	15,4	13,4	15,2	1,13
Давлекановский	15,3	13,5	16,3	15,8	15,0	15,3	15,2	1,13
Миякинский	14,1	14,9	13,8	14,4	15,0	16,0	14,7	1,09
Чишминский	15,1	13,8	14,6	14,2	14,3	15,5	14,6	1,08
Уфимский	11,7	11,8	11,4	11,1	11,4	10,4	11,3	0,84
Средний показатель по РБ (СПС _{РБ})	13,6	13,6	13,8	13,2	13,4	13,4	13,5	1,0
Средний показатель по районам бассейна р. Дёма	15,5	14,5	15,3	14,9	14,8	15,4	15,1	1,12

¹ - приведена в $\left[\frac{\text{численность умерших в районе}}{\text{общ. численность населения района}} \times 100\,000 \right]$

² - КС₆ – коэффициент измерения смертности за 6 лет

По исследуемым районам в 2011 году показатели смертности варьировали от 10,4 (Уфимский) в до 17,4 (Стерлибашевский) на 100 000 населения. Во всех районах бассейна р. Дёма, кроме Уфимского, средние показатели смертности за 2006-2011 гг. выше среднереспубликанского, особенно в Стерлибашевском, Альшеевском и Бижбулякском районах – на 20,0-24,4 % выше среднего уровня по Башкирии. В Федоровском, Миякинском, Чишминском, Белебеевском и Давлекановском районах уровень смертности ниже, но тем не менее он выше среднереспубликанского на 8,1-13,3 %. В Уфимском районе – на 16,3 % ниже среднего показателя по республике и на 25,2 % – по территории бассейна (рис. 37, 38).

Важнейшим показателем здоровья, наиболее наглядно отражающим социальные изменения и экологическую ситуацию, является младенческая (детская) смертность или смертность детей в возрасте до 1 года, которая в Республике Башкортостан после 2005 года характеризуется положительной тенденцией снижения.

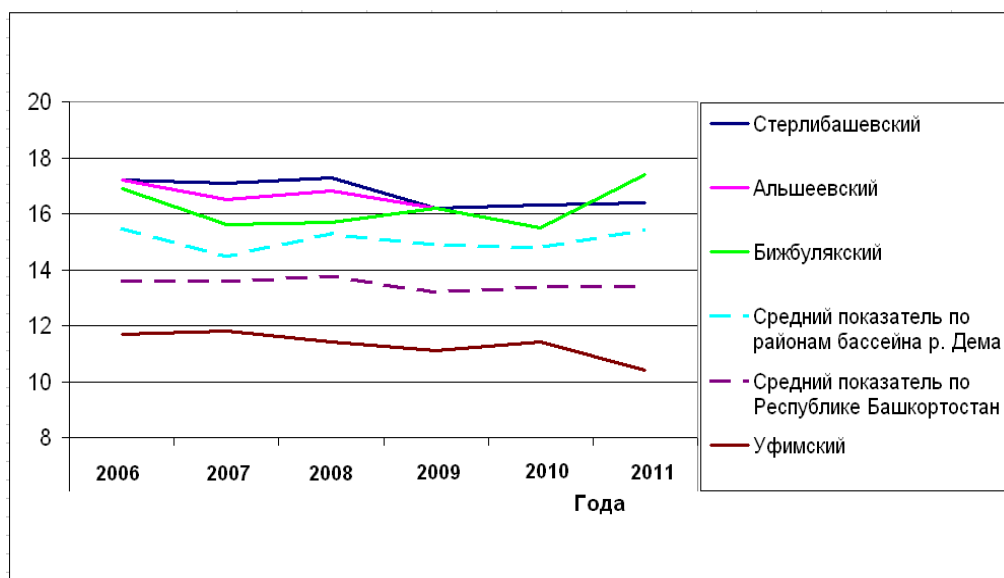


Рис. 37. Смертность населения в районах бассейна р. Дёма в 2006-2011 гг.

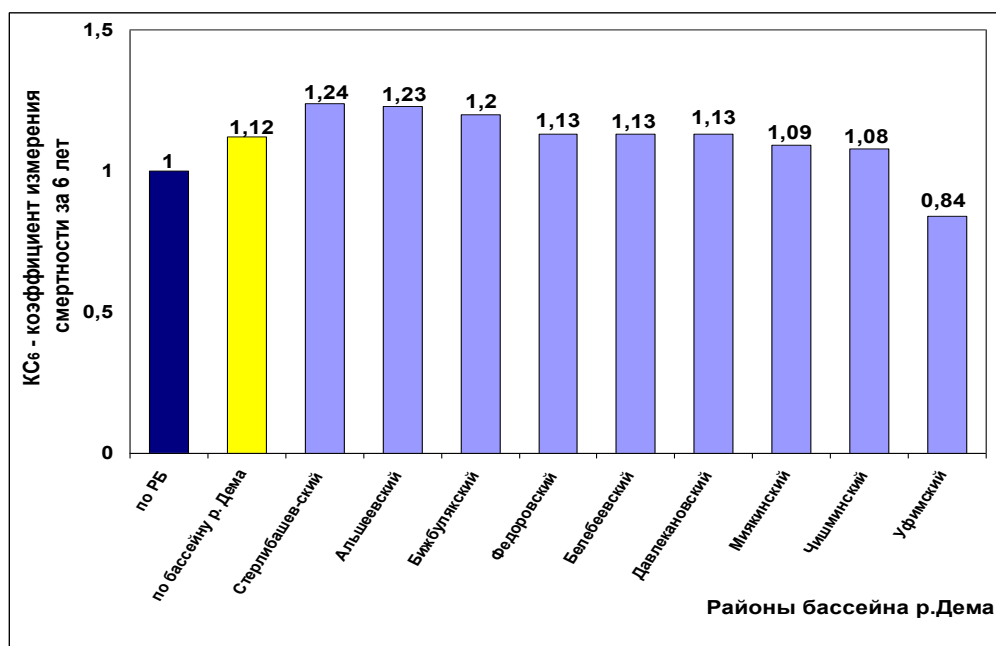


Рис. 38. Состояние смертности населения в районах бассейна р. Дёма за 6 лет (2006-2011 гг.)

Динамика младенческой смертности населения на территории бассейна р. Дёма за 2006-2011 года приведена в таблице 32.

Таблица 32

**Младенческая смертность¹ населения в районах бассейна р. Дёма
Республики Башкортостан**

Наименование районов	Годы						Средний показатель за 2006-11 гг. (СПМС _{района})	КМС ₅ ² = $\frac{\text{СПМС}_{\text{района}}}{\text{СПС}_{\text{МРБ}}}$
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Стерлибашевский	18,8	8,7	-	11,0	11,1	14,7	12,86	1,56
Давлекановский	12,4	13,7	-	5,3	10,6	7,9	9,98	1,21
Альшеевский	8,6	13,5	-	9,7	9,0	7,9	9,74	1,18
Чишминский	9,0	13,5	-	5,8	5,9	12,0	9,24	1,12
Миякинский	14,4	10,5	-	5,0	5,2	8,9	8,80	1,07
Уфимский	12,3	5,4	-	10,9	4,7	8,7	8,40	1,02
Бижбулякский	18,2	8,0	-	11,2	2,9	3,1	6,38	0,77
Федоровский	11,8	5,1	-	0,0	0,0	14,1	6,20	0,75
Белебеевский	4,6	13,1	-	3,9	7,0	3,3	3,98	0,48
Средний показатель по РБ (СПМС _{РБ})	11,1	9,6	-	6,8	6,9	6,8	8,24	1,0
Средний показатель по районам бассейна р. Дёма	12,2	10,2	-	6,9	6,3	8,9	8,39	1,02

¹ - приведена в $\left[\frac{\text{численность умерших детей в районе}}{\text{общ. численность населения района}} \times 100\,000 \right]$

² - КМС₅ – коэффициент измерения младенческой смертности за 5 лет

Средний показатель младенческой смертности за год по районам бассейна р. Дёма с 2007 по 2010 гг. включительно находится на среднереспубликанском уровне, в 2006 г. превышает его на 9,9 %, а в 2011 г. – на 30,9 %.

В 2011 году отмечалось превышение республиканских показателей в Стерлибашевском, Федоровском и Чишминском районах в 1,7-2,2 раза, в Альшеевском, Миякинском, Уфимском и Давлекановском районах – в 1,2-1,3 раза. В Бижбулякском, Белебеевском районах, напротив, показатели были ниже, чем по Башкирии в 2,1-2,2 раза, а по территории бассейна – в 2,7-2,9 раза.

Средние показатели младенческой смертности за 2006-2011 гг. трех районов (Стерлибашевского, Давлекановского и Альшеевского) значительно

превышают средний показатель по Башкирии (рис. 39). В Стерлибашевском районе наблюдается максимальный уровень младенческой смертности, который за весь рассматриваемый период на 56,1 % выше среднереспубликанского уровня и на 53,3 % выше среднего показателя по территории бассейна р. Дёма.

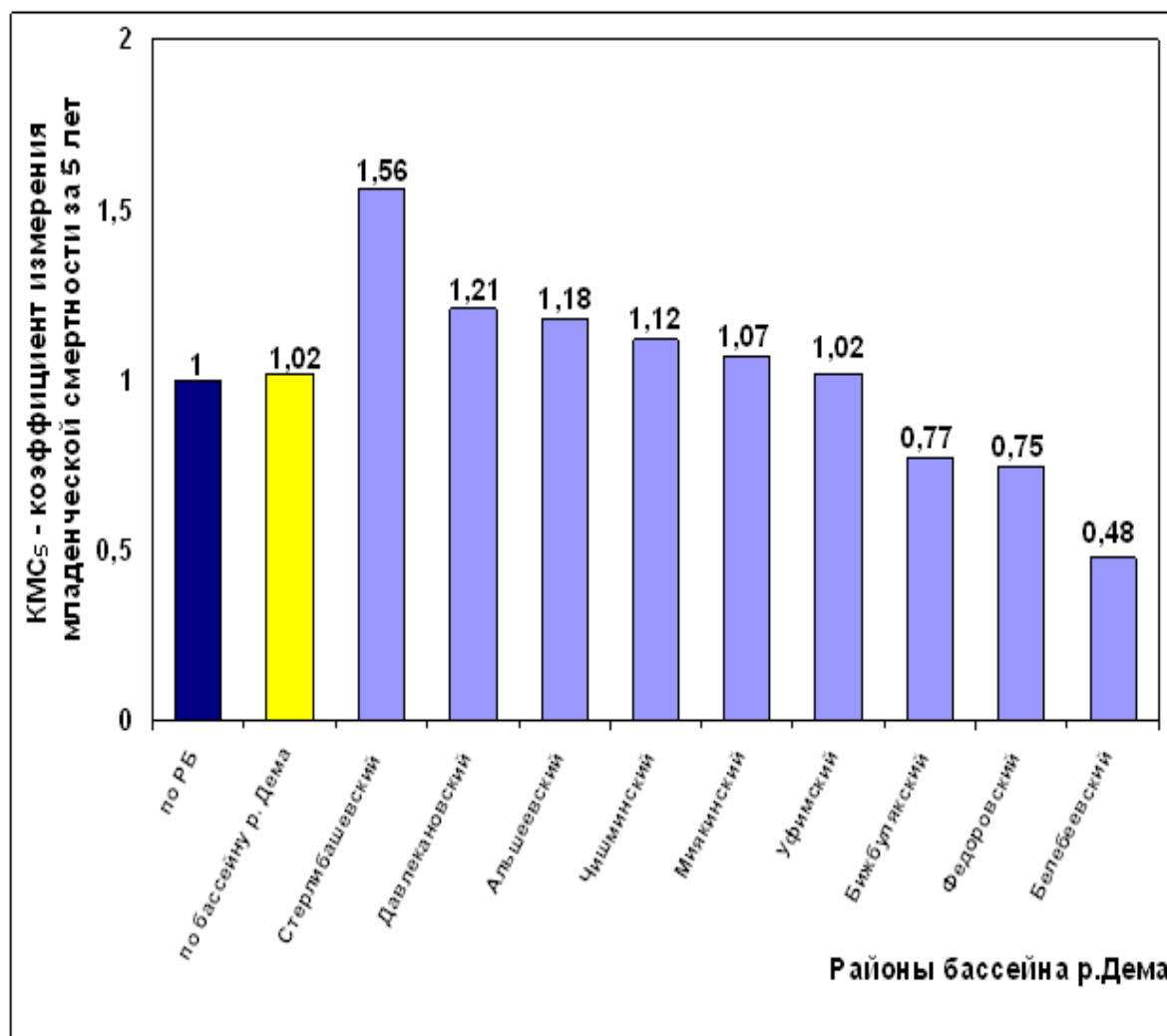


Рис. 39. Состояние младенческой смертности населения в районах бассейна р. Дёма за 5 лет (2006-2011 гг.)

Динамика заболеваемости новообразованиями (ЗН) (как злокачественными, так и доброкачественными) за 10 лет (2002-2011 гг.) на территории бассейна р. Дёма (табл. 33) свидетельствует о том, что средний удельный вес заболеваемости за 2007-2011 гг. значительно ниже по сравнению с периодом 2002-2006 гг. В 2002 г. показатели ЗН аномально превышают

среднереспубликанский уровень в пяти районах: Альшеевском – в 2,45 раза, Белебеевском – в 1,93 раза, Миякинском – в 1,57 раза, Федоровском – в 1,43 раза и Чишминском – в 1,18 раза; в 2003 г. – в трех районах: Альшеевском – в 2,78 раза, Белебеевском – в 2,4 раза, Миякинском – в 1,37 раза. В 2004-2005 гг. показатели ЗН значительно выше в трех районах – Альшеевском, Белебеевском и Федоровском, в 2006 г. также выделяются показатели, особо превышающие средний уровень заболеваемости новообразованиями по республике, в Альшеевском и Федоровском районах.

Привлекает внимание ситуация, сложившаяся с темпами прироста заболеваемости за период с 2007 по 2010 гг., имеющая ярковыраженную положительную тенденцию. Отрицательное значение темпов прироста заболеваемости в 2011 г. в сравнении со средним показателем за предыдущие пять лет имеют лишь два района – Стерлибашевский и Уфимский. Кроме того, оба района имеют минимальную заболеваемость новообразованиями на протяжении всего анализируемого периода (2002-2011 гг.). Максимальные значения заболеваемости для всех районов исследуемой территории за пять лет (2007-2011 гг.) приходится на 2011 г., и снова за исключением Стерлибашевского и Уфимского районов. Вероятно, это связано с разработкой и реализацией региональных и муниципальных программ, направленных на оздоровление населения, формирование приоритетов здорового образа жизни населения, поскольку в 2009 и 2010 гг. показатели заболеваемости новообразованиями заметно ухудшились. При этом уровень заболеваемости населения республики новообразованиями стабильно не ниже российского (за исключением периода 2006-2008 годов).

Средние показатели ЗН за 2002-2011 гг. трех районов бассейна р. Дёма – Альшеевского, Белебеевского и Федоровского – значительно превышают средний показатель по Башкирии (рис. 40). В Альшеевском районе уровень заболеваемости новообразованиями за весь рассматриваемый период на 82,1 % выше среднереспубликанского уровня и на 87,1 % – по территории бассейна.

**Заболеваемость новообразованиями¹ населения в районах бассейна р. Дёма Республики Башкортостан
в 2006-2011 гг.**

Наименование районов бассейна р. Демы	Годы										Средний показатель за 2006-2011 гг. (СПЗН _{района})	КЗН ₁₀ ² = $\frac{\text{СПЗН}_{\text{района}}}{\text{СПЗН}_{\text{РБ}}}$
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Альшеевский	1561,9	1625,0	1025,1	1304,3	1384,5	255,2	323,5	256,8	330,2	386,8	845,33	1,82
Белебеевский	1228,9	1406,8	1279,5	1393,6	599,1	243,1	243,6	223,7	232,1	268,4	711,88	1,53
Федоровский	909,8	274,3	627,9	1012,1	1244,2	191,8	282,5	244,2	189,3	296,1	527,22	1,14
Чишминский	753,1	503,2	332,1	361,6	872,1	272,3	304,7	247,6	314,5	388,8	435,00	0,94
Миякинский	999,0	803,7	317,5	313,7	392,7	228,9	261,5	243,1	265,0	277,8	410,29	0,88
Давлекановский	463,9	250,1	243,8	367,2	355,2	336,7	309,3	266,7	259,6	248,3	310,08	0,67
Бижбулякский	292,7	263,7	219,7	313,0	556,8	226,1	194,3	199,4	174,7	254,8	269,45	0,58
Уфимский	281,0	270,2	285,2	258,8	237,8	305,1	258,5	230,9	305,6	196,1	262,92	0,56
Стерлибашевский	228,0	246,6	280,6	251,7	265,5	270,2	271,5	296,3	293,3	195,6	259,93	0,56
Средний показатель по РБ (СПЗН _{РБ})	637,9	584,6	519,5	689,8	829,6	270,0	277,9	275,7	279,5	278,5	464,30	1,00
Средний показатель по районам бассейна р. Дема	746,5	627,1	512,4	619,6	656,4	258,8	272,2	245,4	299,4	279,2	451,7	0,97

¹ - приведена в $\left[\frac{\text{численность заболевших в районе}}{\text{общ. численность населения района}} \times 100\,000 \right]$

² - КЗН₁₀ – коэффициент измерения заболеваемости новообразованиями за 10 лет

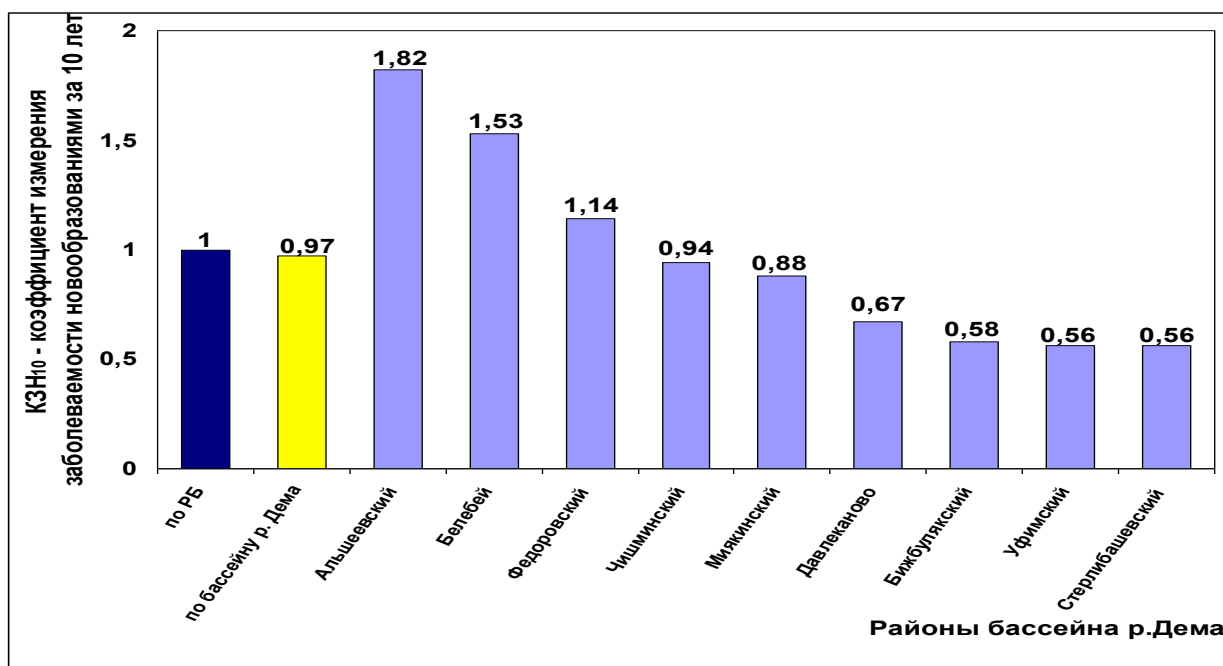


Рис. 40. Состояние заболеваемости новообразованиями населения в районах бассейна р. Дёма за 10 лет (2002-2011 гг.)

В 2004 г. показатель заболеваемости ВПР превышает среднереспубликанский уровень в одном районе – Белебеевском – на 17,9 %, в 2008 г. в двух районах – в Стерлибашевском – на 73,5 % и Альшеевском – на 29,5 %. В 2008 г. средний показатель заболеваемости ВПР по территории бассейна р. Дёма выше, чем в 2004 г. в 1,45 раза. Усредненные показатели за 2004-2008 гг. выше республиканского уровня в Стерлибашевском и Альшеевском районах, напротив, ниже в Бижбулякском, Уфимском и Давлекановском районах (рис. 41).

Ранжирование территорий по комплексному показателю, учитывающему заболеваемость ВПР всех локализаций, в 2010 году выявило ряд проблемных территорий в республике, на которых показатели превышали республиканские уровни. Из районов территории бассейна р. Дёма к данному ряду относятся следующие административные районы: Белебеевский, Бижбулякский и Чишминский районы (превышение в 1,2-1,5 раза); Альшеевский (превышение в 1,9-3,3 раза). Заболеваемость ВПР в районах бассейна р. Дёма приведена в табл. 34.

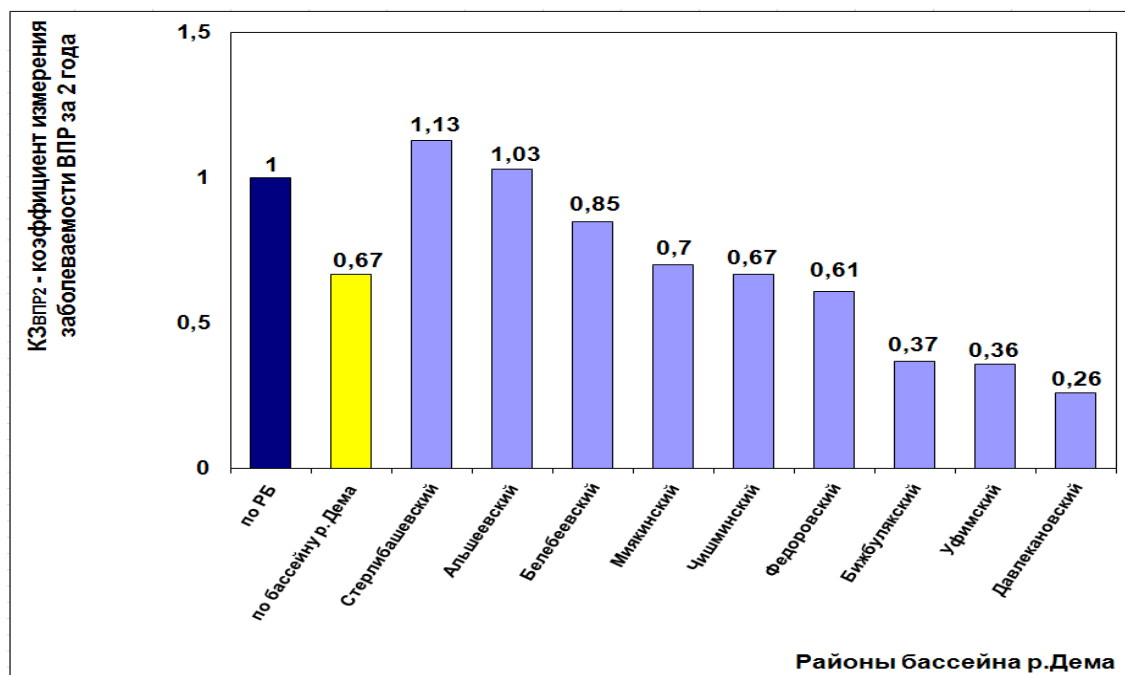


Рис. 41. Состояние заболеваемости врожденным пороком развития населения в районах бассейна р. Дёма за 2 года (2004-08 гг.)

Таблица 34

Заболеваемость врожденным пороком развития¹ в районах бассейна р. Дёма Республики Башкортостан

Наименование районов	Годы		Средний показатель за 2004 г.и 2008 г. (СПЗ _{ВПРрайона})	KЗВПР ² = $\frac{СПЗ_{ВПРрайона}}{СПЗ_{ВПР РБ}}$
	2004	2008		
Стерлибашевский	116,0	699,5	407,8	1,13
Альшеевский	221,8	522,2	372,0	1,03
Белебеевский	377,7	239,3	308,5	0,85
Миякинский	123,0	385,8	254,4	0,70
Чишминский	264,2	218,2	241,2	0,67
Федоровский	286,6	153,0	219,8	0,61
Бижбулякский	133,0	133,7	133,4	0,37
Уфимский	194,7	63,2	128,9	0,36
Давлекановский	47,6	137,4	92,5	0,26
Средний показатель по РБ (СПЗ _{ВПР РБ})	320,4	403,2	361,8	1,00
Средний показатель по районам бассейна р. Дема	196,1	283,6	239,9	0,67

¹ - приведена в $\left[\frac{\text{численность заболевших в районе}}{\text{общ. численность населения района}} \times 100\,000 \right]$

² - KЗВПР² – коэффициент измерения заболеваемости ВПР за 2 года

В Республике Башкортостан заболеваемость населения врожденными пороками развития в 2011 году после 3-хлетнего снижения выросла в сравнении с 2010 годом на 20,3 %. Уровень первичной заболеваемости ВПР определяется в основном случаями врожденных аномалий, выявленных среди детского населения (80-90 %), причем вклад детского населения в заболеваемость ВПР постоянно растет – за 2007-2011 годы темп прироста составил 18,3 %. В 2011 году высокий уровень ВПР отмечался на 14 территориях республики, в том числе на 15,9 % в Белебеевском районе бассейна р. Дёма. За пять лет (2007-2011 гг.) заболеваемость в Белебеевском районе выросла в 2,0-2,5 раза.

4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение экологического состояния поверхностных вод р. Дёма за семь лет (2004-2010 гг.), показал стабильную ситуацию. Особого внимания требует загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами, ХПК и сульфатами. Суммарная масса металлов в воде р. Дёма составляет 176,13 мг/л; основная часть (175,94 мг/л – 99,89 %) которой определяется массой кальция, марганца и магния. Масса тяжелых металлов в воде реки Демы составляет 0,19 мг/л (0,11 %), значительного превышения ПДК для вод рыбохозяйственного назначения не отмечается, за исключением содержания марганца и меди. Наблюдалась динамика роста содержания в воде нефтепродуктов: их концентрация в 2007-2010 гг. по сравнению с 2004-2006 гг. стала выше в 1,25 раза. Максимальное значение зафиксировано в 2010 году (0,119 мг/дм³), превышение ПДК_{р/х} достигло 2,4 раза. Величины ХПК в 2004-2010 гг. имели стабильную тенденцию к росту и максимальное значение отмечено в 2010 г. (31,1 мг/дм³), что выше допустимого показателя более чем в 2 раза. Содержание сульфатов в воде р. Дёма за рассмотренный интервал времени стабильно увеличивалось и значительно превышало ПДК_{р/х}: в 2004-2006 гг. – почти в 3 раза, в 2007-2010 гг. – более чем в 3 раза.

Сопоставление результатов анализов природной поверхностной воды, выполненных в сентябре 2012 г. и августе 2013 г. показывает ухудшение гидрохимического состояния р. Дёма. По результатам всех выполненных атомно-абсорбционных спектральных исследований (в сентябре 2012 г., в мае и августе 2013 г.), наибольшее количественное значение имеет марганец. Концентрации проанализированных в период половодья ТМ (Zn, Cu, Ni, Mn) в разы превышают содержания в межень.

Анализ экологического состояния озера Аслыкуль за семь лет (2004-2010 гг.) по гидрохимическим показателям природных вод показал изменение с 2007 года в сторону ухудшения.

При изучении динамики содержания нефтепродуктов в водах рек

Башкортостана максимальная концентрация обнаружено в реке Дёма, также аномально высокое содержание нефтепродуктов выявлено в реках Мияки (небольшой приток р. Дёма), Киги и Юрюзань.

Анализ содержания тяжелых металлов Zn, Cu, Ni и Mn в донном грунте р. Демы показал, что содержание этих элементов находится в допустимых пределах, за исключением никеля, показатели которого превышает значения регионального геохимического фона в 1,77-5,85 раза, значения ОДК – в 1,71 раза.

Исследован химический состав чешуи хищной рыбы (окуня, щуки) методом рентгенофлуоресцентного анализа. В исследованных образцах наибольшее содержание характерно для элементов: Ca, Cl, K, S, Sr. Из тяжелых металлов доминируют Fe, Mn, Sn, Zn. Выявлены различия в биоаккумуляции химических элементов в чешуе рыб на различных участках реки Дёма. В связи с особенностями длительного сохранения чешуи рекомендуется использовать ее в долговременном мониторинге состояния водных экосистем и особенно неорганических экотоксикантов.

Анализ содержания тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni и Mn) в мышечной ткани хищной рыбы бассейна р. Белой показал, что содержание этих элементов находится в допустимых пределах. Максимальные концентрации Zn (20,37 мг/кг), Ni (1,10 мг/кг) и Mn (11,40 мг/кг) в тканях рыбы, выловленной в р. Дёма, обнаружены в точке 1 – выше впадения р. Мияки. Содержание Cu в щуке во всех точках вылова на р. Дёма находится приблизительно на одном уровне.

Наиболее неблагоприятная ситуация по показателям демографии за 2006-2011 гг. складывается в Федоровском районе. По территории бассейна р. Дёма наблюдается убыль населения. Средний удельный вес заболеваемости новообразованиями за 10 лет (2002-2011 гг.) трех районов бассейна р. Дёма – Альшеевского, Белебеевского и Федоровского – значительно превышает среднереспубликанский уровень. Изучение заболеваемости ВПР за 2004-2011 гг. показывает актуальность данной проблемы для Стерлибашевского, Альшеевского и Белебеевского районов, а также необходимость продолжения работы по анализу ее структуры и выявлению факторов риска развития.

5. ВЫВОДЫ

Полученные в ходе исследований комплексные экогеохимические характеристики природных компонентов реки Дёма (поверхностная вода, донные отложения, ихтиофауна) на всем ее протяжении на территории Республики Башкортостан позволяет заключить:

1. Анализ гидрохимического состояния поверхностных вод р. Дёма показал удовлетворительное экологическое состояние реки. Отмечено превышение показателей ХПК ($K_k=1,9$), концентрации нефтепродуктов ($K_k=1,7$), сульфатов ($K_k=3,2$) и тяжелых металлов. Исследование поверхностных вод на содержание Zn, Cu, Ni, Mn, показало превышение меди и марганца ($K_{Cu} = 5,0$, $K_{Mn} = 5,4$);

Негативное влияние нефтедобычи на природные воды рек РБ проявляется в высоком уровне содержания нефтепродуктов (до 7,8 ПДКр/х) и ТМ;

2. Содержание Zn, Cu, Ni, Mn в донном грунте р. Дёма находится в допустимых пределах, за исключением никеля, концентрация которого превышает значения регионального геохимического фона (23,4 мг/кг) до 6 раз, значения ОДК (20,0 мг/кг) – до 7 раз. Максимальные концентрации Ni составили 137 мг/кг.

3. Впервые проведенные исследования микроэлементного состава чешуи щуки и окуня р. Дёма показали, что из изученного перечня химических элементов наибольшее содержание во всех пунктах вылова рыбы имеют: Ca, Cl, K, S, Sr. У окуня и щуки доминируют основные биогенные металлы: цинк (16,443-30,139 мг/кг), молибден (0,341-16,139 мг/кг), железо (5,615-11,666 мг/кг), марганец (2,759-12,184 мг/кг).

4. Изучение Zn, Cu, Ni, Mn в мышечной ткани хищных рыб р. Дёма показало, что их концентрации (кроме цинка) находятся в допустимых пределах. В чешуе содержание цинка, меди и никеля больше в 1,5; 4 и 10 раз соответственно, чем в мышцах (р. Дёма ниже промышленного п. Чишмы).

5. Гематологические и биохимические показатели крови рыб р. Дёма (лещ, судак) свидетельствуют об удовлетворительном состоянии ихтиофауны.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Результаты экогеохимических исследований р. Дёма (поверхностная вода, донные отложения, ихтиофауна), полученные в работе, рекомендуется учитывать при принятии управленческих решений.

2. При комплексной оценке техногенного воздействия на водные экосистемы необходимы исследования чешуи и биохимических характеристик крови промысловых и других видов рыб.

3. Рекомендуется использовать химический состав чешуи хищных рыб для оценки состояния водных экосистем в биологическом мониторинге.

4. Результаты исследований предлагается использовать в учебном процессе при подготовке специалистов по направлениям: экология, геоэкология, охрана окружающей среды и рациональное природопользование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурахманов Г.М. Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека / Г.М. Абдурахманов, И.В. Зайцев. – М.: Наука, 2004. – 280 с.
2. Абдюкова Э.А. Экологическая оценка воздействия агропромышленного комплекса на состояние малых рек Башкортостана / Э.А. Абдюкова, А.Ю. Кулагин, Г.С. Рашитова, Г.М. Абдюкова // Научный журнал КубГАУ. – 2011. - № 73 (09). – С. 24-35.
3. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 83 с.
4. Алекин О.А. Гидрохимия / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 312 с.
5. Алтухова З.А. Река Лена, Северный ледовитый океан – плановые нефтяные разливы, взаимосвязи с изменением климата / З.А. Алтухова // Реки Сибири: Материалы V Международной конференции. – Томск: Дельтаплан, 2010 – С. 14-17.
6. Аминева В.А. Физиология рыб / В.А. Аминева, А.А. Яржомбек. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 2005. – 320 с.
7. Аминева Ф.А. Влияние техногенной сферы в районе г. Сибая на состояние поверхностных вод рек Худолаз и Карагайлы / Ф.А. Аминева // Материалы Всеросс. НПК «Актуальные проблемы экологического образования в школе и вузе». – Бирск: БирСГПА, 2007. – С. 99-100.
8. Аминева Ф.А., Курамшина Н.Г. Экологическая характеристика гидро- и биоресурсов озера Кутлубан по тяжелым металлам (Зауралье Башкортостана) / Ф.А. Аминева // Безопасность жизнедеятельности: Проблемы и пути их решения в АПК: Сб. науч. тр. Всерос. НПК с междунар. участием (заочн. конф.). – Уфа: Изд-во БашГУ, 2010. – С. 3-5.
9. Аминева Ф.А. Состояние ихтиофауны в зоне водосбора горно-

обогадительно-го комбината: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ф.А. Аминев. – М., 2011. – 23 с.

10. Андрусишина И.Н. Ихтиофауна р. Днепр как биоиндикатор загрязнения экосистемы тяжелыми металлами / И.Н. Андрусишина, С.В. Андрейченко, И.А. Голуб // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2005. - № 1. – С. 106-109.

11. Анисимова И.М. Ихтиология / И.М. Анисимова, В.В. Лавровский. – М.: ВО, Агропромиздат, 1991. – 287 с.

12. Артемьева А.А. Анализ влияния нефтедобычи на здоровье населения Удмуртии / А.А. Артемьева, И.Л. Малькова // Вестник Удмуртского университета. – 2006. - № 11. – С. 3-14.

13. Бабушкина Н.П. Влияние экологических факторов на развитие детского организма / Н.П. Бабушкина, М.В. Черепанова; Под ред. Л.И. Александрова. – Владивосток, 2006. – 232 с.

14. Баканов А.И. Оценка качества донных отложений водохранилищ Верхней Волги с использованием элементов триадного подхода / А.И. Баканов, М.В. Гапеева, И.И. Томилина // Биология внутренних вод. – 2000. - № 1. – С. 102-109.

15. Баканов А.И. Мониторинг качества донных отложений Верхней Волги в пределах Ярославской области по зообентосу / А.И. Баканов // Биология внутренних вод. – 2003. - № 3. – С. 72-81.

16. Балашова С.П. Тяжелые металлы / С.П. Балашова, А.Е. Самонов, В.Н. Еремин и др. // Экол. и пром-ть России. – 2001. – № 3. – С. 40-43.

17. Балков В.А. Водные ресурсы Башкирии / В.А. Балков. – Уфа, 1978. – 173 с.

18. Барабанов О.Н. Глобальная проблема водных ресурсов / О.Н. Барабанов // Современные глобальные проблемы мировой политики / Под ред. М.М. Лебедевой. – М.: Аспект-Пресс, 2008. – С. 29-52.

19. Бастраков С.И. Качество воды малых рек Республики Марий Эл по результатам водохозяйственного мониторинга / С.И. Бастраков,

Д.И. Рябикина // Материалы науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола, 1996. – С. 39-45.

20. Батоян В.В. Микроэлементы в рыбах Куйбышевского водохранилища / В.В. Батоян, В.Н. Сорокин // Экология. – 1989. - № 6. – С. 81-83.

21. Башкортостан: краткая энциклопедия. – Уфа: Башкирская энциклопедия, 1996. – 672 с.

22. Бикташева Ф.Х. Современное экологическое состояние озера Аслыкуль / Ф.Х. Бикташева, Н.Г. Курамшина // Известия Оренбургского отделения русского географического общества. – 2008. - № 4 (37). – С. 90-91.

23. Бикташева Ф.Х. Экологическое состояние поверхностных вод озера Аслыкуль / Ф.Х. Бикташева // Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием в рамках XIX Междунар. специализированной выставки «АгроКомплекс-2009» (3-5 марта 2009 г.). – Ч. I. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2009. – С. 233-235.

24. Бикташева Ф.Х. Гематологические показатели щуки и окуня (озеро Аслыкуль) / Ф.Х. Бикташева // Безопасность жизнедеятельности: Проблемы и пути их решения в АПК: Сб. науч. тр. Всерос. НПК с междунар. участием (заочная конференция). – Уфа: Издательство БашГУ, 2010. – С. 74-76.

25. Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты / Под ред. Н.А. Гресь, А.В. Скального. – Минск: Харвест, 2011. – 352 с.

26. Богатова О.В. Характеристика вылова карповых в районах Республики Башкортостан / О.В. Богатова, Н.Г. Курамшина, А.Ю. Матвеева // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. Междунар. НПК. – Уфа: УГАЭС, 2011. – С. 31-35.

27. Бражник С.Ю. Использование и резервы сырьевой базы пресноводного рыболовства России / С.Ю. Бражник, Л.Г. Бондаренко, Е.И. Барабанщиков и др. // Известия КГТУ. – 2013. - № 28. – С. 11-25.

28. Бреховских В.Ф. Тяжелые металлы в донных отложениях Верхней и

Нижней Волги / В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, Д.Н. Катунин и др. // Водные ресурсы. – 2002. - № 5. – Т. 29. – С. 587.

29. Брызгало В.А. Последствия антропогенного воздействия на химико-биологическое состояние устьевых участков рек Волга, Дон, Кубань / В.А. Брызгало, Л.П. Соколова, Л.С. Косменко, А.М. Коршун // Качество поверхностных вод Российской Федерации: Ежегодник 2001 г. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – С. 294-324.

30. Ваганов А.С. Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в промысловых видах рыб Куйбышевского водохранилища / А.С. Ваганов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. - № 5 (2). – С. 143-146.

31. Васенев И.И., Авилова А.А., Багина Б.В. Особенности пространственно-временной изменчивости содержания и накопления тяжелых металлов в почвах и растительном покрове в условиях лесной рекреационной территории // Плодородие. – 2015, №2 (83). – С. 44-49.

32. Вернадский В.И. Очерки геохимии / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1983. – 423 с.

33. Виноградов Г.Д. Влияние экологического состояния водоемов Бирского района на биохимические и гематологические показатели крови / Г.Д. Виноградов, Н.Г. Курамшина // Биологические науки в XXI веке. Проблемы и тенденции развития. – Бирск, 2005. – С. 308-310.

34. Виноградов Г.Д. Оценка гематологических и биохимических показателей крови рыб р. Белой / Г.Д. Виноградов, Н.М. Губайдуллин // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. IV Междунар. НПК. – Уфа: Изд-во БирГСПА, 2009. – С. 79-81.

35. Виноградов Г.Д. Физиолого-биохимическое состояние промысловой ихтиофауны в условиях диссеминации ксенобиотиков в бассейне р. Белая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.Д. Виноградов. – М., 2011. – 21 с.

36. Виноградов Г.Д. Характеристика экологического состояния реки

Белой в среднем течении по биоаккумуляции экотоксикантов и биохимическим показателям крови рыб / Г.Д. Виноградов, Н.Г. Курамшина, М.Г. Виноградова // Биологические ресурсы и проблема их рационального использования: Сб. науч. трудов Междунар. НПК. – Бирск: БирГСПА, 2011. – С. 92-98.

37. Винокур И.Л. К изучению влияния комплекса факторов окружающей среды города на здоровье населения / И.Л. Винокур, Р.С. Гильденскпольд, Н.А. Кабанова и др. // Материалы VII Всерос. съезда гигиенистов и сан. врачей. – М., 1991. – С. 31-33.

38. Пути формирования сточных вод горно-обогатительных предприятий по переработке медно-цинковых руд и их влияние на малые реки / В.И. Сафарова, Г.Ф. Шайдулина, И.В. Вдовина // Актуальные проблемы в науке и технике: Сб. трудов 4-й Всерос. зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых. – Уфа: Диалог, 2009. – С. 59-63.

39. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А.И. Войнар. – М.: Высшая школа, 1960. – 554 с.

40. Воробьев В.И. Биогеохимия и рыбоводство / В.И. Воробьев. – Саратов: МП Литера, 1993. – 224 с.

41. Воробьев Д.С. Нефтепродукты в воде и донных отложениях бассейна реки Васюган / Д.С. Воробьев, В.К. Попков // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. - № 43. – С. 48-49.

42. Воробьева Л.В. Гигиеническая оценка донных отложений как источников вторичного загрязнения водных объектов / Л.В. Воробьева // Гигиена и санитария. – 1991. - № 6. – С. 22-24.

43. Воронков П.П. Основные факторы и закономерности формирования химического состава воды малых водотоков / П.П. Воронков // Тр. ГГИ. – Вып. 102. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – С. 120-135.

44. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов Водный кодекс РФ: (офиц. текст в последней ред.) / постатейн. коммент. А.В. Шевчука [и др.]. – 2-е изд., доп. и уточн. – М.: Б-чка «Рос.

газ.», 2007. – 288 с.

45. Вундцеттель М.Ф. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях рыб реки Яхрома / М.Ф. Вундцеттель, Н.В. Кузнецова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2013. - № 2. – С. 155-158.

46. Вылегжанин А.Н. Управление водными ресурсами России: международно-правовые и законодательные механизмы: Монография / А.Н. Вылегжанин, С.А. Гуреев, Е.Е. Вылегжанина; Под ред.: А.Н. Вылегжанина. – М.: МГИМО, 2008. – 201 с.

47. Гайфуллина Г.Н. Мониторинг состояния воды рек Енисея и Качи / Г.Н. Гайфуллина, М.С. Шаропаева М.С. Спиридонова // Успехи современного естествознания. – 2005. - № 9. – С. 54-55.

48. Галатова Е.А. Содержание тяжелых металлов в воде р. Уй / Е.А. Галатова // Эффективность адаптивных технологий в животноводстве: Мат-лы Всерос. НПК. – Ижевск, 2005. – С. 29-31.

49. Галатова Е.А. Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в системе вода – донные отложения – гидробионты: на примере реки Уй: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.А. Галатова. –Троицк, 2007. – 22 с.

50. Галатова Е.А. Биологические особенности содержания тяжелых металлов в чешуе рыб семейства Percidae, Cyprinidae, Ecocidae, Siluridae / Е.А. Галатова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. - № 9 (59). – С. 46-49.

51. Галинуров И.Р. Оценка отдаленных последствий нефтяного загрязнения паводково-пойменных комплексов малых рек / И.Р. Галинуров, А.М. Сафаров, Ю.В. Островская и др. // Нефтегазовое дело: Электронный научный журнал. – 2011. - № 2. – С. 152-166.

52. Гареев А.М. Природная среда и нефтегазовый комплекс Башкортостана / А.М. Гареев, А.В. Шакиров. – Уфа: Китап, 2000. – 200 с.

53. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана / А.М. Гареев. – Уфа: Китап, 2002. – 201 с.

54. Гапеева М.В. Локализация и распределение тяжелых металлов в донных отложениях Верхней Волги / М.В. Гапеева, В.В. Законов, А.А. Гапеев // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24. - № 2. – С. 174-180.

55. Гичев Ю.П. Экологическая обусловленность основных заболеваний и сокращение продолжительности жизни / Ю.П. Гичев. – Новосибирск, 2000. – 90 с.

56. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. – 10-е издание, стереотипное. – Москва: Высшая школа, 2004. – 479 с.

57. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Башкортостан за 2009-2012 гг.».

58. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Республики Башкортостан в 2009 году» Камского бассейнового водного управления. – Уфа, 2010. – 100 с.

59. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2009 году». – Уфа: Минэкологии РБ, 2010. – 189 с.

60. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2003 году». – М.: Федеральное агентство водных ресурсов, 2004. – 244 с.

61. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». – М.: НИА-Природа, 2010. – 288 с.

62. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Республике Башкортостан в 2011 году», 2012. – 367 с.

63. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году», 2012. – 351 с.

64. Григорьева И.Л. Гидрохимическая оценка современного состояния малых притоков верхнего участка Волги / И.Л. Григорьева, А.Б. Комиссаров, Е.А. Чекмарева // Малые реки: Экологическое состояние и перспективы

развития: Материалы докладов II Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Чебоксары, 2012. – С. 21-26.

65. Григорьева И.Л. Влияние интенсивного сельскохозяйственного освоения территории на экологическое состояние малой реки / И.Л. Григорьева, Л.П. Чермных // Малые реки: Экологическое состояние и перспективы развития: Материалы докладов II Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Чебоксары, 2012. – С. 20.

66. Грищенко Л.И. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л.И. Грищенко, М.Ш. Акбаев, Т.В. Васильков. – М.: Колос, 1999. – 455 с.

67. Давыдова С.Л. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. — М.: Изд-во РУДН, 2004. – 163 с.

68. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России / В.И. Данилов-Данильян. – М.: Типография ЛЕВКО, Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. – 88 с.

69. Даукаев Р.А. Комплексная гигиеническая оценка загрязнения тяжелыми металлами техногенных территорий Республики Башкортостан: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.А. Даукаев. – М., 2010. – 24 с.

70. Добровольский В.В. Тяжелые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия. Тяжелые металлы в окружающей среде / В.В. Добровольский. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 3-11.

71. Добрянский Л.Н. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами экосистем севера – важнейшая экологическая проблема / Л.Н. Добрянский // Экология нефтяного комплекса. – 1988. – С. 51-53.

72. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия / Ю.С. Другов. – СПб.: Анатолия, 2000. – 432 с.

73. Евтушенко Н.Ю. Биоаккумуляция микроэлементов в органах и тканях рыб с разным типом питания при тепловом выращивании / Н.Ю. Евтушенко // Гидробиол. Журнал. – 1996. – Т. 32. - № 3. – С. 89-101.

74. Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям за 2011 г. – Ростов н/Д: РОСГИДРОМЕТ; ФГБУ «ГХИ», 2012. – 138 с.

75. Елизарьев А.Н. Антропогенная трансформация экосистемы реки Белой в районе города Стерлитамака / А.Н. Елизарьев, Т.Б. Фащевская, Н.Н. Красногорская // Региональные экологические проблемы современности: Сб. науч. тр. Междунар. НПК. – Уфа, 2006. – С. 190-191.

76. Житенева Л.Д. Тромбоциты рыб и других групп позвоночных / Л.Д. Житенева, Э.В. Макаров, О.А. Рудницкая. – Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2003. – 72 с.

77. Загрязняющие вещества в окружающей среде / Под ред. А. Моцика, Д.Л. Пинского. – Пушино-Братислава, 1991. – 195 с.

78. Зайцева Н.В. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.Ю. Балашов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. - № 1 (6). – С. 1144-1148.

79. Законнова Л.И. Корреляция биохимических показателей с алиментарными патологиями у карпа / Л.И. Законнова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2007. – № 8. – С. 22-29.

80. Злова Т.П. Патогенетические механизмы экологообусловленных нарушений интеллекта у детей Забайкалья: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Т.П. Злотова. – Чита, 2007. – 43 с.

81. Иванова И.Ю. Экологическая оценка качества донных отложений водотоков и водоемов Оренбургской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.Ю. Иванова. – Оренбург, 2009. – 23 с.

82. Ильязов, Р.Г., Роль продуктов животноводства в формировании техногенных нагрузок населения в условиях загрязнения агроэкосистем тяжелыми металлами в регионе нефтедобычи и нефтехимической промышленности /Р.Г. Ильязов, Л.П. Зарипова, Ф.К. Ахметзянова, И.Р.

Стефанова // Актуальные экологические проблемы РТ. – Казань, 2003. – С. 142-143.

83. Ильязов, Р.Г., Агроэкологические проблемы животноводства в условиях техногенного загрязнения территорий в регионе нефтедобычи, нефтехимической промышленности и пути их решения / Р.Г. Ильязов, Ф.Х. Шакиров, Л.П. Зарипова, И.А. Гайсин, Ф.К. Ахметзянова, Р.Р. Зайсанов // Сборник выступлений и тезисы докладов Научно-практической конференции «Актуальные проблемы повышения безопасности и 96 устойчивости функционирования объектов экономики на рубеже XXI века». Казань, 2003. – С. 149-164.

84. Ильязов, Р.Г., Пути адаптации сельскохозяйственного производства к техногенным загрязнениям почвенного покрова тяжелыми металлами / Р.Г. Ильязов, И.А. Гайсин, Л.П. Зарипова, Ф.Х. Шакирова, Ф.К. Ахметзянова, Р.Р. Зайсанов // Сборник трудов Международной конференции «Роль почвы в формировании естественных и антропогенных ландшафтов». Казань, 2003. – С. 351-356.

85. Ильязов, Р.Г. Особенности накопления тяжелых металлов в разных кормовых культурах / Р.Г. Ильязов, М.И. Гилемханов, // Материалы международного симпозиума «Научные основы обеспечения защиты животных от экотоксикантов, радионуклидов и возбудителей опасных инфекционных заболеваний». – Казань, 2005. – Ч.1. – С. 158-161.

86. Ильязов Р.Г. Нефтегазовый техногенез и агроэкосфера – проблемы адаптации и пути их решения / Р.Г. Ильязов // Нефть и здоровье: Сб. науч. тр. Всерос. НПК, посвященной 75-летию Башкирской нефти 22-23 мая 2007 года. – Уфа, 2007. – С. 75-81.

87. Имашев У.Б. Общая характеристика гидрологической сети Арланоского нефтяного месторождения / У.Б. Имашев, Н.Г. Курамшина, Э.М. Курамшин // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. трудов IV Междунар. НПК. – Уфа: Изд-во БирГСПА, 2009. – С. 102-105.

88. Имашев У.Б. Биотоксичность и химический состав поверхностных

вод в районе нефтедобычи / У.Б. Имашев, Э.М. Курамшин, Н.Г. Курамшина // Безопасность жизнедеятельности: Проблемы и пути их решения в АПК: Сб. науч. тр. Всерос. НПК с междунар. участием. – Уфа, 2010. – С. 112-116.

89. Ипатова (Артюхова) В.И. Роль биотестирования природных вод в экологическом мониторинге / В.И. Ипатова (Артюхова), А.Г. Дмитриева, В.Ю. Прохоцкая // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы: Тезисы докладов Междунар. НПК, Россия, Тольятти, 23-27 апр. 2001 г. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001 – С. 90.

90. Искандаров Т.И. Опыт изучения и гигиеническая оценка качества воды малых рек страны / Т.И. Искандаров, И.И. Ильинский, И.А. Усманов // Гигиена и санитария. – 1986. - № 5. – С. 79-80.

91. Исмаилова С.И. Влияние нефти, бурового раствора и тяжелых металлов на кислую пептид-гидролазную активность скелетных мышц рыб / С.И. Исмаилова, И.К. Курбанова, А.Р. Исуев, Д.Н. Магомедгаджиева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. - № 1 (2). – Т. 11. – С. 53-55.

92. Исследования бобров в Евразии: Сб. науч. трудов // ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова РАСХН; отв. ред. А.П. Савельев. – Киров, 2011. – Вып. 1. – 153 с.

93. Калимуллина С.Н. Гидрохимический режим и микроэлементы в поверхностных природных водах Республики Татарстан в условиях антропогенного воздействия / С.Н. Калимуллина, А.А. Колесник, А.И. Морозкин // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы: Тезисы докладов Междунар. науч. конф., Россия, Тольятти, 23-27 апр. 2001 г. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. – С. 91.

94. Калинин В.М. Малые реки в условиях антропогенного воздействия. На примере Восточного Зауралья / В.М. Калинин, С.И. Ларин, И.М. Романова. – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 1998. – 220 с.

95. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин. – М.: КолосС, 2007. – 232 с.

96. Карпов Д.Н. Влияние нефтяного загрязнения на растительность и почву в пойме реки Дема / Д.Н. Карпов // Биологические исследования на Урале. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – С. 40.
97. Керимов М.М. Охрана здоровья населения в условиях воздействия несбалансированного химического состава вод Терско-Кумского артезинского бассейна: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / М.М. Керимов, 2004. — 24 с.
98. Кислякова Е.Г. Изучение геохимического поля экосистем малых рек / Е.Г. Кислякова // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сб. науч. тр. – Вып. 13. – М.: РУДН, 2011. – Ч. 2. – С. 113-117.
99. Кобечинская В.Г. Комплексное изучение экосистем малых рек Крыма и аспекты их оптимизации / В.Г. Кобечинская, Г.А. Киселева, Л.И. Головчанская // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек: Межресп. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1992. – Ч. 2. – С. 175-177.
100. Ковальчук Л.А. Тяжелые металлы в окружающей среде Урала и их влияние на организм / Л.А. Ковальчук, О.А. Сатонкина, А.Э. Тарханов // Экология. – 2002. - № 5. – С. 358-361.
101. Комов В.Т. Токсичность донных отложений озер Северо-Запада России: влияние закисления и тяжелых металлов / В.Т. Комов, И.И. Томилина // Биология внутр. вод. – 1999. - № 1-3. – С. 141-147.
102. Кондратьева Л.М. Влияние крупных притоков на формирование качества воды в реке Амур / Л.М. Кондратьева // Факторы формирования качества воды на нижнем Амуре / Под ред. Л.М. Кондратьевой. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – С. 120–209.
103. Корж В.Д. Геохимия элементного состава гидросферы / В.Д. Корж. – М.: Наука, 1991. – 243 с.
104. Корнева Л.В. Анализ негативного влияния урбанизировано территории на водные объекты / Л.В. Корнева // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. IV Междунар. НПК. – Уфа, 2009. – С. 148-150.

105. Костицина Н.В. К микроэлементному составу европейского хариуса *Thymallus Thymallus* (Linnaeus, 1758) р. Косьва (Бассейн средней Камы) / Н.В. Костицына, С.А. Мадрица // Вестник ТГУ. – Т. 18. – Вып. 6. – 2013. – С. 3019-3022.

106. Красногорская Н.Н. Характеристика влияния промышленных предприятий на качество воды в Республике Башкортостан / Н.Н. Красногорская, В.И. Сафарова, Е.В. Фатьянова // Водохозяйственный комплекс Республики Башкортостан: Экологические проблемы, состояние, перспективы: Сб. докладов Респуб. НПК. – Уфа: БГАУ, 2005. – С. 53-61.

107. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ / А.П. Крешков. – кн. вторая. – изд. 4, перераб. – М.: Химия, 1976. – 480 с.

108. Кривопапов З.Ф. Влияние характера освоения прибрежной территории на качество воды малых рек Челябинской области / З.Ф. Кривопапов // Использование, регулирование и охрана водных ресурсов малых рек. – Красноярск, 1987. – С. 66-67.

109. Кузнецова Л.А. Состояние качества воды малых рек Пермской области / Л.А. Кузнецова, Ю.А. Постаногова, М.В. Дряхлова // Экологическая безопасность населения в зонах градопромышленных агломераций Урала: Тез. докл. Регион. науч.-техн. конф. – Пермь, 1995. – С. 98-100.

110. Кузьмина В.В. Электрофоретическое изучение белков сыворотки крови рыб при длительном голодании / В.В. Кузьмина // Гидробиол. журнал. – 1966. – Т. 2. - № 4. – С. 74-77.

111. Курамшина Н.Г. Исследования распространения экотоксикантов в поверхностных водах Республики Башкортостан / Н.Г. Курамшина // Международный симпозиум. – Екатеринбург, 1997. – С. 52-56.

112. Курамшина Н.Г. Экологические проблемы национального парка «Озеро Асылыкуль» / Н.Г. Курамшина, Э.М. Курамшин, Р.Ф. Халимов // Водохозяйственный комплекс РБ: экологические проблемы, состояние,

перспективы: Сб. докл. Респуб. НПК. – Уфа: БГАУ, 2005. – С. 164-174.

113. Курамшина Н.Г. О состоянии поверхностных вод Башкортостана: «Река Белая – экологическая проблема» / Н.Г. Курамшина, Э.М. Курамшин, В.В. Лапиков, Р.Ф. Халимов // Водохозяйственный комплекс Республики Башкортостан: Экологические проблемы, состояние, перспективы: Сб. докладов Респуб. НПК. – Уфа: БГАУ, 2005. – С. 3-14.

114. Курамшина Н.Г. Острое токсическое действие водных растворов химических реагентов, применяемых в нефтедобыче / Н.Г. Курамшина, Э.М. Курамшин, А.Х. Нафикова, Р.Ф. Халимов // Водохозяйственный комплекс Республики Башкортостан: Экологические проблемы, состояние, перспективы: Сб. докладов Респуб. НПК. – Уфа: БГАУ, 2005. – С. 88-94.

115. Курамшина Н.Г. Комплексный экологический мониторинг водных экосистем в условиях техногенеза / Н.Г. Курамшина // Водохозяйственный комплекс Республики Башкортостан: Экологические проблемы, состояние, перспективы: Сб. докладов Респуб. НПК. – Уфа: БГАУ, 2005. – С. 61-68.

116. Курамшина Н.Г. Комплексный мониторинг тяжелых металлов водных экосистем в условиях техногенеза / Н.Г. Курамшина, Э.М. Курамшин, С.А. Лыгин // Геохимия биосферы: Сб. мат-лов Всерос. конф к 90-летию А.И. Перельмана. – М., 2006. – С. 186-188.

117. Курамшина Н.Г. Использование гидробиологических ресурсов на современном этапе развития Башкортостана / Курамшина Н.Г. // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. 2 Междунар. НПК. – Уфа: БГАУ, 2007. – С. 41.

118. Курамшина Н.Г. Геохимическая характеристика экологического состояния озера «Аслыкуль» / Н.Г. Курамшина, Ф.Х. Бикташева, А.Д. Назыров и др. // Роль природных факторов и туризма в формировании здоровья населения: 5 Рос. науч. конф. – Уфа, 2007. – С. 18-23.

119. Курамшина Н.Г. Характеристика состояния рыбных ресурсов / Н.Г. Курамшина, Г.Д. Виноградов, А.Д. Назыров // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. 2 Междунар. НПК. – Уфа: БГАУ,

2007. – С. 48-51.

120. Курамшина Н.Г. Современное состояние промышленного рыболовства в озерах Республики Башкортостан / Н.Г. Курамшина, Ф.Х. Бикташева, Ф.А. Аминева // Рыбное хозяйство. – 2008. - № 5. – С. 91-98.

121. Курамшин Э.М. Химический состав и биотоксичность пластовой и сточных вод Туймазинского месторождения / Э.М. Курамшин, Н.Г. Курамшина, У.Б. Имашев, А. Аскарлова // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. III Междунар. НПК. – Уфа, 2008. – С. 66-68.

122. Курамшина Н.Г. Экологическое и рыбохозяйственное состояние водных ресурсов Республики Башкортостан / Н.Г. Курамшина // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. трудов IV Междунар. НПК. – Уфа: Изд-во БирГСПА, 2009. – С. 170-177.

123. Курамшина Н.Г. Оценка экологического состояния малых рек Зауралья Республики Башкортостан и видовой состав рыбы / Н.Г. Курамшина, Ф.А. Аминева // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 59-61.

124. Курамшина Н.Г. Характеристика загрязненности поверхностных вод территории Башкортостана / Н.Г. Курамшина, Э.М. Курамшин, С.В. Николаева и др. / Экологическая безопасность и охрана природной среды: Сб. науч. тр. Междунар. НПК. – Уфа, 2012. – С. 75-78.

125. Курманова Л.Г. Динамика содержания и распределения химических элементов в водах рек Башкирского Зауралья / Л.Г. Курманова, А.Ю. Кулагин // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 1 – С. 3-8.

126. Латыпова Г.Ф. Динамика загрязнения водных ресурсов Республики Башкортостан при разработке месторождений нефти / Г.Ф. Латыпова, Э.М. Курамшин, Н.Г. Курамшина, Р.Ф. Халимов // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. Междунар. НПК. – Уфа, окт., 2011. – С. 104-110.

127. Линник П.Н. Формы миграции тяжелых металлов и их действие на

гидробионтов / П.Н. Линник // Экспериментальная водная токсикология. – Рига: Знание, 1986. – С. 144-154.

128. Линник П.Н. Донные отложения водоемов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжелых металлов / П.Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35. - № 2. – С. 97-109.

129. Ложниченко О.В. Экологическая химия / О.В. Ложниченко, И.В. Волкова, В.Ф. Зайцев. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

130. Лугаськова Н.В. Гематологическая характеристика рыб в условиях техногенного загрязнения водоемов Уральского региона / Н.В. Лугаськова // Изучение экологии водных организмов Восточного Урала. – Свердловск: УрО АН СССР, 1992. – С. 116-127.

131. Лукьяненко В.И. Белковый спектр сыворотки крови у различных возрастных групп белуги *Huso huso* / В.И. Лукьяненко, А.В. Попов, С.И. Седов, Э.А. Мишин // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1971. - № 3. – С. 428-433.

132. Лукьяненко В.И. Экологическая физиология и биохимия рыб / В.И. Лукьяненко. – Ярославль, 1989. – 260 с.

133. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии / В.И. Лукьяненко. – М.:Агропромиздат, 1987. – 238 с.

134. Мажайский Ю.А. Эколого-геохимическая оценка донных отложений малых рек Окского бассейна / Ю.А. Мажайский, Т.М. Гусев // Геохимия биосферы: Доклады Междунар. науч. конф. (к 90-летию А.И. Перельмана). – М. – Смоленск, 15-18 ноября 2006. – С. 213-214.

135. Максимова Э.А. Оценка влияния дождевого стока с автомобильных дорог на качество воды в реке / Э.А. Максимова, А.Н. Елизарьев // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. III Междунар. НПК. – Уфа, 2008. – С. 88-90.

136. Малые реки России / Под ред. Н.И. Коронкевича. – М.: ИГ РАН, 1994. – 249 с.

137. Марганец: совместное издательство программы ООН по окружающей среде, Международная организация труда и Всемирной организации здравоохранения / под ред. Н.Ф. Измерова. – М., 1985. – 41 с.

138. Метелев В.В. Водная токсикология / В.В. Метелев, А.И. Канаев, Н.Г. Дзасохова. – М.: Колос, 1971. – 247 с.

139. Манихин В.И. Изучение перехода химических веществ в системе «вода – донные отложения» / В.И. Манихин, Г.С. Коновалов // Гидрохимические материалы. – 1984. – Вып. 92. – С. 58-63.

140. Микроэлементозы человека. Этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 485 с.

141. Миллер И.С. Особенности накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И.С. Миллер, Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич и др. // Фундаментальные исследования. – 2014. - № 9. – С. 2469-2473.

142. Минигазимов Н.С. Вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов в нефтегазовой промышленности / Н.С. Минигазимов, Г.Б. Рахимов, Р.Б. Полякова, М.Б. Пешкова // Сб. науч. тр. ВНИИОЭНГ. – М., 1991. – С. 4-9.

143. Минигазимов Н.С. Охрана и рациональное использование водных ресурсов в нефтяной промышленности: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Н.С. Минигазимов. – Екатеринбург, 2000. – 45 с.

144. Михайлова Л.В. Токсичность и генетическая опасность донных отложений малых рек в районе нефтедобычи / Л.В. Михайлова, Т.Г. Акатьева, Г.Е. Рыбина // Тез. докл. 1-го съезда токсикологов России. – М., 1998. – С. 300.

145. Моисеенко Т.И. Изменения биоразнообразия поверхностных вод Севера в условиях закисления, евтрофирования и токсичного загрязнения / Т.И. Моисеенко, А.Н. Шаров, О.И. Вандыш // Водные ресурсы. – 1999. - № 4. – С. 492-501.

146. Мороков В.В. Природно-экономические аспекты охраны малых рек Урала от загрязнения / В.В. Мороков // Использование, регулирование и охрана водных ресурсов малых рек. – Красноярск, 1987. – С. 40-45.

147. Мур Д.В. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния / Д.В. Мур, С. Рамамурти. – М.: Мир, 1987. – 288 с.

148. Нагалеvский Ю.Я. Экосистемы малых рек Кубани и мероприятия по их охране / Ю.Я. Нагалеvский, В.Н. Тюрин, А.А. Мищенко // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек: Межресп. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1992. – Ч. 2. – С. 196-200.

149. Наджимитдинов С.Т. Основные лабораторные методы исследования морфологии клеток крови / С.Т. Наджимитдинов. – Г.: Медицина, 1969. – 150 с.

150. Назаренко В.А. Экологическое состояние малых рек Ульяновской области / В.А. Назаренко, Ф.Т. Алеев // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы. – Тольятти, 2001. – С. 147.

151. Назыров А.Д. Биоаккумуляция тяжелых металлов, диоксинов и их влияние на гематологические, биохимические показатели гидробионтов р. Уфа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Д. Назыров. – Уфа, 2003. – 23 с.

152. Назыров А.Д. Рациональное рыбоводство в естественных условиях / А.Д. Назыров // Региональные экологические проблемы современности: Сб. науч. тр. Междунар. НПК. – Уфа: Изд-во БашГАУ, 2006. – 2 ч. – С. 161-164.

153. Назыров А.Д. Влияние загрязнения поверхностных вод р. Уфа на гематологические и биохимические показатели крови стерляди (*Acipenser ruthenius*) / А.Д. Назыров, С.В. Николаева, Ю.Н. Кулак // Экологическая безопасность и охрана природной среды. В рамках экологического форума и специализированной выставки «Уралэкология. Пром. Безопасность – 2012»: Сб. науч. тр. Междунар. НПК, 10 окт. 2012 г. – Уфа: УГАЭС, 2012. – С. 111-117.

154. Найденко В.В. Великая Волга на рубеже тысячелетий. От экологического кризиса к устойчивому развитию: В 2 т. / В.В. Найденко. –

Н. Новгород: Промграфика, 2003. – Т. 1: Общая характеристика бассейна реки Волги. Анализ причин экологического кризиса. – 428 с.; Т. 2: Практические меры преодоления экологического кризиса и обеспечения перехода Волжского бассейна к устойчивому развитию. – 366 с.

155. Нахшина Е.П. Тяжелые металлы в системе «вода – донные отложения» водоемов (обзор) / Е.П. Нахшина // Гидробиол. журн. – 1985. – Т. 21. - № 2. – С. 80-90.

156. Неменко Б.А. Экологические факторы риска и здоровье населения / Б.А. Неменко // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2006. - № 1 (31). – С. 76-82.

157. Немова Н.Н. Биохимическая индикация токсических воздействий на рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая, В.С. Сидоров // Актуальные проблемы водной токсикологии. – Борок, 2004. – С. 81-97.

158. Нефть и здоровье. Ч. 1 / Под ред. Л.М. Карамовой. – Уфа: УфНИИ МТ и ЭЧ, 1993. – 408 с.

159. Нестеренко Ю.М. Формирование и использование природных вод в бассейне р. Урал / Ю.М. Нестеренко, Н.А. Бондаренко // Проблемы региональной экологии. – 2011. - № 5. – С. 125-129.

160. Никаноров А.М. Антропогенная нагрузка на устьевую область р. Дон в современных условиях техногенного воздействия / А.М. Никаноров, В.А. Брызгало, Л.С. Косменко и др. // Вода: химия и экология. – 2011. - № 1. – С. 4-10.

161. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2011 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 316 с

162. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2009 г. – М.: Росгидромет, 2010. – 177 с.

163. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2011 год. – М.: Росгидромет, 2012. –256 с.

164. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2012 год. – М.: Росгидромет, 2013. – 178 с.
165. Онищенко Г.Г. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова; Под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
166. Опекунова М.Г. Биогеохимические особенности растений в зоне воздействия горнодобывающих предприятий Южного Урала / М.Г. Опекунова // Геохимия биосферы: Доклады Междунар. науч. конф. (к 90-летию А.И. Перельмана). – М. – Смоленск, 15-18 ноября 2006. – С. 277-279.
167. Орел В.И. Комплексное влияние некоторых факторов окружающей среды на здоровье детского населения / В.И. Орел, В.И. Смирнова, А.В. Петров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. - № 5 (2). – С. 402-404.
168. Отчет о научно-исследовательской работе «Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2013 г. в пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГБНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование к прогнозу вылова на 2013 г. в водоемах зоны ответственности Карельского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ». Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Петрозаводск, 2012. – 171 с.
169. Отчет о научно-исследовательской работе «Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2013 г. в пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГБНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование ОДУ и возможного вылова водных биологических ресурсов, отнесенных к объектам рыболовства, в пресноводных водоемах Ленинградской области на 2013 год. Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ». – СПб., 2012. – 116 с.
170. Отчет о научно-исследовательской работе «Оценить состояние

запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2013 г. в пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГБНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование к прогнозу на 2013 год по основным рыбохозяйственным водоемам подведомственного региона, объектам промысла. Цимлянское водохранилище, реки Дон, Волга, Ахтуба, водоемы Волго-Ахтубинской поймы, Сарпинские озера, водохранилища Волго-Донского судоходного канала. Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Волгоград, 2012. – 206 с.

171. Павленко С.В. Современное состояние экосистемы малых рек Русского Причерноморья / С.В. Павленко // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек: Межресп. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1992. – Ч. 2. – С. 148-149.

172. Пальцев В.П. Гидрохимический режим малых рек Северного Кавказа в условиях антропогенного воздействия / В.П. Пальцев, Н.Ф. Прокопенко // Использование, регулирование и охрана водных ресурсов малых рек. – Красноярск, 1987. – С. 64-66.

173. Панин М.С. Загрязнение окружающей среды: Учеб. пособие / Под ред. И.О. Байтулина. – Алматы: Раритет, 2011. – 688 с.

174. Перельман А.И. Геохимия природных вод / А.И. Перельман. – М.: Наука, 1982. – 154 с.

175. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: ВНИРО, 1999. – 304 с.

176. Петрова И.В. Способ расчета наибольших недействующих концентраций загрязняющих веществ для донных отложений. Влияние биологически активных веществ на гидробионтов: Сб. науч. тр. / И.В. Петрова. – 1988. – Вып. 287. – С. 79-87.

177. Попченков В.Г. Экологическое состояние малых рек Верхнего

Поволжья / В.Г. Попченко. – Л.: Наука, 2003. – С. 296-308.

178. Попов А.В. Функциональное состояние лейкоцитов карпа при экспериментальном загрязнении воды кадмием. / А.В. Попов, В.Р. Микряков // Биол. основы изуч., освоения и охраны жив. и раст. мира, почв, покрова Вост. Фенноскандии: Междунар. конф. тез. докл. – Петрозаводск, 1999. – С. 152-153.

179. Порядко М.П. Особенности трансформации гидрохимического режима функционирования малых городских рек / М.П. Порядко, П.В. Голеусов // Проблемы региональной экологии. – 2011. - № 2. – С. 36-40.

180. Рахманин Ю.А. Модели «Копия-пара» для вычисления влияния водного фактора на состояние здоровья населения в эпидемиологическом исследовании / Ю.А. Рахманин, Р.И. Михайлова, Л.Ф. Кирьянова и др. // Гигиена и санитария. – 2001. - № 5. – С. 36-39.

181. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов: Монография / А.Г. Ревенко; Отв. ред. В.П. Афонин. – Новосибирск: ВО «Наука», 1994. – 263 с.; ил.

182. Ревич Б.А. Горячие точки химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / Б.А. Ревич; под ред. В.М. Захарова. – М.: Акрополь, Общественная палата РФ, 2007. – 192 с.

183. Рогозина Т.А. Факторы формирования химического состава речных вод в пределах Уфимского водосборного бассейна / Т.А. Рогозина // Актуальные экологические проблемы: Сб. науч. тр. III Междунар. НПК. – Уфа, 2008. – С. 122-125.

184. Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Поволжья / В.Л. Рохмистров. – Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2004. – 54 с.

185. Рудницкая О.А. Использование гематологического метода для определения нарушений физиологического статуса производителей судака и тарани / О.А. Рудницкая, Л.Д. Житинеева, Е.Г. Сергейчева // Экологические проблемы Кубани. – 2001. – № 12. – С. 198-201.

186. Савичев О.Г. Влияние крупных притоков на химический состав

вод средней Оби / О.Г. Савичев // Вестник Томского государственного университета. – 2010. - № 340. – С. 222-227.

187. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

188. Семенова С.А. Рыбохозяйственный комплекс России: состояние, проблемы, перспективы развития / С.А. Семенова // Вестник МГТУ, 2011. – Т. 14. - № 1. – С. 110-116.

189. Сенотрусова С.В. Оценка влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения промышленных городов / С.В. Сенотрусова // Экология и промышленность России, 2005. – С. 34-36.

190. Синдирева А.В. Кадмий, никель, цинк в системе почва – растение – животный организм / А.В. Синдирева, М.Н. Гонохова // Эколого-физиологические исследования состояния окружающей среды и здоровья населения Омского Прииртышья. – Омск: Вариант-Омск, 2010 – С. 250-280.

191. Синдирева А.В. Эколого-агрохимические основы нормирования содержания микроэлементов в трофических цепях / А.В. Синдирева, Ю.И. Ермохин // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Материалы VII международной научно-практической конференции. – Т.1 – Семей, 2012 – С. 436-444.

192. Серпунин Г.Г. Методы гематологических исследований рыб / Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина. – Калининград, 2005. – 53 с.

193. Смирнов В.П. Морфологический мониторинг в ихтиотоксикологии / В.П. Смирнов // Биол. основы изуч., освоения и охраны жив. и раст. мира, почв, покрова Вост. Фенноскандии: Междунар. конф. тез. докл. – Петрозаводск, 1999. – С. 163-164.

194. Сетко А.Г. Региональные особенности оценки риска здоровью населения в системе социально-гигиенического мониторинга / А.Г. Сетко, В.М. Боев, Н.Н. Верещагин // Социально-гигиенический мониторинг: методология, региональные особенности, управленческие решения. – М., 2003. – С. 360-362.

195. Сиренко В.С. О состоянии и перспективах развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации / В.С. Сиренко // Рыбное хозяйство. – 2009. - № 2. – С. 36-38.
196. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М.: Оникс 21 век: Мир, 2004. – 216 с.
197. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Оникс 21 век: Мир, 2004. – 272 с.
198. Смирнова А.В. Оценка экологического состояния и гидрохимического режима малых рек Северо-Западного региона / А.В. Смирнова // Регион. экология. – 1999. - № 1-2. – С. 59-61, 138.
199. Смирнова Т.П. Роль химико-биологического фактора в формировании экологического состояния малых рек в зоне влияния горно-обогатительных комбинатов: Автореф. дис. ... канд. хим. наук / Т.П. Смирнова. – Казань, 2009. – 20 с.
200. Стреха Н.Л. Принципы организации сельскохозяйственного природопользования в системе «бассейн малой реки» / Н.Л. Стреха // Охрана и рациональное использование вод. ресурсов малых рек: Тезисы докладов Всесоюз. науч.-техн. семинара. – М., 1989. – С. 67-70.
201. Строганов Н.С. Биологический аспект проблемных нормы и патологий в водной токсикологии. / Н.С. Строганов // Теоретич. пробл. водн. токсикол. – М.: Наука, 1983. С. 5-21.
202. Степанова Н.Ю. Экологические критерии нормирования нагрузки на водоем в условиях его загрязнения возвратными водами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.Ю. Степанова. – Казань, 1999. – 22 с.
203. Тимохина Е.А. Оценка влияния сточных вод ЗАО «Давлекановский молочный комбинат» на качество воды р. Демы / Е.А. Тимохина, А.А. Салимзянова, Н.В. Кострюкова // Актуальные экологические проблемы: Сб. научных трудов IV Междунар. науч.-практ. конф.. – Уфа: Изд-во БирГСПА, 2009. – С. 232-233.
204. Тихонов М.Н. Металлоаллергены в общей проблеме безопасности

жизнедеятельности человека / М.Н. Тихонов, В.Н. Цыган. – СПб., 2010. – Ч. 1. – 255 с.

205. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: Учеб. пособие для вузов / Под. ред. Н.И. Калетиной. – М.: ГОЭТАР- Медиа, 2008. – 1016 с.

206. Токсикологическая химия. Аналитическая токсикология: Учеб. / Под ред. Р.У. Хабриев, Н.И. Калетиной. – М.: ГОЭТАР- Медиа, 2010. – 752 с.

207. Томилина И.И. Эколого-токсикологическая характеристика донных отложений водоемов Севера-Запада России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Борок, 2000. – 21с.

208. Томилина И.И. Донные отложения как объект токсикологических исследований / И.И. Томилина, В.Т. Комов // Биология внутренних вод. - 2002. - № 2. – С. 20-26.

209. Томилина И.И. Оценка качества донных отложений малых рек Оренбургской области с использованием элементов триадного подхода / И.И. Томилина, И.Ю. Иванова, Н.Н. Жгарева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. - № 1 (17). – С. 214-217.

210. Тулакин А.В. Загрязнение окружающей среды и риск для здоровья населения Старооскольского промышленного района / А.В. Тулакин, И.Л. Винокур, О.В. Бобылева // Экологически обусловленные ущербы здоровью: Методология, значение, перспективы оценки. – М., 2005. – С. 295-296.

211. Туркишев Г.Т.-Г. Краткий очерк по физической географии окрестностей г. Уфы: Учеб. пособие / Г.Т.-Г. Туркишев. – Уфа: БГПУ, 2000. – 160 с.

212. Фаухутдинов А.А. Влияние объектов нефтедобычи и нефтепереработки на качество природных вод / А.А. Фаухутдинов, В.И. Сафарова, В.Ф. Ткачев и др. // Башкирский химический журнал. – 2008. – Т. 15. - № 1. – С. 87-93.

213. Филенко О.Ф. Основы водной токсикологии: Учеб. пособие /

О.Ф. Филенко, И.В. Михеева. – М.: Колос, 2007. – 144 с.

214. Филиппов В.Н. Экологический аспект нефтепереработки и нефтехимии Башкортостана / В.Н. Филиппов, Р.Н. Хлесткин // Башкирский химический журнал. – 2004. – Т. 11. – Вып. 5. – С. 52-54.

215. Фокин Д.П. Содержание и распределение металлов в донных отложениях восточной части Финского залива / Д.П. Фокин, Г.Т. Фрумин // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2011. - № 1. – С. 210-214.

216. Фрумин Г.Т. Оценка экологически допустимых уровней содержания металлов в Ладожском озере / Г.Т. Фрумин, О.А. Черных, И.В. Бовыкин // Экологич. химия. – 1998. – Т. 7. - № 1. – С. 13.

217. Хайдаров Ф.Р. Экологические проблемы нефтяной промышленности / Ф.Р. Хайдаров, Р.Н. Хисаев, В.В. Шайдаков и др. – Уфа: Издательство научно-технической литературы «Монография», 2005. – 190 с.

218. Хасанов И.Ю. Проблемы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на малых реках (на примере Стерлитамакского района) / И.Ю. Хасанов, Г.П. Знобищев, М.Я. Гареева // НТЖ «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов» / ИПТЭР. – 2007. – Вып. 4 (70). – С. 102-110.

219. Хотунцев Ю.Л. Человек, технологии, окружающая среда / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Устойчивый мир, 2001. – 224 с.

220. Чевычелова Н.А. Загрязнение донных отложений р. Грязнушка и р. Чаган в зоне влияния зайкинского месторождения / Н.А. Чевычелова, Э.М. Курамшин // Экологическая безопасность и охрана природной среды: Сб. науч. тр. Междунар. НПК. – Уфа, 2012. – С. 170-172.

221. Черкашин С.А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных / С.А. Черкашин // Вестник ДВО РАН. – 2005. - № 3. – С. 83-91.

222. Черняев А.М. Вода России. Малые реки / А.М. Черняев; Под науч. ред. А.М. Черняева. – Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. – 804 с.

223. Чижов А.Е. Проблема малых рек / А.Е. Чижов, В.Г. Полищук,

В.А. Битюков, Ю.Г. Алымов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Материалы науч.-практ. конф. – Курск, 1995. – С. 222-224.

224. Шачнева Е.Ю. Воздействие тяжелых токсичных металлов на окружающую среду / Е.Ю. Шачнева // Научный потенциал регионов на службу модернизации. – Астрахань. – 2012. - № 2 (3). – С. 127-134.

225. Шевченков П.Г. Состояние и проблемы охраны малых и средних рек бассейна Средней Десны / П.Г. Шевченков, Т.Ф. Шевченкова // Водные ресурсы, их использование и охрана. – Горький, 1985. – С. 27-36.

226. Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды, 2007. – М.: Т-во науч. изданий КМК. – 372 с.

227. Яковлев А.М. Комплексное воздействие тяжелых металлов на *ubifex tubifex* (*Oligochaeta*, *Annelida*) / А.М. Яковлев // Ин-т экол. природ. систем АН Татарстана. – Казань, 1999. – 8 с.

228. Янин Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки) ИМГРЭ / Е.П. Янин. – М., 2002. – 52 с.

229. Agemian H., Sturtevant D. Simultaneous Acid Extraction of Six Trace Metals from Fish Tissue by Hotblock Digestion and Determination by Atomic Absorption Spectrometry // Analyst, 1980. - 105, 125. - С. 1344-1356.

230. Arway J.A. The environmental significance of toxic metals found in fish collected throughout the coalfields of Pensilvania / Inf. Circ. Bur. Mines. USDep. Inster. - 1988. - № 9. - С. 154-160.

231. Arnaud J. Copper // Internat. J. Vit. Nutr. Res. – 1993. – Vol. 63, № 4. – P. 308–311.

232. Alsop D.H., Wood Ch.M. Kinetic analysis of zinc accumulation in the gills of juvenile rainbow trout: Effects of zinc accumulation and implications for biotic ligand modeling // Environ.Toxicol. and Chem.-2000.-19, №7.- С.1911-1918.

233. Crossgrove J., Zheng W. Manganese toxicity upon overexposure // NMR Biomed. – 2004. – Vol. 17. – P. 544–553.

234. Chapman P.M. Presentation and interpretation of Sediment Quality Triad data // *Ecotoxicology* -1996.-V.5.-P. 327-339.

235. Choi Kyungho. Application of a fish DNA damage assay as a biological toxicity screening tool for metal plating wastewater / Choi Kyungho, Zong Moonshik, Meier Reter G // *Environ. Toxicol. And Chem*, 2000. 19. – № 1. – P. 242-247.

236. Cabbage J. Creation and analysis of freshwater sediment quality in Washington State / J Cabbage, D Batts, S. Briedenbach // *Environmental Investigations and Laboratory Services Program*. Washington Department of Ecology. Olympia, WA. - 1997. - P. 98.

237. Griscom Sarah B. Geochemical influences on assimilation of sediment-bound metals in clams and mussels. / Griscom Sarah B, Fisher Nicholas S., N. Luoma Samuel N. // *Environ. Sci. and Technol*. 2000. 34. + №1, – P. 91-99.

238. Guser S., İzdemir N. Determination of Cd, Co, Cu, Ni, Pb an Zn in the waste waters by atonic absorption spectrometry // *Fres.Z. and El. Chem.* - 1989. - T. 334, № 7. - C. 656.

239. Di Toro D.M. Technological basis for establishing sediment quality criteria for non-ionic organic chemicals using equilibrium partitioning / D.M. Di Toro, C.S. Zarba, D.J. Hansen et al.// *Environ. Toxicol. Chem*. 1991. - V. 10. - P. 1541-1583.

240. Encyclopedia of Water Science [Text] / Ред. B.A. Stewart, ред. T.A. Howell. - New York ; Base: Marcel Dekker, 2003. - 1076 p.

241. Ingersoll C.G. Calculation and evaluation of sediment effect concentrations for the amphipod *Hyalella azteca* and the midge *Chironomus riparius* / C.G. Ingersoll, P.S. Haverland, E.L. Brunson et al. // *J. Great Lakes Res*. 1996. - V. 22. - P. 602.

242. Favier A. Is zinc a cellular mediator in the regulation of apoptosis? // *Metal Ions in Biology and medicine*. – Paris: John 1, ibbey Eurotex, 1998. – P. 164–167.

243. Mertz W. Metabolism and metabolic effects of trace elements. Trace elements in Nutrition of Children / Ed. by R.K. Chandra. New York, Vevey Raven

Press. P. 107-117.

244. Haux, C. and L. Forlin. In: L. Landner (Ed.). Chemicals in the Aquatic Environment: Advanced Hazard Assessment. 1989, Springer Verlag, P. 197-215.

245. Monitoring stream and watershed restoration [Text] / ред. Ph. Roni. - Bethesda: American Fisheries Society, 2005. - 350 p.

246. Naiman, R.J., J.M. Melillo, and J.E. Hobbie. 1986. Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*). Ecology 67. - P. 1254-1269.

247. Naiman, R.J., C.A. Johnston, and J.C. Kelley. 1988. Alteration of North American streams by beaver. BioScience 38. – P. 753-762.

248. Persaud D., Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario. / D. Persaud, R. Jaagumagi, A. Hayton. Water Resources Branch, Ontario Ministry of the Environment, Toronto. – 1993. - 27 p. 127.

249. Petncom E., Liotta L. Clinical applications of proteomics // J. Nutr. –2003. – Vol. 133. – P. 2476S–2484S.

250. Skwarzec B., Bojanowski R., Bolalek J. The determination of Cu, Pb, Cd and Zn in the southern Baltic water, suspension and sediments // *Îceanologia*. - 1988. – 125. - C. 75-85.

251. Rayment G.E., Barry G.A. Indicator tissues for heavy metal monitoring – additional attributes // *Mar.Pollut.Bull.* - 2000. - 41, № 7. - 12. - C. 353-358.

252. Zavyalov N.A., Letsko I.V. The European beaver (*Castor fiber* L.) in Rdeysky Reserve and in adjacent territories (NW Russia). Abstracts 4th European Beaver Symposium/3rd Euro-American Beaver Congress, Freising, Germany. 2006. - P. 70.

253. Wepener V., Application of equilibrium partitioning method to derive copper and zinc quality criteria in water and sediment: A South African perspective / V. Wepener, J.H.J, van Vuren, H.H. du Preez // *J. Water SA*. 2000. - V. 26. - No 1. - P. 97.