

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND AQUATIC ECOSYSTEMS OF THE PERM REGION

*T. Meshchurova
V. Aksenova*

Summary. The article presents an analysis of materials for monitoring the state of groundwater on the territory of Perm Region. It is established that during the study of water from underground sources of centralized and non-centralized water supply, samples that do not meet sanitary requirements are recorded annually. The share of water samples from underground sources of centralized water supply that do not meet hygienic requirements for sanitary and chemical indicators has increased over the past 4 years by 2020. Water from underground sources of non-centralized water supply in rural areas of the Perm Region is better in quality. The main reason for non-compliance of water with sanitary and epidemiological requirements remains the absence of sanitary protection zones of sources. It is noted that emissions of pollutants into the air, waste storage, wastewater discharges of multidisciplinary, agricultural and municipal facilities contribute to changes not only in surface waters, but also underground.

Keywords: underground water bodies, pollutants, quality of underground water supply sources, anthropogenic load, Perm region.

Мещурова Татьяна Александровна

*К.б.н., с.н.с., Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем
tmeshurova@mail.ru*

Аксёнова Вера Михайловна

Д.б.н., профессор, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова

Аннотация. В статье представлен анализ материалов мониторинга состояния подземных вод на территории Пермского края. Установлено, что при исследовании воды подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения ежегодно фиксируются пробы, не соответствующие санитарным требованиям. Доля проб воды из подземных источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, за последние 4 года увеличилась к 2020 г. Вода из подземных источников нецентрализованного водоснабжения на сельских территориях Пермского края лучше по качеству. Основной причиной несоответствия воды санитарно-эпидемиологическим требованиям остается отсутствие зон санитарной охраны источников. Отмечено, что выбросы загрязняющих веществ в воздух, накопители отходов, сбросы сточных вод многопрофильных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов способствуют изменению не только поверхностных вод, но и подземных.

Ключевые слова: подземные водные объекты, загрязняющие вещества, качество подземных источников водоснабжения, антропогенная нагрузка, Пермский край.

Введение

Вода относится к одному из основных факторов, оказывающих влияние на здоровье человека, так как это важнейший природный источник жизни на планете, необходимая часть пищевого рациона, обеспечивающая потребность метаболизма всех органов и тканей. Особый интерес в последнее время связан с изучением экологической характеристики подземных водных объектов, в том числе и в Пермском крае.

Из жизнеобеспечивающих отраслей, направленных на улучшение уровня жизни людей, благоустройства и промышленного развития, водоснабжение имеет существенное значение. Оно связано с обеспечением населения, хозяйствующих субъектов водой питьевой и для различных нужд, а также с вопросами санитарно-эпидемиологического благополучия и экологии.

Воду из источников применяют для поения животных и полива сельскохозяйственных культур.

Почти все крупные города Российской Федерации используют в качестве водоисточников поверхностные водоемы, часто загрязненные сточными водами, что свидетельствует о значительном вкладе отрицательного влияния для населения. Существующая система очистки питьевой воды не всегда эффективна в отношении ряда химических веществ (хлорсодержащих углеводородов, пестицидов, тяжелых металлов и др.). В связи с усиливающимся загрязнением поверхностных вод, в последующем будет возрастать роль подземных вод как источников водоснабжения.

Использование подземных вод для целей водоснабжения имеет ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами. Считается, что они обладают лучшим

качеством, более надежно защищены от загрязнения и заражения, меньше подвержены сезонным и многолетним колебаниям, и часто их использование не требует дорогостоящих мероприятий по водоочистке [1, 2]. К подземным водным объектам относятся бассейны подземных вод и водоносные горизонты.

Современное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Пермского края базируется на использовании подземных и поверхностных вод. Доля использования подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляет 33,0%. Низкий процент объясняется недостаточной обеспеченностью ряда городов запасами подземных вод (гг. Пермь, Чайковский, Чусовой) и малой освоенностью (гг. Кизел, Кунгур, Нытва, Краснокамск) [3]. В Пермском крае разведано 136 месторождений пресных подземных вод, 71 из которых числится в нераспределенном фонде недр. В г. Перми для хозяйственно-питьевого водоснабжения в основном используются поверхностные водные объекты, и только 1,8% (6,5 тыс. м³/сутки) подземных вод отбираются на Верхнекурьюинском месторождении в правобережной части города. В гг. Соликамск и Березники (население около 300 тыс. чел.) применяются исключительно подземные воды [3].

При индивидуальном потреблении на садовых участках и на территории частных домов для получения подземной воды все чаще бурят и обустривают скважины относительно неглубокого погружения. В сельской местности, особенно в отдаленных поселениях Пермского края, питьевую воду получают из колодцев и родников [4].

В последние годы активная застройка обширных городских площадей, размещение предприятий в прибрежных зонах, прокладка коммунальных сетей приводят к загрязнению подземных вод [5]. При общей региональной оценке состояния подземных вод на водозаборах Пермского края выделены следующие виды загрязнения: природное (фтор, жесткость, железо и др.), техногенное (нефтепродукты, тяжелые металлы, нитриты, нитраты, хлориды, и др.) [3, 4, 6–8]. Многофакторность антропогенной нагрузки способствует снижению функциональных резервов организма человека. Показана роль подземных водоисточников в этиологии неинфекционных и инфекционных заболеваний [8–17].

В Пермском крае развиты нефтеперерабатывающая, химическая, приборо- и машиностроительная, целлюлозно-бумажная, металлургическая и другие отрасли промышленности, в связи с чем все компоненты природной среды могут быть подвержены загрязнению, в том числе и подземные воды.

Цель исследования

Целью настоящего исследования являлось изучение уровня техногенного загрязнения подземных водных объектов в Пермском крае. В ходе исследований решались следующие задачи: изучение качества воды из подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения, анализ динамики их загрязнения на территории Пермского края.

Модели и методы

Выполнен анализ данных об экологическом состоянии подземных источников водоснабжения (2011–2020 гг.) в Пермском крае. Обобщены представленные в ряде научных статей результаты изучения особенностей подземных вод на отдельных территориях региона. Использованы материалы докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае и информация из ежегодных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края (2018, 2020 гг.). Проведен анализ результатов исследования качества воды из подземных источников водоснабжения на соответствие санитарным требованиям (санитарно-химическим, микробиологическим показателям). Район исследований охватил весь фонд используемых подземных источников территории Пермского края.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки качества питьевой воды из подземных источников водоснабжения на отдельных территориях Пермского края представлены в ряде работ [5, 6, 8, 18–20]. Авторами [19] отмечено, что подземные воды, имеющие тесную гидравлическую связь с поверхностными водными объектами, являются основным динамичным фактором, определяющим особенности процессов фильтрации и миграции загрязняющих веществ. При изучении гидрогеохимических особенностей распространения подземных вод Соликамского района Пермского края исследователи указывают на влияние не только природных особенностей региона, но и техногенного фактора на периодически выявляющиеся превышения по минерализации, хлоридам, сульфатам, жесткости, показателям азотной группы и т.д. в подземных водах эксплуатируемого водоносного горизонта [19]. На водозаборе Соликамского ЦБК в составе подземных вод отмечено высокое содержание Cd — 20,0 ПДК, жесткость — 1,1 ПДК, ранее обнаружено наличие нитритов 0,05–0,06 мг/дм³, что свидетельствует о чрезвычайно опасной степени загрязнения, источником которого является Соликамский ЦБК [7].

Показано, что приповерхностная гидросфера Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей

Таблица 1. Показатели качества воды из подземных водоисточников централизованного водоснабжения Пермского края, % [22–25]

Доля подземных источников из общего числа подземных	Доля подземных источников, не соответствующих санитарным требованиям в год исследования, %									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
– не отвечающих санитарным требованиям	8,5	8,3	8,3	8,3	9,3	9,3	9,9	9,97	8,3	8,3
– из-за отсутствия зон санитарной охраны	8,5	8,3	8,3	8,3	8,3	9,3	7,6	7,6	6,0	6,0

Таблица 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух по Пермскому краю за 2013–2020 гг., тыс. т/год [26, 27]

Годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Валовый выброс, всего	637,1	581,9	586,1	609,2	625,7	658,1	399,3	382,7
в том числе								
– выброс от передвижных источников	269,1	269,4	287,5	300,3	314,9	365,3	106,2	101,9
– выброс от стационарных источников	367,9	312,5	298,6	308,9	310,8	292,8	293,1	280,8

может подвергаться существенному засолению за счет перетоков высокоминерализованных вод из нижележащих водоносных горизонтов, и по пробуренным в разные годы скважинам происходит загрязнение приповерхностной гидросферы, в том числе пресных подземных вод, используемых для водоснабжения [18].

Результаты по данным оценки качества питьевой воды из подземных источников водоснабжения, подаваемой населению в 4 населенных пунктах (Култаево, Гамово, Лобаново, Сылва) Пермского района, свидетельствуют о превышении общей жесткости во всех пробах, что создает риск здоровью населения [5]. При исследовании состава подземных вод на территории г. Перми отмечена концентрация нитратов и нитритов выше нормы, зафиксировано увеличение определенных микрокомпонентов (Cr, Fe, V, Mn, Cu, Zn) в период таяния снега. Возможно, это происходит из-за малой защищенности грунтовых вод и их активной взаимосвязи с поверхностью. [20].

Известно, что на химический состав подземных вод могут влиять нефтяные месторождения, загрязняя их хлоридами и нефтепродуктами [8]. При анализе качества подземных вод участка бассейна реки Сылва выделены зоны с повышенными значениями ПДК по стронцию и нитратам, и показано, что причиной повышенной концентрации стронция является близость к Мазуевскому месторождению стронция, а нитратов — смыв удобрений с полей во время паводков и хозяйственно-бытовое загрязнение [6].

Вода для питья и хозяйственно-бытовых нужд из подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения контролируется на соответствие гигиеническим требованиям СанПиН 1.2.3685–21 [21]. При изучении величин показателей качества воды подземных источников, представленных в ежегодных докладах управления Роспотребнадзора Пермского края [22–25], удалось проследить динамику качества воды за 10 лет. Исследование результатов контроля воды в подземных источниках централизованного водоснабжения за период с 2011 по 2020 гг. позволило установить, что доля источников, не отвечающих санитарным требованиям, возростала с 2015 г. по 2018 г., затем понизилась до прежнего уровня (табл. 1). По материалам управления Роспотребнадзора по Пермскому краю [25] существенной причиной несоответствия проб санитарным требованиям является отсутствие зон санитарной охраны.

Поскольку отчасти на загрязнение подземных вод могли повлиять выбросы от стационарных и передвижных источников, представило интерес оценить динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Пермского края за период 2013–2020 гг. Оказалось, что наблюдается увеличение, как валовых выбросов, так и возрастание выбросов от передвижных источников в тот же период с 2015 г. по 2018 г. (табл. 2). Можно предположить, что загрязняющие вещества, оседая на поверхности земли (или предметах, снежном покрове), могут проникать в грунтовые воды, особенно при выпадении осадков (в период таяния

Таблица 3. Доля проб воды в подземных источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям, % [23–25]

Показатели	Доля нестандартных проб по годам, %					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические	14,7	17,4	15,2	9,9	11,1	17,0
Микробиологические	4,4	3,1	3,5	3,0	4,0	3,2

Таблица 4. Доля проб воды в подземных источниках нецентрализованного водоснабжения Пермского края (колодцы, каптажи родников), не соответствующих гигиеническим требованиям в 2012–2020 гг., % [22–25]

Показатели по территории	Доли нестандартных проб по годам, %								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Санитарно-химические показатели									
Всего по Пермскому краю	28,7	28,2	31,2	36,8	23,2	16,4	18,2	19,6	17,6
В сельских поселениях	25,0	21,9	30,5	27,2	18,7	19,4	14,5	21,0	16,4
Микробиологические показатели									
Всего по Пермскому краю	28,2	25,7	37,5	31,8	31,1	38,2	36,8	16,4	14,6
В сельских поселениях	25,9	28,5	34,8	32,2	34,1	36,7	25,2	18,5	13,2

снега) и аккумулироваться, постепенно загрязняя более глубокие горизонты.

Результаты исследования проб воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям подземных источников централизованного водоснабжения Пермского края за период 2015–2020 гг. представлены в таблице 3, из которой видно, что доля проб воды из подземных источников, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, за последние 4 года выросла, а по микробиологическим — доля нестандартных проб несущественно изменялась (уменьшалась или увеличивалась в пределах от 0,4 до 1,3).

Обследование функционирующих по состоянию на 01.01.2020 г. 1428 подземных источников нецентрализованного питьевого водоснабжения (колодцы, каптажи родников) показало, что за последние три года доля, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, не изменилась и составила 9,3% [25]. Данные контроля санитарно-химических и микробиологических показателей в пробах воды из подземных источников нецентрализованного водоснабжения (колодцы, каптажи родников) за период 2012–2020 гг. представлены в таблице 4, в которой отражены доли проб воды, не соответствующие гигиеническим требованиям. В целом по годам удельный вес проб воды из подземных источников нецентрализованного водоснабжения, которые не соответствуют гигиеническим нормативам, ниже общих в большинстве годовых показателей по сельским поселениям. Можно считать,

что вода из подземных источников нецентрализованного снабжения водой на сельских территориях лучше по качеству (табл. 4).

Нужно отметить, что за последние два года (2019, 2020 гг.) намечается тенденция уменьшения доли нестандартных проб по микробиологическим и санитарно-химическим показателям из подземных источников нецентрализованного водоснабжения Пермского края, в том числе и в сельских поселениях (табл. 4). Актуальными для региона остаются природно-обусловленное повышенное содержание в питьевой воде микроэлементов, в т.ч. солей жесткости, образование галогенсодержащих соединений в процессе хлорирования, а также загрязнение воды во время транспортировки до потребителя [5, 25]. Недостаточное применение мер по привлечению апробированных доброкачественных методов водоочистки может приводить к использованию населением воды, не соответствующей нормативам.

Подземные воды формируются в основном в результате просачивания атмосферных осадков (инфильтрационные воды), а также путем конденсации водяного пара, проникающего с воздухом в трещиноватые и пористые горные породы [1]. Вредные вещества могут проникнуть в водоносные горизонты за счет источников диффузного загрязнения (городские и селитебные местности, зоны влияния промпредприятий, объекты строительства и транспортной инфраструктуры, сельскохозяйственные угодья, территории добычи полезных ископаемых, обрушивающиеся берега рек, участки с нарушенным почвенным покровом и др.). Названные

факторы диффузного загрязнения присутствуют на территории Пермского края.

В результате хозяйственной деятельности человека на поверхность земли попадают и скапливаются огромные количества различных веществ. К ним относятся отходы (промышленные, коммунальные, транспортные, сельскохозяйственные), используемые в сельском хозяйстве и промышленности удобрения и ядохимикаты, нефтепродукты, химические реагенты и др. Загрязняющие вещества, фильтруясь вместе со сточными водами, атмосферными осадками и частью поверхностного стока, проникают в подземные воды и изменяют их качество — химический и органолептический состав, физические свойства. Все это является основной причиной загрязнения подземных вод [1, 4, 10, 28].

В Пермском крае имеются накопители жидких отходов промышленных организаций (шламоотстойники ТЭЦ, отстойник-шламонакопитель ОАО «Березниковский содовый завод», шламоотвал промстоков ХВО Пермской ГРЭС, шламохранилище ПАО «Уралкалий», шламонакопители АО «ГалоПолимер Пермь» и др.), что может оказывать влияние на качество подземных вод. Особо нужно отметить, что нестабильной продолжает оставаться гидрохимическая обстановка в Кизеловском угольном бассейне (КУБ), в настоящее время шахты которого закрыты. По материалам ООО «Пермэнергоаудит» на территории КУБ водоносный горизонт по-прежнему значительно загрязнен химическими веществами такими, как сульфаты до 7 ПДК, железо до 4 350 ПДК, алюминий до 132 ПДК, бериллий до 215 ПДК, марганец до 250 ПДК, литий до 19 ПДК, никель до 21 ПДК. Несомненно, что загрязняются и поверхностные воды больших и малых рек, по которым установлена или предполагается гидравлическая связь с подземными и шахтными водами Кизеловского уголь-

ного бассейна [25]. Загрязненные подземные воды могут повлиять на качество поверхностных вод, особенно когда расходы воды рек небольшие, а подземные воды интенсивно загрязнены [1]. Выбросы загрязняющих веществ в воздух, накопители отходов, сбросы сточных вод многопрофильных, сельскохозяйственных и коммунальных объектов способствуют изменению не только поверхностных вод, но и подземных.

Заключение

В ряде районов Пермского края техногенный фактор оказывает влияние на экологическое состояние подземных водных объектов. Проведенный анализ результатов контроля проб воды подземных источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения в Пермском крае показал, что при их исследовании ежегодно фиксируются пробы воды, не соответствующие санитарным требованиям. Доля проб воды из подземных источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, за последние 4 года увеличилась к 2020 г. Вода из подземных источников нецентрализованного водоснабжения на сельских территориях Пермского края лучше по качеству.

Загрязнение подземных водных объектов Пермского края тесно связано с состоянием окружающей среды в целом. Практически невозможно предотвратить негативное воздействие на подземные воды при продолжающемся отрицательном действии вредных веществ атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв. Охрана подземных вод от разных факторов загрязнения должна осуществляться в рамках решения этой общей проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидорова Л.П., Низамова А.Ф. Подземные воды — важнейший регулятор пресной воды. — Екатеринбург, 2016. — 146 с.
2. Арустамов Э.А., Левакова И.В. Загрязнение подземных вод стало актуальной экологической проблемой // Вестник Евразийской науки. — 2019. — Т. 11. — № 6. — С. 1–7. URL: <https://esj.today/PDF/40NZVN619.pdf> (дата обращения 09.02.2022).
3. Справка о современном состоянии подземных вод и опасных экзогенных геологических процессов Пермского края: подготовлена ФГБУ «Гидроспецгеология» в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 26.12.2019 № 049–00017–20–04. Пермь, 2019. // Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/f6ef7c7ac089b3717748a9ffd6bed426.pdf> (дата обращения 09.02.2022).
4. Даль Л.И., Копылов И.С., Алексеева Л.В. Гидрогеоэкологическая оценка Кудымкарского района // Современные научные исследования и инновации. — 2016. — № 9(65). — С. 339–346.
5. Чепкасова Н.И. и др. Гигиеническая оценка качества воды источников централизованного водоснабжения в Пермском крае // Международный студенческий научный вестник. — 2017. — № 6. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17963> (дата обращения 11.02.2022).
6. Волков С.А., Балахнин Д.А., Шеина К.В. Состояние качества подземных вод участка бассейна реки Сылва для питьевого водоснабжения и рыбохозяйственного промысла по результатам опробывания 2019 года (район среднего течения реки Сылва) // Геология в развивающемся мире: материалы XIV Международной науч.-практ. конф. — Пермь. — 2021. — С. 342–348.

7. Копылов И.С. Геоэкология, гидрогеология и инженерная геология Пермского края [Электронный ресурс]: монография. Пермь. — 2021. — 501 с. — URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/mono/kopylov-Geoekologiya-gidrogeologiya-i-inzhenernaya-geologiya-Permskogo-kraya.pdf> (дата обращения 27.01.2022).
8. Репин И.С. Прогноз хлоридного загрязнения в бассейне реки Ирень // Геология в развивающемся мире: материалы XIV Международной науч.-практ. конф. — Пермь. — 2021. — С. 322–326.
9. Онищенко Г.Г. и др. Бенчмаркинг качества питьевой воды. — СПб: Новый журнал. — 2010. — 463 с.
10. Эльпинер Л.И. Современные медико-экологические аспекты учения о подземных водах // Гигиена и санитария. — 2015. — Т. 94. — № 6. — С. 39–46.
11. Dunn G. et al. Microbial water quality communication: public and practitioner insights from British Columbia, Canada // *Water Health*. — 2014. — Vol. 12. — № 3. — P. 584–595.
12. Lotter J.T. et al. Groundwater arsenic in Chimaltenango, Guatemala // *Water Health*. — 2014. — Vol. 12. — № 3. — P. 533–542.
13. Zhang Y., Ma R., Li Z. Human health risk assessment of groundwater in Hetao Plain (Inner Mongolia Autonomous Region, China) // *Environmental Monitoring and Assessment*. — 2014. — Vol. 186. — № 8. P. 4669–4684.
14. Полякова Е.В., Мырцева Е.А. Распределение некоторых нормируемых компонентов в подземных водах севера Русской плиты и их воздействие на организм человека // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 10. — С. 140–145.
15. Иванов С.В., Федорова Э.Л., Темиров Э.Э. Влияние качества воды на здоровье населения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2017. — № 3–2. С. 186–189.
16. Okoye O. Environmental Exposure to Crude Oil: A Potential Risk for Chronic Kidney Disease (CKD) in Disadvantaged Countries // *West African Journal of Medicine*. — 2019. — Vol. 36. — № 2. — P. 144–157.
17. Сазонова О.В. и др. Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области) // Анализ риска здоровью. — 2021. — № 2. — С. 41–51. DOI: 10.21668/health.risk/2021.2.04.
18. Максимович Н.Г., Первова М.С. Влияние перетоков минерализованных вод Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей на приповерхностную гидросферу // Инженерные изыскания. — 2012. — № 1. — С. 22–28.
19. Ястребов А.А. и др. Гидрогеохимические особенности распространения подземных вод Соликамского района Пермского края // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2018. — № 3. — С. 65–71.
20. Шукова И.В., Казаков В.Н. Особенности микрокомпонентного состава природных вод на территории г. Перми // Вестник Пермского университета. Геология. — 2019. — Т. 18. — № 3. — С. 205–218.
21. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 2 от 28.01.2021. — Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
22. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2014 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2015.
23. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2016 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2017.
24. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2017 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2018.
25. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2020 г.: Докл. Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». Пермь, 2021.
26. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 г.: Докл. Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2019.
27. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2020 г.: Докл. Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2021.
28. Усманова Л.И., Усманов М.Т. Геохимические особенности подземных и поверхностных вод в зоне влияния золоотвала Читинской ТЭЦ-1 // Международный научно-исследовательский журнал. — 2018. — Вып. № 11 (77). — С. 91–95.

© Мещурова Татьяна Александровна (tmeshurova@mail.ru), Аксёнова Вера Михайловна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»