

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.73>**ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В РОДНИКАХ И МАЛЫХ РЕКАХ (НА ПРИМЕРЕ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

Научная статья

Никонорова И.В.¹, Ильин В.Н.^{2,*}, Ильина А.А.³, Никитин А.А.⁴¹ORCID : 0000-0001-9250-1918;²ORCID : 0000-0002-3472-1258;³ORCID : 0000-0001-7574-4328;⁴ORCID : 0009-0006-8764-7182;^{1, 2, 3, 4} Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (suvar2009[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье проанализировано влияние сельскохозяйственной деятельности на качество воды рек и питающих их родников Чувашской Республики. Для этого проведен химический анализ воды, включающий определение общей жесткости, pH, аммония, железа, нитратов, сульфатов. Было проанализировано 72 пробы родниковой воды и 25 проб воды в реках. Большинство исследованных родников находилось в населенных пунктах. Среди проб речной воды преобладают отобранные на землях сельскохозяйственного назначения. Выявлено, что большинство родников характеризуются высоким качеством воды. Влияние сельского хозяйства прослеживается на качестве речной воды. У рек, протекающих на обрабатываемых землях, наблюдается превышение содержания растворенных компонентов. Удовлетворительным качеством воды выделяются только реки лесных массивов. Анализ превышающих допустимые значения компонентов подтвердил, что важнейшим источником загрязнения речной воды является сельскохозяйственная деятельность.

Ключевые слова: качество воды, родники, речная вода, диффузное загрязнение, химический анализ воды.

IMPACT OF AGRICULTURE ON WATER QUALITY IN SPRINGS AND SMALL RIVERS (ON THE EXAMPLE OF THE CHUVASH REPUBLIC)

Research article

Nikonorova I.V.¹, Ilin V.N.^{2,*}, Ilina A.A.³, Nikitin A.A.⁴¹ORCID : 0000-0001-9250-1918;²ORCID : 0000-0002-3472-1258;³ORCID : 0000-0001-7574-4328;⁴ORCID : 0009-0006-8764-7182;^{1, 2, 3, 4} Chuvash State University, Cheboksary, Russian Federation

* Corresponding author (suvar2009[at]yandex.ru)

Abstract

The article analyses the impact of agricultural activities on the water quality of rivers and springs feeding them in the Chuvash Republic. For this objective, chemical analysis of water was carried out, including determination of total hardness, pH, ammonium, iron, nitrates, sulphates. A total of 72 spring water samples and 25 river water samples were analysed. Most of the analysed springs were located in populated areas. Among the river water samples, samples taken on agricultural land predominate. It was found that most springs are characterised by high water quality. The influence of agriculture can be traced on the quality of river water. Rivers flowing on cultivated lands have excessive content of dissolved components. Only rivers of forest areas are characterised by satisfactory water quality. Analysis of components exceeding the permissible values confirmed that the most important source of river water pollution is agricultural activities.

Keywords: water quality, springs, river water, diffuse pollution, water chemical analysis.

Введение

Чувашская Республика относится к лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины и представляет собой чередование сельскохозяйственных угодий с несельскохозяйственными. Ведущей отраслью в регионе является сельское хозяйство. Неслучайно 55% территории находится под землями сельскохозяйственного значения (в т.ч. — 45% находятся под пашнями). Кроме этого, регион выделяется густой сетью сельских населенных пунктов (около 8% от общей площади) и высокой плотностью сельского населения (63,23 чел на кв.км). Приуроченность к староосвоенным регионам привела к преобладанию антропогенных геосистем в ландшафтной структуре региона. Той или иной степени антропогенной трансформации подверглись большинство природно-территориальных комплексов. Изменения коснулись всех компонентов природы, в т.ч. и гидрографической сети. Сельское хозяйство относится к наиболее масштабным источникам загрязнения поверхностных и подземных вод. Отмечено, что важнейшими загрязнителями являются небольшие предприятия и фермерские хозяйства. За счет многочисленности они слабо поддаются контролю. Среди диффузных источников загрязнения на территории Чувашской Республики преобладают территории многочисленных сельских населенных пунктов, животноводческие комплексы, сельскохозяйственные угодья, где не внедрены технические решения по регулированию выбросов. Среди животноводческих комплексов — это небольшие

животноводческие комплексы и птицефабрики. Сельские населенные пункты являются главным потребителем хозяйственно-питьевых вод. Основные причины попадания в поверхностные и подземные воды диффузных стоков — это превышение допустимых величин внесения органических и неорганических удобрений и неграмотное размещение границ санитарно-защитных зон [5].

В последние десятилетия отмечается снижение качества поверхностных вод Чувашской Республики — в первую очередь — малых рек. В связи с этим была поставлена цель выявить степень влияния сельскохозяйственной деятельности на качество воды в реках, и питающих их родников.

Методы и принципы исследования

Для оценки качества воды была использована переносная Ранцевая лаборатория исследования водоемов НКВ-Р. Преимуществом данной лаборатории является возможность проведения химического анализа в полевых условиях, без задержек на транспортировку проб до стационарной лаборатории.

Среди химических показателей были описаны: содержание хлоридов, нитритов, нитратов, натрия, аммония, железа, сульфатов, водородный показатель, общая жесткость. Особый акцент делался на содержание аммония, железа и нитратов. Содержание аммония — ключевой показатель загрязнения водных объектов [2]. Выделяется несколько причин повышения содержания аммония: животноводческие комплексы; промышленные и бытовые стоки содержат аммиак, который при контакте с водой образует ион аммония; азотные удобрения; разложение органических веществ в водоемах. Повышенное содержание железа может свидетельствовать о физическом износе металлических элементов каптажных сооружений. Повышению содержания нитратов способствует загрязнение стоками с ферм, аварийных канализационных систем [4].

Для достоверности данных в ходе экспедиционных выездов за 2024-2025 года были охвачены все муниципальные округа исследуемого региона. Особенность отбора проб заключалась в том, что они отбирались парно — проба родниковой воды и проба воды из реки, куда впадал родник. Кроме химического анализа фиксировались координаты отобранных проб, температура и дебит источников [8]. Важнейшим параметром являлась фиксация типа угодий (ландшафта) места отбора проб [3]. Для повышения достоверности полученных сведений отбор проб решено было осуществить на разных ландшафтах. Среди типов ландшафтов выделялись: селитебный ландшафт, пастбища и сенокосы, лесные ландшафты, особо охраняемые природные территории [6].

Степень влияния сельского хозяйства на качество воды в реках и родниках оценивалось путем корреляционного анализа: качество воды сравнивалось с интенсивностью развития сельского хозяйства на месте отбора проб [1]. В качестве критериев был выбран СанПиН 2.1.4.1175-02. «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения». Далее было проведено бассейновое районирование исследуемой территории по качеству воды.

Основные результаты

В ходе экспедиционных выездов было проанализировано 72 родника и 25 проб воды в створе рек.

Из 72 источников — 48 родников (67%) находились в населенных пунктах. Приуроченность к населенным пунктам объясняет благоустроенность родников, используемых для регулярного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Родники, расположенные на других угодьях, редко являются благоустроенными. Они труднодоступны, зачастую не имеют централизованного выхода для разгрузки. 18 родников (25%) расположены на землях сельскохозяйственного назначения — это пастбища и сенокосы. Все они находятся в непосредственной близости от населенных пунктов и используются для питья периодически — сезонно. В редких случаях родниковая вода на сельскохозяйственных землях используется для орошения или водопоя скота. Оставшиеся 6 родников расположены в лесу. Несмотря на значительную отдаленность от населенных пунктов, эти родники снабжены каптажными устройствами и купелями. Зачастую — это святые источники, выполняющие хозяйственно-питьевую и религиозные функции и событийного туризма [10].

Химический анализ отобранных проб родниковой воды показал точечные загрязнения, превышающие допустимые значения. Из 72 проб только в 6 наблюдается недопустимые значения. Наиболее часто встречаются родники, у которых наблюдается превышение аммония. Это родники Канашского муниципального округа (с. Мокры), Чебоксарского муниципального округа (п. Кугеси), Мариинско-Посадского муниципального округа (д. Карабаши), Батыревского муниципального округа (д. Сидели). Это родники, расположенные близко к животноводческим комплексам, хозяйственным постройкам. В д. Карабаши родник используется для водопоя домашних животных. В д. Акишки Мариинско-Посадского МО обнаружен родник, где содержание ионов железа превышает допустимое значение в 2,5 раза. Возможной причиной может быть износ металлического каптажного устройства или влияние природного железа, поступающего с близрасположенных заболоченных территорий. В д. Иваново Ядринского МО выявлен родник, в котором наблюдается незначительное превышение сульфатов и хлоридов. Данное явление объясняется природными вмещающими породами, из которых происходит разгрузка. Исследования подтвердили, что качество воды в подавляющем большинстве родников соответствует необходимым требованиям.

Несмотря на то, что большинство исследованных родников расположены на антропогенно-преобразованных ландшафтах, экологическое состояние прилегающих к ним территорий характеризуется как оптимальное. Стремление местного населения сохранить высокое качество питьевой воды привело к тому, что прилегающие к родникам территории остались мало затронутыми. Анализ химического состава родниковой воды показал, что влияние сельского хозяйства на качество родниковой воды незначительно. Доля загрязненной сельскохозяйственной деятельностью родниковых вод не превышает 10% [9].

Химический анализ также проводился для 25 проб воды, отобранной в местной гидрографической сети. Были охвачены практически все значимые водотоки Чувашской Республики. Это реки Сура, Цивиль и его притоки, Аниш, Выла, Була, Киря, Кубня, Унга, Бездна, Рыкша, Аня, Кидьярка, Орбашка, Люля (см. табл.1).

В отличие от родников, большинство отобранных проб приурочены к землям сельскохозяйственного назначения. Вследствие высокой плотности населения на территории региона повсеместно наблюдается нарушение водоохранных зон. Для большинства случаев — это выпас скота в береговой полосе. В некоторых муниципальных округах происходит распашка сельхозугодий вплоть до прибрежной зоны. Из-за распашки происходит заиление и отмирание малых рек. Снижается дебит, происходит увеличение доли взвешенных частиц. Выделенные проблемы относятся для всех 16 проб (64%), которые были отобраны на сельскохозяйственных землях. Второе место по типу угодья занимают пробы, отобранные в черте сельских населенных пунктов — 5 проб. Оставшиеся 4 пробы были отобраны в реках, протекающих среди насаждений Присурского лесного массива.

Таблица 1 - Химический состав исследованной воды в реках Чувашской Республики

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.73.1>

№	Реки	Ландшафт	Жесткость, мг-экв/л	рН	Аммоний, мг/л	Железо, мг/л	Нитраты, мг/л	Сульфаты, мг/л
1	Большая Цивиль	НП	3,1	8,0	3,4	0,37	3,4	40
2	Большая Цивиль	с/х	3,1	7,7	2,8	0,5	1,0	40
3	Унга	с/х	3,6	8,1	1,0	0,42	2,3	60
4	Малая Цивиль	лес	2,9	8,2	1,5	0,2	2,9	50
5	Малая Цивиль	с/х	2,9	8,0	2,5	0,45	4,5	50
6	Цивиль	с/х	2,9	7,9	2,6	0,35	4,6	50
7	Цивиль	с/х	2,9	7,9	2,9	0,36	4,6	50
8	Кубня	с/х	3,3	8,3	3,1	0,4	4,4	60
9	Сура	с/х	3,4	7,8	12,0	0,37	4,7	70
10	Сура	с/х	3,4	7,8	3,5	0,40	4,5	60
11	Люля	лес	2,0	7,7	0,5	0	0	40
12	Сура	НП	3,5	7,9	3,7	0,45	5,0	70
13	Сура	с/х	3,6	7,9	3,9	0,48	5,0	60
14	Була	НП	4,1	7,7	6,1	0,3	4,0	80
15	Була	с/х	4,2	8,2	9,0	0,4	6,0	90
16	Киря	лес	3,4	7,8	0	0	0	60
17	Аниш	с/х	5,6	7,6	1,5	0,1	2,0	80
18	Аниш	с/х	5,3	7,7	2,0	0,25	2,0	80
19	Бездна	лес	8,1	7,8	0,5	0,0	0,0	110
20	Рыкша	с/х	3,5	8,1	3,8	0,4	3,0	90
21	Орбашка	с/х	3,7	8,1	3,7	0,42	3,2	70
22	Унга	НП	3,5	8,1	3,8	0,35	3,2	60
23	Кидьярка	НП	3,1	7,9	3,7	0,38	3,0	70
24	Аря	с/х	5,0	7,7	2,2	0	3,1	75
25	Выла	с/х	4,2	7,6	3,3	0	4,5	60

В отличие от родниковой воды в большинстве из отобранных проб наблюдается превышение СанПиНа. Только 5 проб можно охарактеризовать как соответствующие требованиям по качеству воды. Территориально они расположены на землях государственного лесного фонда: в Присурском лесном массиве и широколиственных лесах Приволжского лесного района. Это Реки Аниш, Бездна, Киря, Люля, истоки Малого Цивилия (см. рис. 1).

У 2 рек наблюдается превышение одного компонента – аммония. Это река Унга и среднее течение реки Аниш.

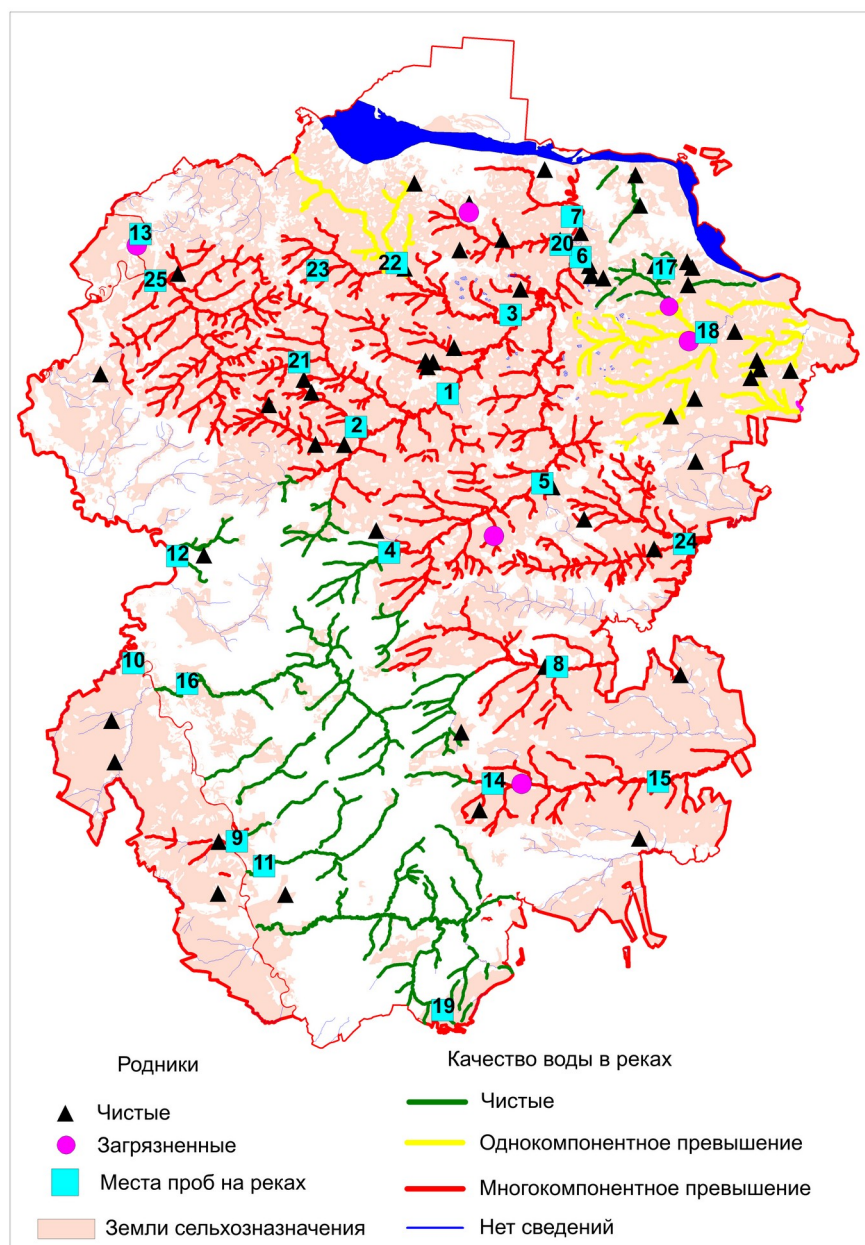


Рисунок 1 - Качество воды в реках Чувашской Республики
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.73.2>

У большинства отобранных проб — 16 проб из 25 — обнаружено многокомпонентное превышение допустимого содержания химических элементов. Это аммоний, железо, нитраты. Пробы воды рек, расположенных в интенсивно освоенных районах региона, показывают многократное превышение. К примеру, содержание аммония в среднем течении реки Була превышает допустимое значение в 3 раза. Следует отметить, что наибольшее превышение наблюдается именно в тех муниципалитетах, которые относятся к аграрным и аграрно-индустриальным — Батыревский, Яльчикский, Комсомольский, Цивильский, Канашский, Чебоксарский, Моргаушский.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что приуроченность к землям сельскохозяйственного назначения является важнейшей причиной ухудшения качества поверхностных вод и грунтовых вод. Все выявленные загрязнения родников связаны с близким их расположением к животноводческим постройкам. Оптимальное качество поверхностных вод характерно только для водотоков, расположенных на лесных землях. В подавляющем большинстве проб из створов рек, расположенных на сельскохозяйственных землях, наблюдается многокомпонентное превышение содержания вредных веществ: аммония, нитратов. Это подтверждает, что главным негативным фактором загрязнения грунтовых и поверхностных вод в Чувашской Республике является сельскохозяйственная деятельность. Из многочисленных факторов, загрязнения воды сельскохозяйственной деятельностью выделяются отходы животноводства и внесение чрезмерного количества органических удобрений в почву.

Решением выделенной проблемы является активная фитомелиорация береговых полос. К сожалению, улучшением качества речной и родниковой воды за счет посадки древесно-кустарниковой растительности занимаются в основном общественные организации и волонтеры экологической направленности. Для повышения эффективности

рассматриваемой методики необходима разработка и внедрение республиканской программы по возрождению фитомелиорации.

Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского Научного Фонда (проект № 24-27-20133) и Чувашской Республики: <https://rscf.ru/project/24-27-20133/>.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation (project No. 24-27-20133) and the Chuvash Republic: <https://rscf.ru/project/24-27-20133/>.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Аверьянова Л.П. Подземные воды района Хабаровска и их загрязнение / Л.П. Аверьянова, Д.Л. Горейко, В.В. Кулаков // Вопросы географии Дальнего Востока. Вып. 21. Хабаровск: как он есть сегодня (экологическое состояние). — Хабаровск : Приамурское географическое общество, 1998. — С. 115–118.
2. Алиева А.Х. Результаты гидрохимических исследований ручья Лесного (Калининградская область) / А.Х. Алиева // Вестник науки и образования Северо-Запада России. — 2020. — № 3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-gidrohimicheskikh-issledovaniy-ruchya-lesnogo-kaliningradskaya-oblast> (дата обращения: 31.05.2025).
3. Асташин А.Е. Ландшафтная дифференциация территории водосборного бассейна р. Велетьма Нижегородской области / А.Е. Асташин, М.М. Бад'ин, А.В. Самойлов [и др.] // Естественные и технические науки. — 2019. — № 1. — С. 90–95.
4. Смирнова М.В. Исследование роли природных и антропогенных факторов в формировании качества воды малых рек на примере р. Велетьмы Нижегородской области / М.В. Смирнова, А.И. Батанина // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2021. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-rol-i-prirodnih-i-antropogennyh-faktorov-v-formirovanii-kachestva-vody-malyh-rek-na-primere-r-veletmy-nizhegorodskoy> (дата обращения: 31.05.2025).
5. Шестеркин В.П. Гидрохимия малых рек центральной части г. Хабаровск в зимний период / В.П. Шестеркин, М.И. Афанасьева, Н.М. Шестеркина // Геосистемы в Северо-Восточной Азии: типы, современное состояние и перспективы развития. — Владивосток : Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2018. — С. 298–301.
6. Ясинский С.В. Диффузное загрязнение водных объектов и оценка выноса биогенных элементов при различных сценариях землепользования на водосборе / С.В. Ясинский, Е.В. Веницианов, И.А. Вишневская // Водные ресурсы. — 2019. — Т. 46, № 2. — С. 232–244.
7. Anjum M. Chemometric evaluation, source apportionment, and health risk analysis of natural spring water in Murree, outer Himalayas / M. Anjum, N. Siddique, H. Younis [et al.] // Journal of Trace Elements and Minerals. — 2024. — Vol. 10. — P. 100195. DOI: 10.1016/j.jtemin.2024.100195.
8. Dass B. Hydrogeochemical characterization and water quality assessment of mountain springs: insights for strategizing water management in the lesser Indian Himalayas / B. Dass, M.S. Rao, S. Sen // Journal of Hydrology: Regional Studies. — 2025. — Vol. 57. — P. 102126. DOI: 10.1016/j.ejrh.2024.102126.
9. Nikonorova I. Ecological condition and economic use of springs of the Chuvash Republic / I. Nikonorova, V. Ilyin, A. Ilyina [et al.] // E3S Web of Conferences. — 2025. — Vol. 614. — P. 04023. DOI: 10.1051/e3sconf/202561404023.
10. Thapa S. Citizen science approach for springshed management: a comprehensive community-driven mapping and dataset of spring sources in Kavre, Nepal / S. Thapa, A. Pandit, S. Bhuchar [et al.] // Data in Brief. — 2025. — Vol. 60. — P. 111466. DOI: 10.1016/j.dib.2025.111466.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Averyanova L.P. Podzemnye vody rayona Khabarovska i ikh zagryaznenie [Groundwaters of the Khabarovsk region and their pollution] / L.P. Averyanova, D.L. Goreyko, V.V. Kulakov // Voprosy geografii Dal'nego Vostoka. Vyp. 21: Khabarovsk: kak on est' segodnya (ekologicheskoe sostoyanie) [Issues of Far East Geography. Iss. 21: Khabarovsk as it is today (ecological state)]. — Khabarovsk : Amur Geographical Society, 1998. — P. 115–118. [in Russian]
2. Alieva A.Kh. Rezultaty gidrokhimicheskikh issledovaniy ruchya Lesnogo (Kalininingradskaya oblast') [Results of hydrochemical studies of the Lesnoy stream (Kaliningrad region)] // Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii [Bulletin of Science and Education of Northwestern Russia]. — 2020. — № 3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-gidrohimicheskikh-issledovaniy-ruchya-lesnogo-kaliningradskaya-oblast> (accessed: 31.05.2025). [in Russian]
3. Astashin A.E. Landshaftnaya differentsiatsiya territorii vodosbornogo basseyna r. Velet'ma Nizhegorodskoy oblasti [Landscape differentiation of the Veletma river basin territory in Nizhny Novgorod region] / A.E. Astashin, M.M. Bad'in, A.V.

Samoylov [et al.] // *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences]. — 2019. — № 1. — P. 90–95. [in Russian]

4. Smirnova M.V. Issledovanie roli prirodnnykh i antropogennykh faktorov v formirovanii kachestva vody malykh rek na primere r. Velet'my Nizhegorodskoy oblasti [Study of the role of natural and anthropogenic factors in the formation of water quality in small rivers using the example of the Veletma river in Nizhny Novgorod region] / M.V. Smirnova, A.I. Batanina // *Vestnik RUDN. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [PFUR Bulletin. Series: Ecology and Life Safety]. — 2021. — № 2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-roli-prirodnnykh-i-antropogennykh-faktorov-v-formirovanii-kachestva-vody-malykh-rek-na-primere-r-veletmy-nizhegorodskoy> (accessed: 31.05.2025). [in Russian]

5. Shesterkin V.P. Gidrokimiya malykh rek tsentral'noy chasti g. Khabarovsk v zimniy period [Hydrochemistry of small rivers in the central part of Khabarovsk in winter] / V.P. Shesterkin, M.I. Afanas'eva, N.M. Shesterkina // *Geosistemy v Severo-Vostochnoy Azii: tipy, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Geosystems in Northeast Asia: types, current state and development prospects]. — Vladivostok : Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 2018. — P. 298–301. [in Russian]

6. Yasinskiy S.V. Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ob"ektov i otsenka vynosa biogennykh elementov pri razlichnykh stsenariyakh zemlepol'zovaniya na vodosbore [Diffuse pollution of water bodies and assessment of nutrient export under different land use scenarios in the catchment area] / S.V. Yasinskiy, E.V. Venitsianov, I.A. Vishnevskaya // *Vodnye resursy* [Water Resources]. — 2019. — Vol. 46, № 2. — P. 232–244. [in Russian]

7. Anjum M. Chemometric evaluation, source apportionment, and health risk analysis of natural spring water in Murree, outer Himalayas / M. Anjum, N. Siddique, H. Younis [et al.] // *Journal of Trace Elements and Minerals*. — 2024. — Vol. 10. — P. 100195. DOI: 10.1016/j.jtemin.2024.100195.

8. Dass B. Hydrogeochemical characterization and water quality assessment of mountain springs: insights for strategizing water management in the lesser Indian Himalayas / B. Dass, M.S. Rao, S. Sen // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. — 2025. — Vol. 57. — P. 102126. DOI: 10.1016/j.ejrh.2024.102126.

9. Nikonorova I. Ecological condition and economic use of springs of the Chuvash Republic / I. Nikonorova, V. Ilyin, A. Ilyina [et al.] // *E3S Web of Conferences*. — 2025. — Vol. 614. — P. 04023. DOI: 10.1051/e3sconf/202561404023.

10. Thapa S. Citizen science approach for springshed management: a comprehensive community-driven mapping and dataset of spring sources in Kavre, Nepal / S. Thapa, A. Pandit, S. Bhuchar [et al.] // *Data in Brief*. — 2025. — Vol. 60. — P. 111466. DOI: 10.1016/j.dib.2025.111466.