

ГИДРОЛОГИЯ СУШИ, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ГИДРОХИМИЯ/LAND HYDROLOGY, WATER RESOURCES, HYDROCHEMISTRYDOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89>

EDN: YROLVP

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКИ МЕЗЕНЬ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА И ЛИТЕРАТУРНЫМ ИСТОЧНИКАМ: ОБЗОР ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ

Обзор

Белоусов Р.А.¹, Овсепян А.Э.^{2,*}, Назарова А.А.³²ORCID : 0000-0002-6914-2539;^{1,3} Гидрохимический институт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Ростов-на-Дону, Российская Федерация² Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

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

Предложена: 05.07.2026; Принята: 14.10.2026; Опубликовано: 16.10.2026

Аннотация

Река Мезень — один из крупнейших водотоков Европейского Севера России, слабо затронутый антропогенной деятельностью, что делает её уникальным объектом для изучения естественных гидрохимических процессов. В настоящей обзорной работе обобщены литературные данные и результаты мониторинга Росгидромета (2019–2025 гг.) по трём створам, расположенным в верхнем, среднем и нижнем течении. Цель исследования — систематизация сведений о гидрохимических характеристиках реки Мезень и выявление основных природных и антропогенных факторов их формирования. На основе анализа временных рядов показано, что высокие концентрации железа, алюминия, меди и органических веществ (ХПК, БПК₅) наблюдаются на всём протяжении реки, причём их уровень возрастает от истоков к устью. В верхнем течении превышения ПДК преимущественно обусловлены природными причинами (геохимия водосбора, болотное питание), тогда как в среднем и нижнем течении появляются антропогенные маркеры, прежде всего нефтепродукты, связанные с деятельностью малотоннажного флота и поверхностным стоком. Однако количественное разделение природной и антропогенной составляющих на основе имеющихся данных невозможно. Сформулированы ключевые проблемы изучения: отсутствие региональных фоновых нормативов, недостаточная пространственная сеть наблюдений, неполнота гидрохимических программ в нижнем течении, слабая интеграция гидрохимических и гидродинамических исследований. Предложены перспективные направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: река Мезень, Субарктика, гидрохимические характеристики, качество вод, природные факторы, антропогенное воздействие, мониторинг, обзор.

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE MEZEN RIVER BASED ON MONITORING DATA AND LITERATURE SOURCES: AN OVERVIEW OF THE FORMING FACTORS

Review article

Belousov R.A.¹, Ovsepyan A.E.^{2,*}, Nazarova A.A.³²ORCID : 0000-0002-6914-2539;^{1,3} Hydrochemical Institute of the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Rostov-on-Don, Russian Federation² Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

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

Suggested: 05.07.2026; Accepted: 14.10.2026; Published: 16.10.2026

Abstract

The Mezen River is one of the largest streams in the European North of Russia and has been little affected by human activity, making it a unique site for studying natural hydrochemical processes. This review summarises data from the literature and the results of Roshydromet's monitoring programme (2019–2025) at three stations located in the upper, middle and lower reaches of the river. The aim of the study is to systematise information on the hydrochemical characteristics of the Mezen River and to identify the main natural and anthropogenic factors influencing them. Analysis of the time series shows that high concentrations of iron, aluminium, copper and organic matter (COD, BOD₅) are observed along the entire length of the river, with levels increasing from the headwaters to the mouth. In the upper reaches, exceedances of maximum permissible concentrations (MPCs) are predominantly due to natural causes (the geochemistry of the catchment area and input from wetlands), while in the middle and lower reaches, anthropogenic markers appear, primarily petroleum products associated with the activities of small-scale vessels and surface runoff. However, it is not possible to quantitatively distinguish between natural and anthropogenic components based on the available data. Key challenges in the study have been identified: the absence of regional background standards, an inadequate spatial observation network, incomplete hydrochemical programmes in the lower reaches, and poor integration of hydrochemical and hydrodynamic studies. Promising areas for further research have been suggested.

Keywords: Mezen River, Subarctic, hydrochemical characteristics, water quality, natural factors, human impact, monitoring, review.

Введение

Река Мезень, протекающая по территории Архангельской области и Республики Коми, занимает особое место среди водных объектов Европейского Севера России. Её уникальность определяется географическим положением — от истока на Тиманском кряже до впадения в Мезенскую губу Белого моря, а также сочетанием природных, экологических и культурно-исторических характеристик. Как одна из немногих крупных рек Европы с минимальным антропогенным воздействием, Мезень сохранила практически нетронутые экосистемы, что делает её эталоном для изучения естественных гидрохимических процессов. Здесь сохранилась аборигенная ихтиофауна, включая ценные виды рыб, такие как сёмга и нельма, что подчёркивает её значение для поддержания экологического баланса региона. Хозяйственная роль Мезени исторически связана с судоходством, лесосплавом и традиционным рыболовством, остающимся основой жизни для местных сообществ, включая коренные народы (коми, ненцы). Культурный ландшафт реки, с древними поморскими поселениями и святынями, отражает многовековое взаимодействие человека и природы.

Изучение реки Мезень ведётся комплексно, с акцентом на её уникальные гидрологические и морфодинамические характеристики, прежде всего макроприливный режим в устьевой области. Представленные работы охватывают исследования русловых процессов, седиментации, гидродинамики эстуария, геоэкологического и гидрохимического состояния бассейна. Однако гидрохимический режим, являющийся интегральным показателем состояния экосистемы и качества водных ресурсов, до сих пор не получил обобщающего освещения. Настоящий обзор призван восполнить этот пробел, систематизировав разрозненные литературные и фондовые данные и выделив приоритетные направления для будущих исследований.

Цель настоящей обзорной работы — систематизация и обобщение имеющихся литературных и фондовых данных о гидрохимических характеристиках реки Мезень, а также выявление основных природных и антропогенных факторов, определяющих их формирование, и формулировка ключевых проблем, требующих дальнейшего изучения для обеспечения устойчивого использования и охраны водных ресурсов бассейна.

Материалы и методы

В основе работы лежит анализ опубликованных научных работ и фондовых материалов Росгидромета. Для оценки современного состояния использованы данные государственного мониторинга поверхностных вод по трём стационарным створам на р. Мезень:

- д. Макариб — верхнее течение;
- д. Малонисогорская — среднее течение;
- с. Дорогорское — нижнее течение.

В рамках исследования была проанализирована динамика среднегодовых концентраций загрязняющих веществ и показателей качества в воде реки Мезень за период 2019–2025 гг. по трём пунктам наблюдений, расположенных в главном русле. Отбор проб проводился сотрудниками Северного управления гидрометслужбы в соответствии с требованиями РД 52.24.309-2016 [18]. Периодичность и объём годовой выборки определялись категорией пункта наблюдений. Для пунктов 4-й категории (Макариб, Малонисогорская) отбор выполнялся по обязательной программе в основные фазы водного режима: подъём, пик и спад половодья, летне-осеннюю межень (при наименьшем расходе и при дождевом паводке), а также осенью перед ледоставом и в зимнюю межень. Годовой объём выборки по данным пунктам составил в среднем 7 проб. Для пункта 3-й категории (Дорогорское) дополнительно проводился ежемесячный отбор по сокращённой программе, благодаря чему годовой объём выборки достигал 10 проб по отдельным показателям (БПК₅, нефтепродукты).

В настоящей работе использовались осреднённые годовые значения концентраций показателей, для которых были зафиксированы превышения рыбохозяйственных ПДК (железо, медь, цинк, алюминий, марганец, нефтепродукты, БПК₅, ХПК). Показатели, стабильно находившиеся в пределах норматива, в анализ не включались.

Обработка данных включала:

- расчёт среднегодовых концентраций (в долях ПДК);
 - определение доли проб с превышением ПДК (в %), рассчитанной по фактическим выборкам указанных объемов для каждого показателя и створа;
 - построение временных рядов и их визуальный анализ (графики трендов);
- Пространственное расположение створов показано на рис. 1.

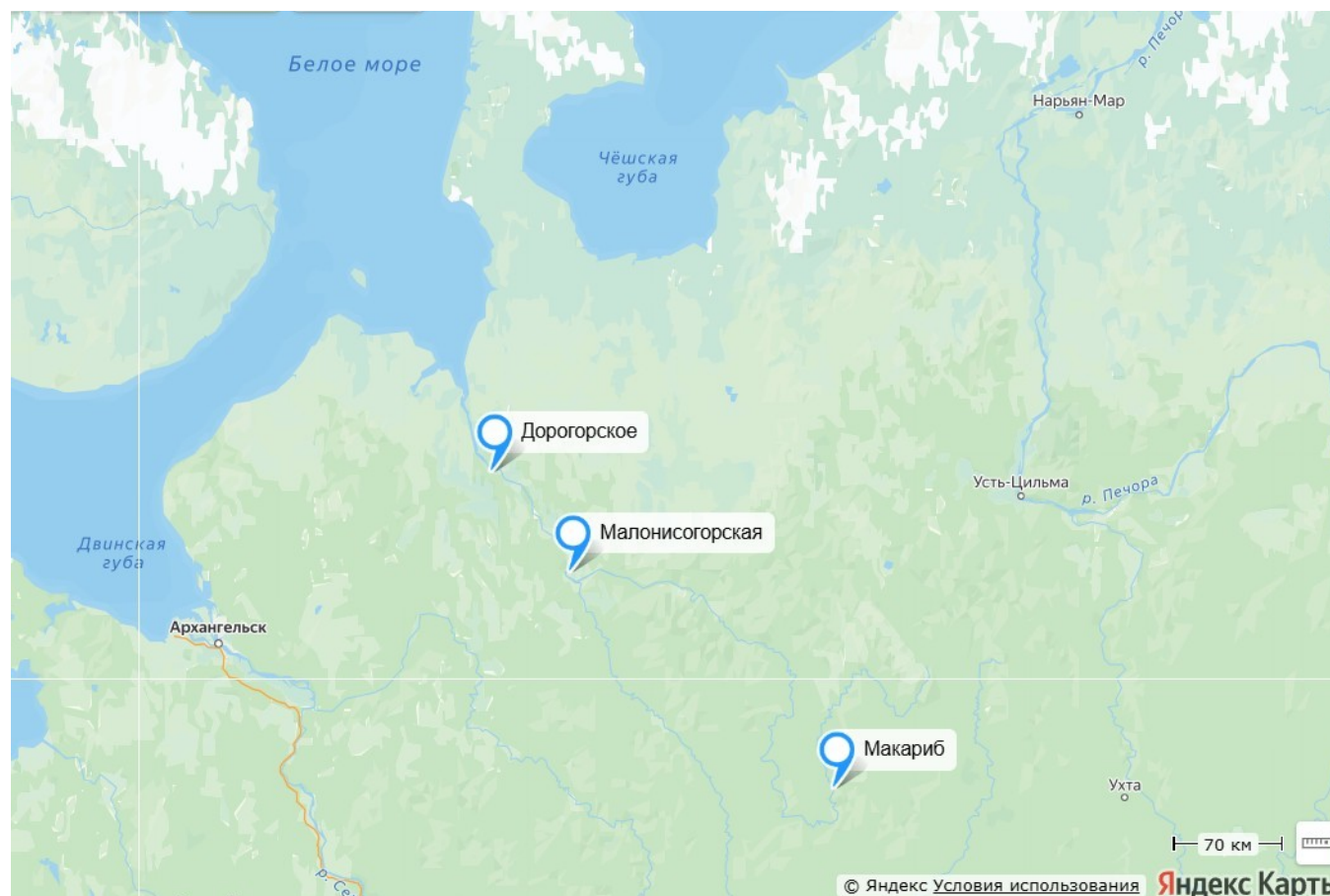


Рисунок 1 - Пункты наблюдений Росгидромета на реке Мезень
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.1>

Обзор литературных данных

Река Мезень, с её водосборным бассейном площадью 78 тыс. км², формирует уникальный гидрохимический профиль, обусловленный сочетанием геологических, гидрологических и биогеохимических факторов. Питание реки смешанное, с преобладанием снегового и с заметной долей болотных вод. Река берет начало на западных склонах Тиманского кряжа, протекает по волнистой равнине, впадает в Мезенскую губу Белого моря. Верхнее течение реки отличается высокими скалистыми берегами, среднее — извилистостью и множеством перекатов, а нижнее — обилием мелей и перекатов, что затрудняет судоходство [2].

Мезень протекает через Удорский район Республики Коми (верхнее течение), Лешуконский (среднее течение) и Мезенский (нижнее течение) округа Архангельской области. Плотность населения в бассейне реки в среднем составляет менее 0,24 человека на квадратный километр.

Крупных промышленных предприятий на территории всех трех округов нет. Преобладают предприятия, ориентированные на переработку древесины, заготовку леса, рыболовство, сельское хозяйство (разведение крупного рогатого скота, коневодство).

Причинами слабого развития промышленности являются суровые климатические условия, удаленность от основных транспортных магистралей, нехватка квалифицированных кадров, слабая инфраструктура, малое количество инвестиционных проектов.

Эти факторы, ограничивающие промышленный рост, в то же время способствуют сохранению уникальных природных ландшафтов, центром которых остается река Мезень — главная водная артерия региона. Сложная гидрографическая сеть, формируемая Мезенью с притоками, определяет быт и ритм жизни местного населения: от сезонного рыболовства до транспортных путей через таёжный регион. При этом отсутствие ГЭС и водохранилищ обеспечивает естественный гидрологический режим, что важно для мониторинга природных изменений. Отметим, однако, наличие районов в бассейне реки, отведенных под падение ступеней ракет, запускаемых с космодрома Плесецк. С начала работы космодрома в отдельных районах падения скопилось по несколько сотен ступеней, что повлекло возникновение своеобразного промысла у некоторых местных жителей по добыче металлолома и, в частности, алюминия [3].

Можно сделать вывод, что относительно слабое промышленное развитие региона не способствовало развитию и интенсификации научных исследований реки. Проведем исторический экскурс по материалам, посвященным изучению гидрохимического режима и экологического состояния реки Мезень.

Пионерные работы советского периода выполнялись в рамках программ Гидрометеоздата [4], заложили основу понимания сезонной динамики основных ионов (HCO_3^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-}) и выявили природно-обусловленное превышение ПДК по железу (до 14 ПДК) в нижнем течении реки Мезень [5].

В 1960–1970-е гг. Институтом Арктики и Антарктики (ААНИИ) проводились экспедиции в рамках подготовки к проектированию Мезенской приливной электростанции (так и не построенной). Изучалась зона смешения речных и морских вод, была обнаружена аномальная солёность (до 24‰) в приливной части эстуария [6].

1980-е гг. — мониторинг антропогенного воздействия выявил локальные очаги загрязнения нефтепродуктами (0,025–0,045 мг/л) в районах лесосплава, однако их концентрации не превышали критических значений.

Современный период. Мониторинговые наблюдения в бассейне реки проводятся Северным управлением гидрометслужбы (Росгидромет). Непосредственно на Мезени расположено 3 гидропоста, ещё 4 — на притоках Большая Лоптюга, Вашка, Пеза, Едома.

Далее рассмотрим основные направления исследований бассейна реки Мезень.

Исследования морфологии и динамики русла. Фундаментальный вклад в понимание строения и динамики русла Мезени, особенно в нижнем течении, внесен коллективом авторов под руководством Р.С. Чалова. В работе «Морфология и переформирования русла и перекатов р. Мезени (нижнее течение)» [7] детально анализируется морфология русла, характеризуются многочисленные перекаты, являющиеся типичными элементами ее строения. Авторы, основываясь на анализе лоцманских карт 1937–2004 гг. и космических снимков, описали специфику разветвленного русла, сезонные деформации перекатов, выявили закономерности переформирования русловых образований, связав эти процессы с гидрологическим режимом реки и особенностями транспорта наносов, разработали рекомендации для восстановления судоходства. Эта работа закладывает основу для последующих исследований, показывая, что русло Мезени представляет собой динамичную, постоянно изменяющуюся систему.

Гидродинамика эстуария и явление приливного бора, водный режим и определяющие факторы. Устьевая область Мезени является классическим примером макроприливного эстуария, где наблюдается такое редкое и динамичное явление, как приливной бор (порог). Исследование Е.Н. Долгополовой (доклад на International Symposium on Tidal Bore, ISTB-2016, представленный в обзоре на сайте ИВП РАН) посвящено факторам формирования бора [8]. Автор анализирует влияние величины прилива, речного стока, геометрии эстуария (сужение в плане и по глубине) и гидравлического сопротивления русла на трансформацию приливной волны. Расчеты чисел Фруда подтверждают возможность возникновения бора в устье Мезени, а сравнение с другими реками мира позволяет выявить его специфические черты. Это исследование переводит изучение устья Мезени в разряд работ международного уровня, посвященных экстремальным гидродинамическим явлениям. Авторы Кильдишов, Саноцкая [9] проводят анализ тенденций климатических изменений и их взаимосвязи с водностью реки.

Процессы седиментации и динамика взвешенных наносов. Цикл работ Н.А. Демиденко и его коллег (Алабян А.М., Панченко Е.Д., Мискевич И.В. и др.) углубляет понимание процессов, происходящих непосредственно в эстуарии [10], [11], [12]. Авторы детально исследуют динамику взвешенного вещества, механизмы формирования высокой мутности вод и современные процессы седиментации. Отмечается, что в макроприливных эстуариях Мезени и Кулоя

существуют зоны интенсивного накопления осадков, связанные с торможением речного потока приливной волной и сложным взаимодействием речных и морских вод. Эти исследования имеют ключевое значение для понимания формирования рельефа дна, оценки роли Мезени как поставщика терригенного материала в Белое море и прогнозирования изменений устьевой области.

Геоэкологическое и гидрохимическое состояние бассейна. Ранние работы, такие как исследование С.А. Игловского (2004), посвящены особенностям геоэкологического состояния криолитозоны (зонды многолетнемерзлых пород) в бассейне Мезени, что важно для оценки устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям и изменениям климата [13].

Современная оценка экологического состояния дана в работе Н.В. Климовского и др. (2022) «Анализ гидрохимического режима и экологического состояния правых притоков реки Мезень» [14]. Это исследование акцентирует внимание на качестве вод в притоках, выявляя особенности гидрохимического режима и факторы антропогенного влияния. Таким образом, экологическая составляющая изучения Мезени смещается с общих геоэкологических характеристик территории на детальный мониторинг качества водных ресурсов. Исследования Климовского и др. подтверждают устойчивость гидрохимического фона: минерализация вод остаётся низкой, а содержание нефтеуглеводородов в донных отложениях не превышает 4.6 мг/кг, что коррелирует со значениями для ненарушенных экосистем таёжной зоны.

Таким образом, к настоящему времени накоплен обширный материал по физической географии, гидрологии и морфодинамике Мезени, однако комплексных работ по гидрохимическому составу и факторам его формирования, охватывающих весь бассейн и многолетнюю динамику, явно недостаточно.

Анализ динамики гидрохимических показателей

В рамках исследования была проанализирована динамика среднегодовых концентраций загрязняющих веществ и показателей качества в воде реки Мезень за период 2019–2025 гг по трём пунктам наблюдений, расположенных в главном русле.

В настоящей работе представлены только те показатели, значения которых превышали установленные нормативы ПДК, а стабильно остававшиеся в пределах нормы, в анализ не включались.

Среднегодовые концентрации металлов в створе д. Макариб представлены на рис. 2.

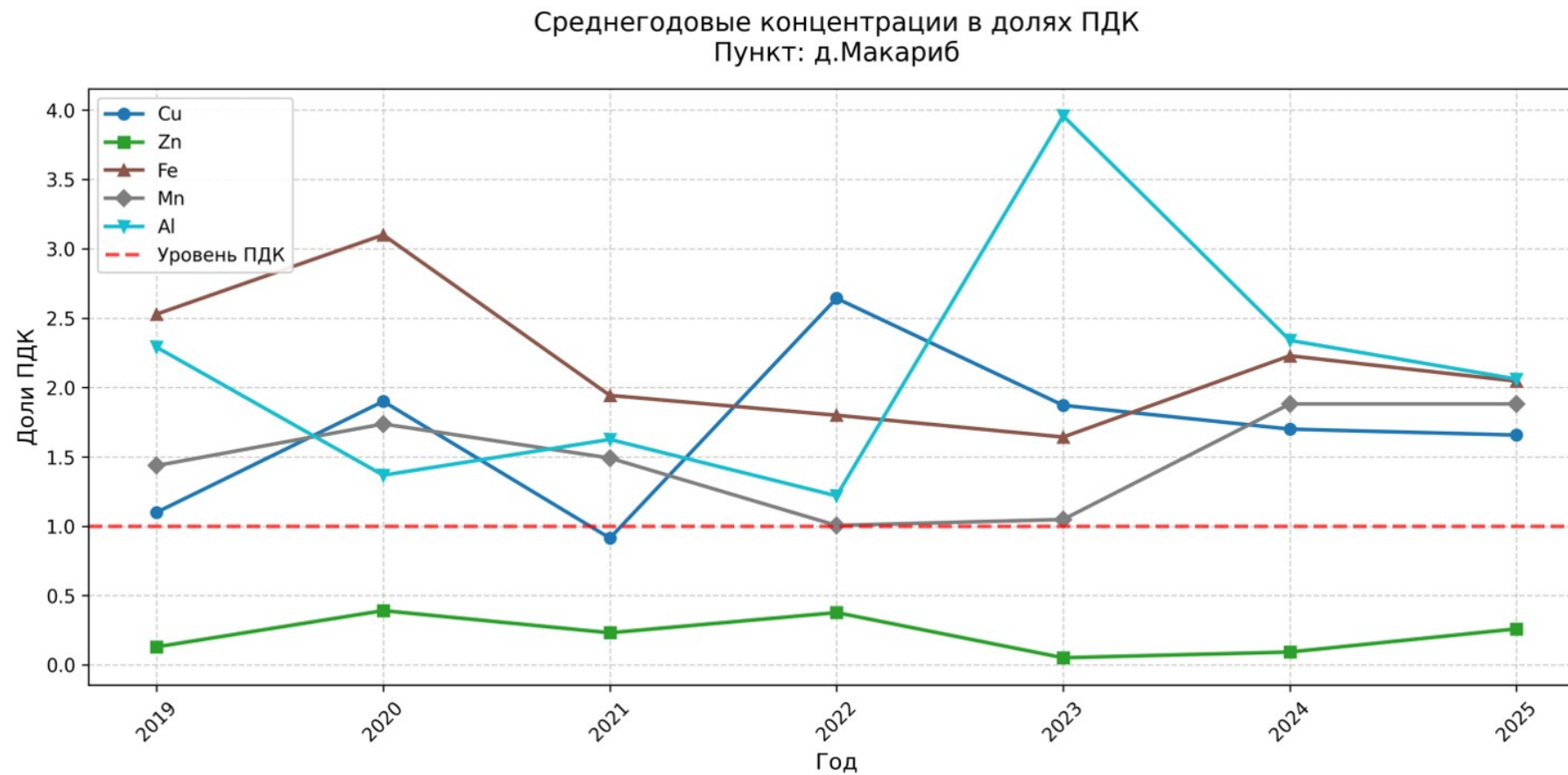


Рисунок 2 - Среднегодовые концентрации металлов (в долях ПДК) в створе д. Макариб (2019-2025)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.2>

Среднегодовые концентрации железа здесь составляют 1,64–3,10 ПДК за весь период наблюдений. Доля проб с превышением ПДК находится в диапазоне 43–71%. Таким образом, в разные годы от трети до трёх пятых проб оставалось в пределах ПДК.

Среднегодовые концентрации меди варьируются в диапазоне 0,9–2,64 ПДК, доля проб с превышением: 43–100%. Наблюдаются резкие межгодовые перепады: в 2021 году доля проб с превышением составляла 43% при среднегодовой концентрации 0,9 ПДК, в 2022 году — 100% при 2,64 ПДК.

По алюминию среднегодовые концентрации составили 1,22–3,96 ПДК, доля проб с превышением: 43–71%. Пик пришёлся на 2023 год (3,96 ПДК, доля проб с превышением 57%), в 2024 году показатель снизился до 2,34 ПДК при доле проб с превышением 43%.

Среднегодовые концентрации марганца: 1,01–1,88 ПДК, доля проб с превышением 43–71%.

Цинк: среднегодовая величина остаётся ниже норматива, наибольшее значение среднегодовой концентрации на уровне 0,38 ПДК зафиксировано в 2022 году, доля проб с превышением — 29%.

Органические показатели (БПК₅, ХПК, нефтепродукты) показаны на рис. 3.

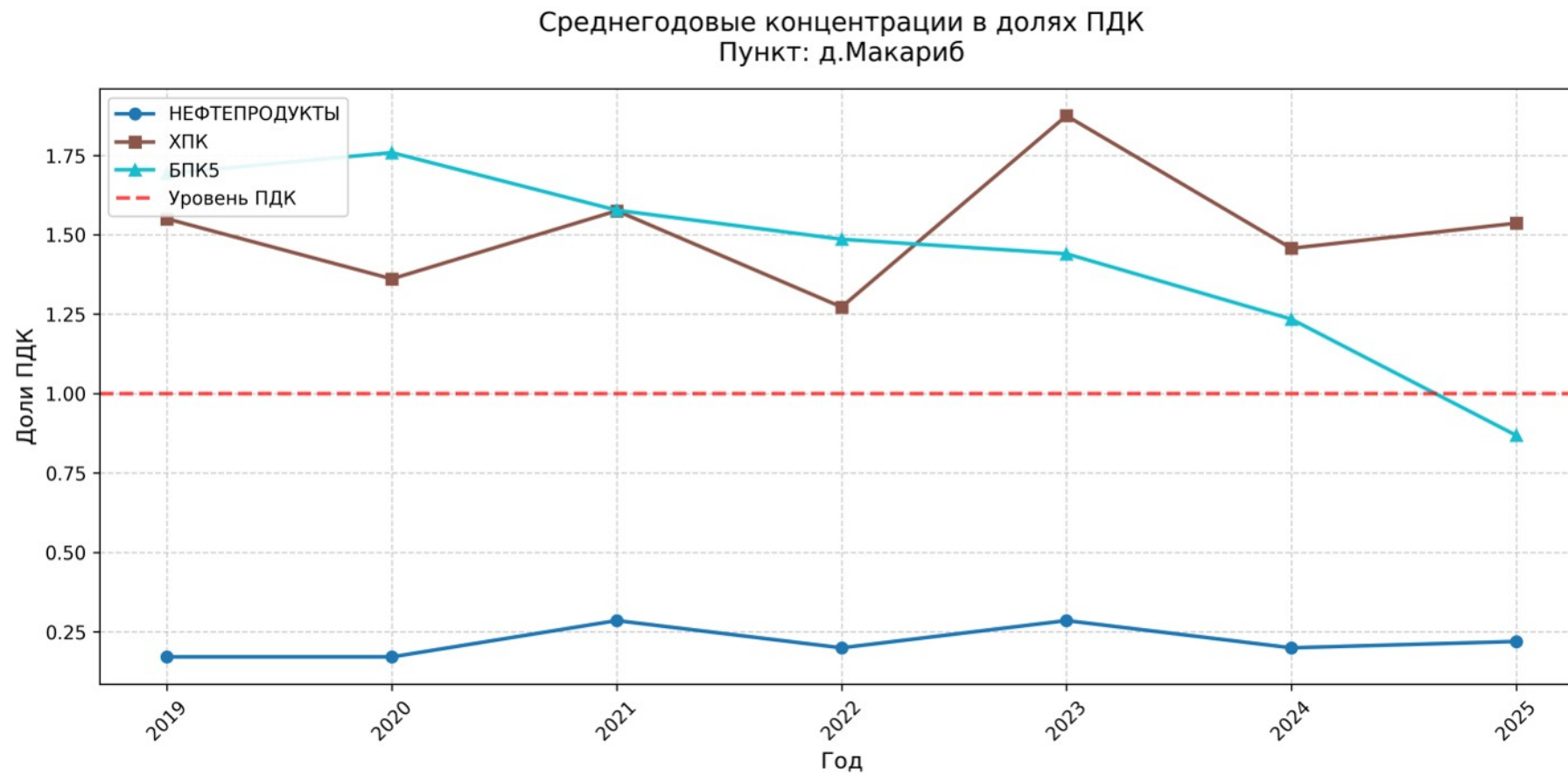


Рисунок 3 - Среднегодовые значения органических показателей (в долях ПДК) в створе д. Макариб (2019-2025)
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.3>

Среднегодовые значения БПК₅ составляют 0,87–1,76 ПДК за весь период наблюдений. Максимальное значение доли проб с превышением ПДК составляет 86% (2022 год, 1,49 ПДК), минимальное было зафиксировано в 2025 год при превышении среднегодовых концентраций в 28,6% проб. ХПК: Среднегодовые значения составляют 1,87–1,27 ПДК за весь период наблюдений. В большинстве случаев значение доли проб с превышением ПДК составляет 71%. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов не превышают ПДК.

Таким образом, для верхнего течения у д. Макариб в период 2019-2025 гг зафиксированы превышения ПДК по ХПК и БПК₅, по железу (среднегодовые концентрации 1,64–3,10 ПДК), нестабильные во времени превышения по меди, алюминию и марганцу, а также среднегодовые концентрации цинка и нефтепродуктов ниже норматива. Учитывая положение пункта в верховьях реки, где русло только формируется, можно предположить, что качество воды здесь в значительной степени определяется составом природными факторами. Малая заселённость территории также не даёт оснований предполагать наличие существенного антропогенного вклада в формирование состава вод реки на данном участке.

В среднем течении расположен пункт наблюдения Малонисогорская, межгодовая динамика концентраций металлов представлена на рисунке 4.

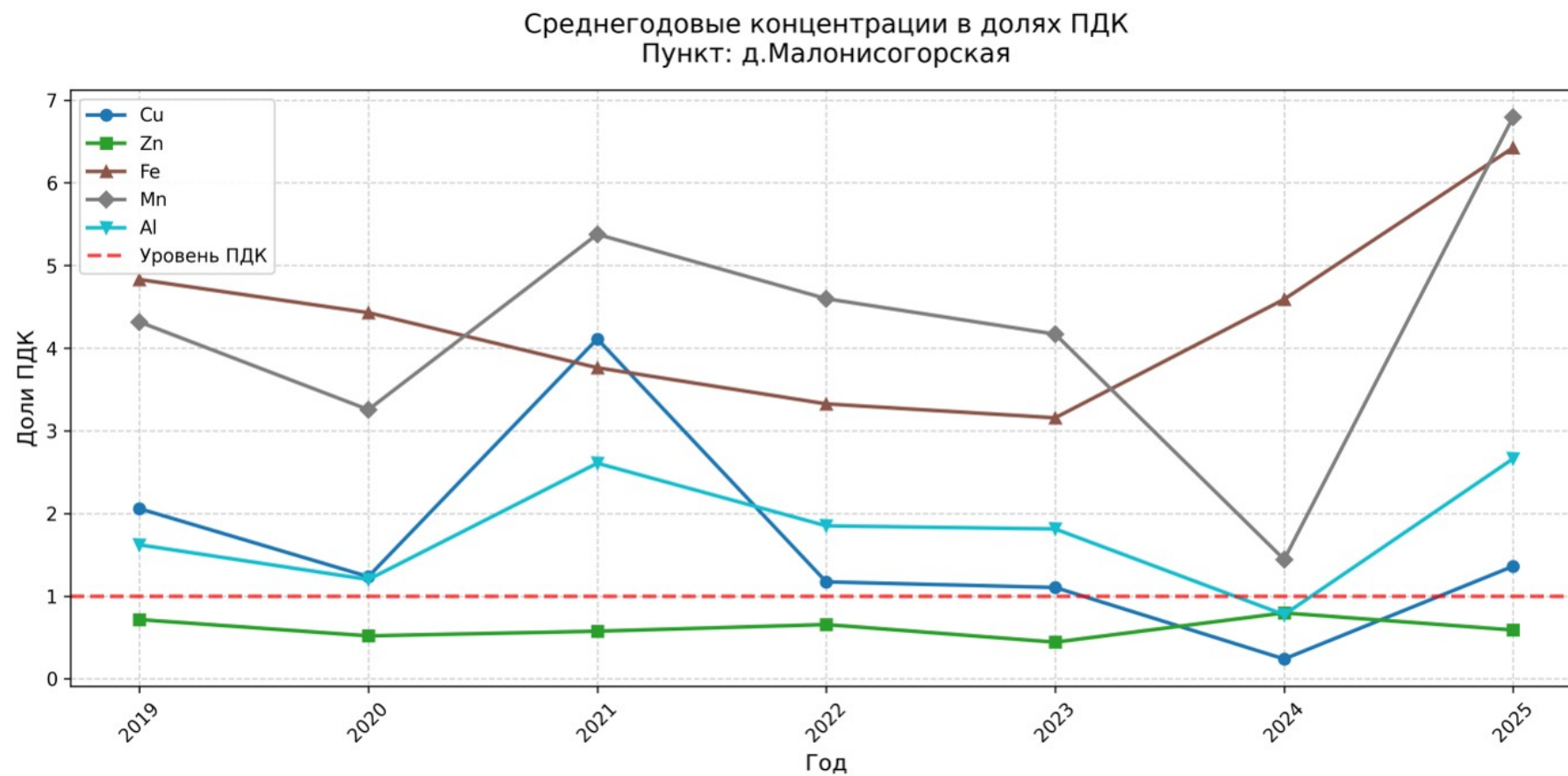


Рисунок 4 - Среднегодовые концентрации металлов (в долях ПДК) в створе д. Малонисогорская (2019-2025)
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.4>

Железо: доля проб с превышением ПДК составляет 78-100%, среднегодовые концентрации 3,16-6,42 ПДК.

Медь продемонстрировала самую интересную динамику: в 2021 году количество проб с превышением ПДК составило 100% при среднегодовой концентрации 4,1 ПДК, в 2022 году — уже 43% (1,17 ПДК), в 2023 году — 75% (1,1 ПДК), в 2024 году превышения ПДК по меди не зафиксированы, в 2025 году 28,6% (1,36 ПДК).

Марганец: повторяемость превышений ПДК достигала 63-100% от общего количества проб, среднегодовые концентрации колебались в пределах 1,44–6,79 ПДК. В 2024 году концентрация снизилась до 1,44 ПДК (повторяемость 33%) — минимальное значение за весь период, а в 2025 году уже демонстрирует максимальное среднегодовое значение — 6,79 ПДК при 100% количестве проб, в которых концентрация этого показателя превышает ПДК.

Алюминий превышает ПДК с повторяемостью 43–100% (среднегодовые значения концентрации находятся в пределах 0,78–2,66 ПДК). И снова, как и в случае с марганцем, в 2024 году минимальное значение среднегодовой концентрации, а в 2025 году максимальное за весь указанный период при 100%-ном количестве проб с превышениями ПДК.

Цинк присутствует эпизодически (повторяемость превышения ПДК 14-43%, среднегодовые значения концентраций в пределах от 0,44 до 0,8 ПДК).

Динамика органических показателей (БПК₅, ХПК, нефтепродукты) показаны на рис. 5.

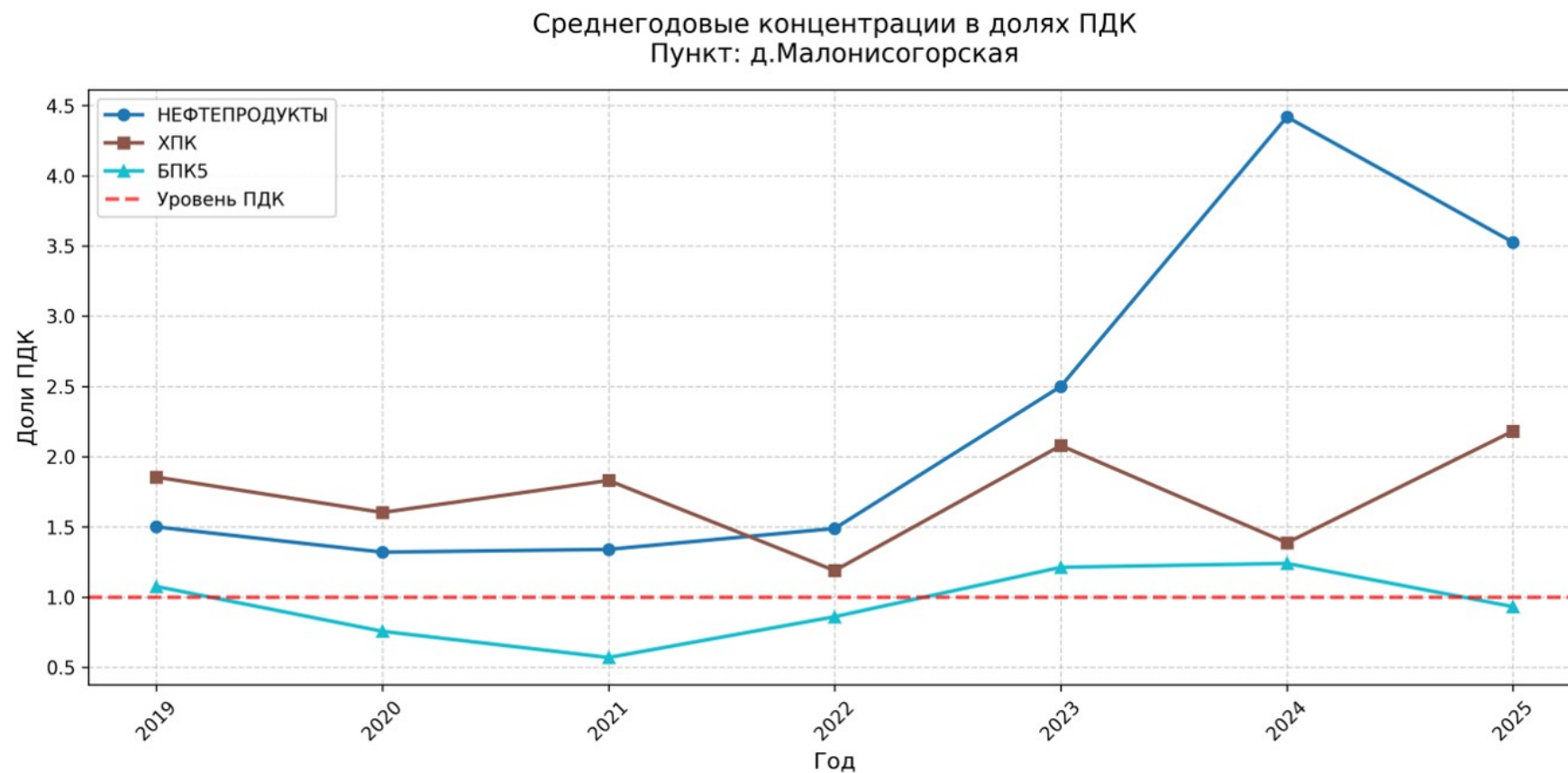


Рисунок 5 - Среднегодовые значения органических показателей и нефтепродуктов (в долях ПДК) в створе д. Малонисогорская (2019-2025)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.5>

Концентрации нефтепродуктов демонстрируют рост: среднегодовые значения увеличились с 1,5 ПДК (2019, доля проб с превышением 40%) до 4,42 ПДК (2024, доля проб с превышением 82%) и 3,53 ПДК в 2025 году (доля проб с превышением ПДК 60%). Среднегодовые концентрации БПК₅ — 0,57–1,24 ПДК (доля проб с превышением 10–80%), ХПК – 1,19–2,18 ПДК (доля проб с превышением 73–100%).

Подытоживая, можно сказать, что на участке среднего течения у д. Малонисогорская за период 2019–2025 годов фиксируется ухудшение качества воды по сравнению с верховьями, выражающееся в росте как абсолютных значений концентраций, так и частоты нарушений нормативов, особенно по группе тяжелых металлов.

Динамика среднегодовых концентраций металлов в пункте с. Дорогорское представлена на рис. 6.

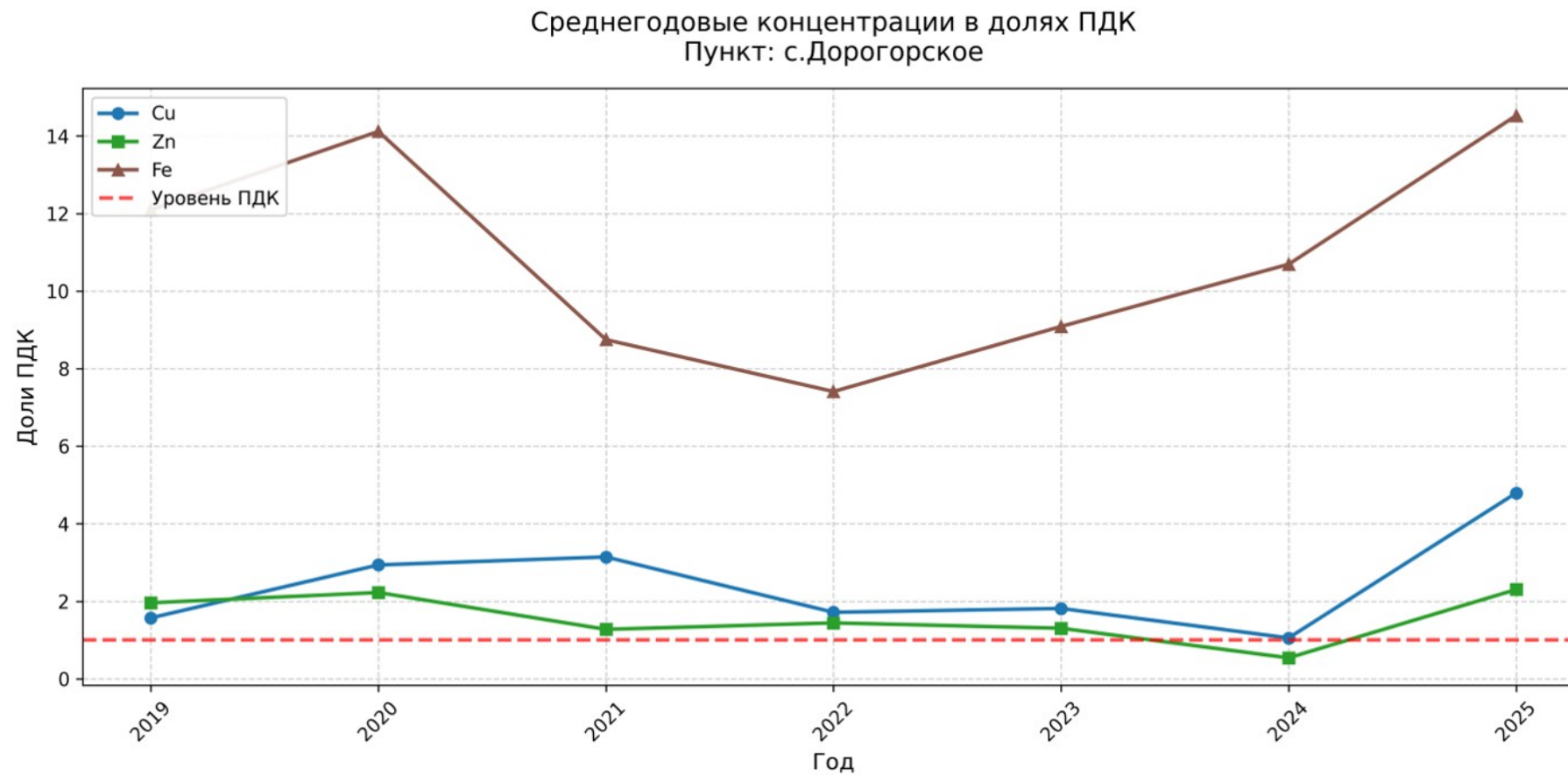


Рисунок 6 - Среднегодовые концентрации металлов (в долях ПДК) в створе с. Дорогорское (2019-2025)
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.6>

Доля проб с превышением ПДК железа составляет 86-100%, среднегодовые концентрации 7,41–14,53 ПДК, по меди доля проб с превышением ПДК составляет 67–100%, среднегодовые концентрации находятся в пределах 1,05–4,79 ПДК. Увеличилась доля проб с превышением ПДК цинка (29–86%), среднегодовые концентрации находились в пределах 0,54–2,3 ПДК. Алюминий отсутствует в программе мониторинга по данному створу.

Динамика значений органических показателей качества вод в нижнем течении реки представлена на рисунке 7.

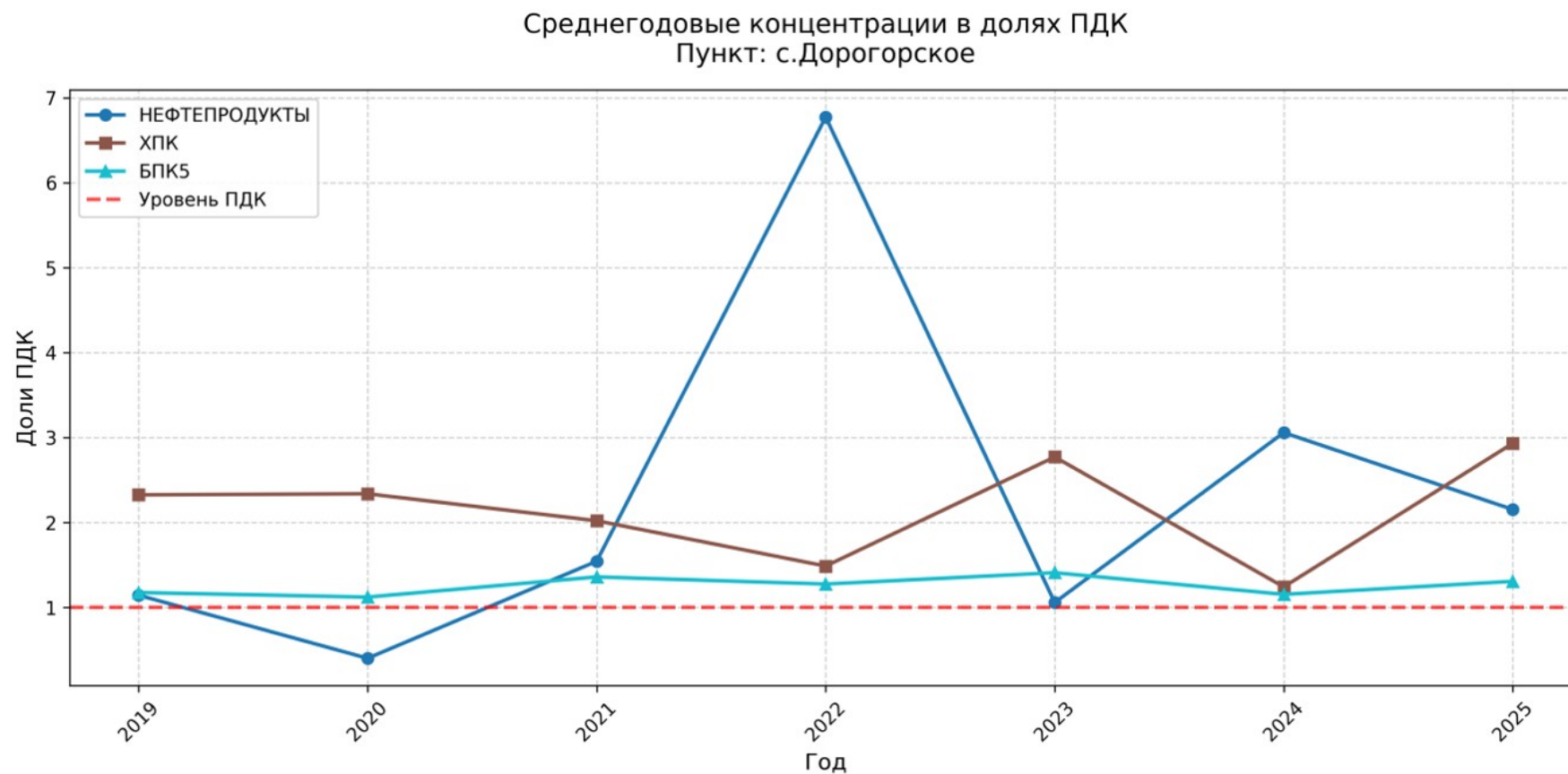


Рисунок 7 - Среднегодовые концентрации органических показателей (в долях ПДК) в створе с. Дорогорское (2019-2025)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.7>

Доля проб с превышением ПДК нефтепродуктов составляет 29–100%, среднегодовые концентрации 0,4–6,77 ПДК, по БПК₅ доля проб с превышением ПДК составляет 43–71%, среднегодовые концентрации находятся в пределах 1,12–1,41 ПДК, для ХПК доля проб с превышением ПДК составляет 86–100%, среднегодовые концентрации находятся в пределах 1,24–2,93 ПДК.

Обращает на себя внимание синхронность пиковых концентраций в 2022 и 2025 годах для большинства металлов (железо, медь, марганец, алюминий) на всех трёх створах, что указывает на общеканальный гидрологический контроль над локальными источниками. Вероятно, эти годы характеризовались аномальными гидрологическими условиями — например, повышенной водностью или изменением термического режима, — что усилило вынос металлов с водосбора и их мобилизацию из донных отложений. В то же время устойчивый рост нефтепродуктов в среднем течении (с 1,5 до 4,4 ПДК за 6 лет) сохраняется независимо от межгодовых колебаний водности, что позволяет идентифицировать его как устойчивый антропогенный сигнал на фоне естественной гидрологической изменчивости.

На основе обобщения литературных данных и результатов собственного анализа составлена сводная таблица факторов (табл. 1), систематизирующая природные и антропогенные процессы, определяющие химический состав вод Мезени.

Таблица 1 - Природные и антропогенные факторы формирования гидрохимического режима реки Мезень

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.172.89.8>

Фактор	Характер воздействия	Локализация	Проявление в гидрохимическом режиме	Ключевые индикаторы и последствия
Геохимия водосбора (месторождения бокситов, породы Тиманской свиты)	Фоновый, постоянный	Вся акватория реки, особенно районы выхода пород	Обуславливает естественно высокие концентрации металлов в воде	Железо (до 9–14 ПДК), Алюминий (до 4 ПДК). Формальное отнесение к классам «очень загрязнённая».
Болотное питание	Фоновый, сезонный	Нижнее течение, водосборные болота	Поступление вод, обогащённых органическими веществами и железом	Повышение цветности, ХПК, концентраций железа (максимум у с. Дорогорское).
Макроприливные процессы (приливной бор)	Динамический, периодический	Эстуарий реки	Интенсивное перемешивание, взмучивание донных отложений, изменение физико-химических условий	Вторичное загрязнение и мобилизация металлов (Fe, Mn), колебания минерализации, изменение окислительно-восстановительного потенциала.
АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ				
Поверхностный сток (с/х угодья, населённые пункты, возможно влияние полей падения ракет)	Локальный, диффузный	Районы населённых пунктов, особенно в среднем течении и на притоках (р. Вашка)	Поступление взвешенных веществ, органики, биогенных элементов	Рост ХПК (до 41,6 мг/л), увеличение концентраций алюминия и железа в притоках.
Маломерный флот (льяльные воды)	Точечный, локальный	Среднее течение (д. Малонисогорская), районы активной навигации	Загрязнение нефтепродуктами	Рост концентраций нефтепродуктов (до 3–7 ПДК).
Исторический лесосплав	Остаточный, локальный	Участки исторического лесосплава	Накопление затонувшей древесины, изменение условий в донных	Потенциальное увеличение ХПК, БПК ₅ и фенолов в районах сплава.

Фактор	Характер воздействия	Локализация	Проявление в гидрохимическом режиме	Ключевые индикаторы и последствия
			отложениях	

Обсуждение

Одним из центральных вопросов интерпретации полученных данных является разделение вклада природных и антропогенных источников в формирование высоких концентраций загрязняющих веществ.

Несомненно, природный фон играет доминирующую роль в верхнем течении, где отсутствует промышленность, плотность населения минимальна, а река питается преимущественно болотными водами. Высокие концентрации железа (до 3 ПДК) и алюминия (до 4 ПДК) в створе д. Макариб хорошо объясняются геохимическими особенностями водосбора (породы Тиманского кряжа, богатые оксидами железа и алюминия) и обильным поступлением гумусовых веществ из болот. Эти процессы подтверждаются и литературными данными [5], [15]. Однако уже в среднем течении появляются устойчивые антропогенные «сигналы» — прежде всего рост концентраций нефтепродуктов (с 1,5 до 4,4 ПДК за 6 лет), а также увеличение частоты превышений ПДК по меди и цинку. Эти изменения коррелируют с наличием населённых пунктов, развития судоходства и исторического лесосплава в этом районе.

В нижнем течении наблюдается максимальное загрязнение по всем показателям, что может быть связано как с кумулятивным эффектом поступления веществ со всего водосбора, так и с дополнительной мобилизацией металлов в эстуарии под влиянием приливных процессов (взмучивание донных отложений, изменение окислительно-восстановительных условий) [10], [11], [12]. Однако разделить эти процессы количественно на основе имеющихся данных невозможно из-за отсутствия: систематических измерений фоновых концентраций на удалённых от антропогенных источников створах; данных о формах нахождения металлов (растворённые, взвешенные, комплексные с органическими лигандами); расчётов равновесий в системе «вода — порода» с учётом pH, Eh, содержания органического углерода; синхронных гидрологических и гидрохимических наблюдений, позволяющих учесть сезонную и приливную изменчивость.

Количественный анализ пространственной динамики показывает, что медианные (среднегодовые) концентрации большинства показателей закономерно возрастают вниз по течению. Так, для железа наблюдается рост от 1,64–3,10 ПДК (д. Макариб) до 3,16–6,42 ПДК (д. Малонисогорская) и 7,41–14,53 ПДК (с. Дорогорское); для меди — от 0,9–2,64 ПДК до 1,1–4,1 ПДК и 1,05–4,79 ПДК соответственно. Аналогичный тренд зафиксирован для марганца и органических веществ (ХПК, БПК₅). При этом в верхнем течении, где антропогенная нагрузка минимальна, превышения ПДК по железу, алюминию и меди полностью объясняются природными факторами: геохимическим составом пород Тиманского кряжа и обильным болотным питанием, обогащающим воды гумусовыми веществами, которые образуют с металлами растворимые комплексные соединения [5], [15]. Этот вывод подтверждается близостью наших данных к фоновым концентрациям, характерным для ненарушенных водосборов таёжной зоны [16].

В среднем течении (д. Малонисогорская) к природному фону добавляются антропогенные маркеры. Наиболее показателен рост концентраций нефтепродуктов: с 1,5 ПДК (2019 г.) до 4,4 ПДК (2024 г.) при увеличении доли проб с превышением с 40% до 82%. Этот тренд коррелирует с усилением судоходной активности в среднем течении и наличием населённых пунктов, что указывает на вклад маломерного флота и поверхностного стока с селитебных территорий. Одновременно здесь фиксируется эпизодическое, но значимое увеличение частоты превышений ПДК по меди и цинку, что может быть связано как с природной вариабельностью, так и с поступлением этих металлов с ливневыми стоками.

В нижнем течении (с. Дорогорское) наблюдается максимальный уровень превышений по всем показателям. Для железа среднегодовые концентрации достигают 14,5 ПДК, для нефтепродуктов — 6,8 ПДК, для ХПК — 2,9 ПДК, при этом доля проб с превышением ПДК составляет 86–100% для большинства веществ. Это объясняется кумулятивным эффектом аккумуляции веществ со всего водосбора и дополнительной мобилизацией металлов в эстуарной зоне под влиянием макроприливных процессов: взмучивание донных отложений приливным бором и изменение окислительно-восстановительных условий способствуют переходу железа и марганца из донных осадков в водную толщу [10], [11], [12]. Однако, как показано в табл. 1, количественное разделение природной и антропогенной составляющих в нижнем течении на основе имеющихся данных невозможно из-за отсутствия систематических наблюдений за формами нахождения металлов и синхронных гидрологических измерений в приливной зоне.

Для дополнительной верификации гипотезы о преимущественно природном характере высоких концентраций металлов мы провели сравнение с данными государственного мониторинга по реке Северная Двина — другому крупному водотоку Европейского Севера со сходными ландшафтно-геохимическими условиями. В 2022–2024 гг. повторяемость превышений ПДК по железу на Северной Двине составляла 67,9–89,8% (объём выборки 242–246 проб), по алюминию — 50,0–58,8% (72–149 проб), по меди — 58,9–72,0% (107–232 проб). При этом для биогенных показателей (аммонийный и нитритный азот, фосфор), которые служат прямыми индикаторами антропогенного эвтрофирования, доля превышений не поднималась выше 1,6–3,7% (310–322 пробы) [19]. Это указывает на то, что высокие концентрации металлов являются региональной геохимической особенностью водосборов таёжной зоны, а не следствием масштабного техногенного загрязнения. В то же время рост нефтепродуктов в среднем и нижнем течении Мезени является надёжным антропогенным сигналом, требующим адресных мероприятий по контролю судоходства и ливневого стока.

Таким образом, гипотеза о преимущественно природном характере загрязнения является обоснованной для верхнего течения, но для среднего и нижнего течения она требует экспериментальной проверки с использованием



комплекса современных методов (изотопные метки, геохимическое моделирование, анализ фракционного состава металлов). Отметим, что аналогичные превышения ПДК по железу, алюминию и меди, при отсутствии антропогенных источников, регулярно фиксируются и на других реках Европейского Севера (Печора, Онега), что обусловлено сходными болотными и геохимическими условиями водосборов [16]. В то же время биологические исследования притоков (реки Кыма и Сула) [17] показывают хорошее состояние сообществ, что косвенно подтверждает отсутствие острого токсического эффекта.

Заключение

Обобщение литературных и фондовых данных показало, что гидрологический и морфодинамический режим реки Мезень изучен достаточно подробно — от русловых процессов до гидродинамики эстуария и явления приливного бора. В то же время гидрохимический режим, являющийся интегральным показателем состояния экосистемы и качества водных ресурсов, до настоящего времени не получал обобщающего освещения. Имеющиеся сведения фрагментарны, разрознены и ограничены либо ранними советскими исследованиями, либо локальными работами по отдельным притокам.

Река Мезень остаётся одним из немногих крупных водотоков Европейского Севера, где гидрохимический режим в значительной степени определяется природными факторами. Анализ данных показал, что концентрации металлов и органических веществ закономерно возрастают от верховьев к устью, при этом межгодовая синхронность пиковых значений указывает на доминирующую роль общекбассейновых гидрологических условий над локальными источниками. На этом фоне устойчивый многолетний рост концентраций нефтепродуктов в среднем течении выделяется как надёжный антропогенный сигнал, связанный с судоходной активностью и поверхностным стоком с населённых территорий.

В верхнем течении превышения рыбохозяйственных ПДК по металлам имеют преимущественно природное происхождение, обусловленное геохимическими особенностями водосбора и болотным питанием. Сравнение с другими реками Европейского Севера, характеризующимися сходными ландшафтно-геохимическими условиями, подтверждает, что высокие концентрации железа, алюминия и меди являются региональной особенностью, а не следствием масштабного техногенного воздействия. В среднем и нижнем течении к природному фону добавляются антропогенные компоненты, причём в эстуарной зоне дополнительный вклад в мобилизацию металлов вносят макроприливные процессы.

Выделим приоритетные вопросы, требующие дальнейшего изучения: отсутствие региональных фоновых нормативов — использование рыбохозяйственных ПДК приводит к формальной классификации вод как «очень загрязнённых», тогда как в реальности часть превышений имеет естественное происхождение. Мониторинговые наблюдения ограничены тремя створами на основном русле реки; малые притоки, эстуарная зона и участки с локальным антропогенным влиянием охвачены слабо. В нижнем течении реки не контролируется алюминий, что важно для оценки комплексного воздействия; отсутствуют данные о формах металлов и органических соединениях. Ещё один пробел — выявлено, что влияние приливного бора, седиментации и взмучивания донных отложений на трансформацию загрязнителей практически не изучалось.

Перспективные направления дальнейших исследований включают разработку региональных фоновых концентраций, проведение экспедиций в эстуарной зоне с учётом приливной динамики, анализ фракционного состава металлов для оценки их реальной токсичности, а также расширение сети наблюдений на малые притоки и участки с локальной антропогенной нагрузкой.

Научная ценность Мезени как уникального объекта для изучения естественных гидрохимических процессов в субарктической зоне возрастает в контексте глобальных климатических изменений: наблюдаемые тенденции сокращения ледостава, роста минерализации вод эстуария и изменения водности реки требуют долгосрочного прогнозирования и могут усугубить экологические риски. Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание научной основы для устойчивого управления экосистемой реки и разработку объективных критериев оценки её экологического состояния, учитывающих региональную специфику природного фона.

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.

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. Руководящий документ РД 52.24.643—2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — Введ. 2002-12-03. — Ростов-На-Дону (Ростовская Область): Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2002. — 55 С.
2. Демиденко Н.А. Справочно-аналитический обзор гидрологического режима устьевой области Мезени и Кулоя / Н.А. Демиденко, О.В. Горелиц, А.А. Сапожникова и др. — Воронеж: ООО «Юконь», 2024. — 352 с.
3. Терешин М.Р. Поля падения: пространство космоса на реке Мезень / М.Р. Терешин // Сибирские исторические исследования. — 2020. — 1. — С. 53–74. — DOI: 10.17223/2312461X/27/4



4. Виноградов О.Н. Ресурсы поверхностных вод СССР Северный край. Бассейн Мезени.: в 12 т.; / О.Н. Виноградов, Т.В. Псарева. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1965. — Т. 3. — 144 с.
5. Найденова В.И. Гидрохимическая характеристика средних и больших рек Европейской территории СССР / В.И. Найденова. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. — 295 с.
6. Материалы гидрологических исследований в бассейне р. Мезень (1958–1961 гг.) // Архив ААНИИ. — Ф. 532. — Оп. 3. — Д. 45.
7. Чалов Р.С. Морфология, переформирования русла и перекатов р. Мезени (нижнее течение) / Р.С. Чалов, А.С. Завадский, С.Н. Рулева и др. // Географический вестник. — 2010. — 3. — С. 63–94. — URL: <https://press.psu.ru/index.php/geogr/article/view/999> (дата обращения: 17.06.26).
8. Dolgoplova E.N. Bore at shallow macrotidal estuary of Mezen river / E.N. Dolgoplova. // International Symposium on Tidal Bore (ISTB-2016); — 1. — Hangzhou: China, 2016. — URL: <https://www.iwp.ru/about/news/osobennosti-formirovaniya-prilivnykh-voln-v-uste-mezeni/>. (accessed: 16.06.26).
9. Кильдишов О.С. Водный режим реки Мезень в современных условиях и факторы, его определяющие / О.С. Кильдишов, Н.А. Саноцкая. // Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022: Труды XI Международной научно-практической конференции; — Тверь: ООО ПолиПресс, 2022. — С. 153–156.
10. Демиденко Н.А. Динамика взвешенного вещества и процессы седиментации в макроприливных эстуариях Мезени и Кулоя / Н.А. Демиденко // Известия Российской академии наук. Серия географическая.. — 2022. — 6 (86). — С. 1002–1022. — DOI: 10.31857/S2587556622060048
11. Мискевич И.В. Формирование высокой мутности вод в малых приливных эстуариях Белого и Баренцева морей / И.В. Мискевич, А.М. Алабян, Н.А. Демиденко и др. // Вестник Московского университета. Серия 5: География. — 2022. — 4. — С. 142–153.
12. Демиденко Н.А. Динамика взвешенных наносов и процессы седиментации в эстуариях Мезени и Кулоя Белого моря / Н.А. Демиденко, А.М. Алабян, Е.Д. Панченко. // Геология морей и океанов: Материалы XXIV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии; под ред. Шевченко В.П. — Москва: ИО РАН, 2022. — С. 204–208.
13. Игловский С.А. Особенности геоэкологического состояния криолитозоны Онего-Двинско-Мезенской равнины и полуострова Канин dis...Candidate of Sciences: 25.00.36 : защищена 2004-05-18 : утв. 2004-11-19 / С.А. Игловский. — Москва: 2004. — 224 с.
14. Климовский Н.В. Анализ гидрохимического режима и экологического состояния правых притоков реки Мезень / Н.В. Климовский, А.П. Новоселов, Е.Н. Имант и др. // Метеорология и гидрология. — 2022. — 11. — С. 111–120. — DOI: 10.52002/0130-2906-2022-11-111-120
15. Белоусов Р.А. О гидрохимических особенностях реки Мезень / Р.А. Белоусов, А.Э. Овсепян, А.А. Назарова. // Сборник статей, посвященный 105-летию со дня образования Гидрохимического института «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод»; под ред. Трофимчук М.М. — 1. — Ростов-На-Дону: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт», 2025. — С. 120–125. — URL: <https://gidrohim.com/sites/default/files/Сборник%20статей.%20посвященный%20105-летию%20со%20дня%20образования%20Гидрохимического%20института.pdf>. (дата обращения: 17.10.25).
16. Коробов В.Б. Региональные особенности природной среды и их учёт при оценке химического загрязнения Арктики / В.Б. Коробов, Е.И. Котова, А.Э. Овсепян // Региональные геосистемы. — 2026. — 1. — С. 118–130. — DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-1-0
17. Новоселов А.П. Современное состояние среды обитания и сообществ беспозвоночных правобережных мезенских притоков (реки Кыма и Сула) / А.П. Новоселов, Е.Н. Имант, Ю.В. Новикова и др. // Экология. — 2022. — 6. — С. 458–467. — DOI: 10.31857/S0367059722060142
18. Руководящий документ РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. — Введ. 2017-04-03. — Ростов-На-Дону: ФГБУ "ГХИ", 2016. — 104 С.
19. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Информация о наиболее загрязненных водных объектах Российской Федерации (Приложение к ежегоднику за 2024 г.) / под ред. М.М. Трофимчук ; исполн. О.Л. Романюк, И.П. Ничипорова, Н.А. Лямперт и др. — Ростов-на-Дону : ФГБУ "Гидрохимический институт", 2025. — 155 с. — ISBN 978-5-6046424-2-9.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rukovodyashhij dokument RD 52.24.643—2002. Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznennosti poverxnostny'x vod po gidroximicheskim pokazatelyam [Guidance document RD 52.24.643—2002. Guidelines. for a comprehensive assessment of the degree of contamination of surface waters by hydrochemical indicators]. — Introduced 2002-12-03. — Rostov-Na-Donu (Rostovskaya Oblast'): Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushhej sredy' (Rosgidromet), 2002. — 55 P. [in Russian]
2. Demidenko N.A. Spravochno-analiticheskij obzor gidrologicheskogo rezhima ust'evoj oblasti Mezeni i Kuloya [Reference and analytical review of the hydrological regime of the estuarine region Mezen and Kuloya] / N.A. Demidenko, O.V. Gorelicz, A.A. Sapozhnikova et al. — Voronezh: ООО «Yukon», 2024. — 352 p. [in Russian]
3. Tereshin M.R. Polya padeniya: prostranstvo kosmosa na reke Mezen' [Falling Back to Earth: Outer Space and the Mezen River] / M.R. Tereshin // Siberian historical research. — 2020. — 1. — P. 53–74. — DOI: 10.17223/2312461X/27/4 [in Russian]



4. Vinogradov O.N. Resursy' poverkhnostny'x vod SSSR [Surface water resources of the USSR] Northern Territory. The basin of the Mezen' River.: in 12 vol.; / O.N. Vinogradov, T.V. Psareva. — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965. — Vol. 3. — 144 p. [in Russian]
5. Najdenova V.I. Gidroximicheskaya xarakteristika srednix i bol'shix rek Evropejskoj territorii SSSR [Hydrochemical characteristics of medium and large rivers of the European territory of the USSR] / V.I. Najdenova. — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1971. — 295 p. [in Russian]
6. Materialy gidrologicheskix issledovanij v bassejne r. Mezen' (1958–1961 gg.) [Materials of hydrological research in the basin of the Mezen river (1958–1961)] // Archive of the AARI. — F. 532. — Inv. 3. — C. 45. [in Russian]
7. Chalov R.S. Morfologiya, pereformirovaniya rusla i perekatov r. Mezeni (nizhnee techenie) [Morphology, reshaping of the riverbed and shallows of the Mezen' River (lower flow)] / R.S. Chalov, A.S. Zavadskij, S.N. Ruleva et al. // Geographical Bulletin. — 2010. — 3. — P. 63–94. — URL: <https://press.psu.ru/index.php/geogr/article/view/999> (accessed: 17.06.26). [in Russian]
8. Dolgopolova E.N. Bore at shallow macrotidal estuary of Mezen river / E.N. Dolgopolova. // International Symposium on Tidal Bore (ISTB-2016); — 1. — Hangzhou: China, 2016. — URL: <https://www.iwp.ru/about/news/osobennosti-formirovaniya-prilivnykh-voln-v-uste-mezeni/>. (accessed: 16.06.26).
9. Kil'dishov O.S. Vodnyj rezhim reki Mezen' v sovremenny'x usloviyax i faktory, ego opredelyayushhie [The water regime of the Mezen River in modern conditions and the factors determining it] / O.S. Kil'dishov, N.A. Sanoczskaya. // Marine Research and Education (MARESEDU)-2022: Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference; — Tver': OOO PoliPress, 2022. — P. 153–156. [in Russian]
10. Demidenko N.A. Dinamika vzveshennogo veshhestva i processy' sedimentacii v makroprilivny'x e'stuariyax Mezeni i Kuloya [Dynamics of suspended matter and sedimentation processes in the macro-tidal estuaries of Mezen and Kuloy] / N.A. Demidenko // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series.. — 2022. — 6 (86). — P. 1002–1022. — DOI: 10.31857/S2587556622060048 [in Russian]
11. Miskevich I.V. Formirovanie vy'sokoj mutnosti vod v mal'yx prilivny'x e'stuariyax Belogo i Barenceva morej [Formation of high water turbidity in small tidal estuaries of the White and Barents Seas] / I.V. Miskevich, A.M. Alabyan, N.A. Demidenko et al. // Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography. — 2022. — 4. — P. 142–153. [in Russian]
12. Demidenko N.A. Dinamika vzveshenny'x nanosov i processy' sedimentacii v e'stuariyax Mezeni i Kuloya Belogo morya [Dynamics of suspended sediments and sedimentation processes in the estuaries of the Mezen and Kuloy of the White Sea] / N.A. Demidenko, A.M. Alabyan, E.D. Panchenko. // Geology of the Seas and Oceans: Proceedings of the XXIV International Scientific Conference (School) on Marine Geology; edited by Shevchenko V.P. — Moscow: IO RAN, 2022. — P. 204–208. [in Russian]
13. Iglovskij S.A. Osobennosti geoe'kologicheskogo sostoyaniya kriolitozony' Onego-Dvinsko-Mezenskoj ravniny' i poluostrova Kanin [Features of the geoeological state of the cryolithozone of the Onego-Dvinsk-Mezen plain and the Kanin Peninsula] dis.....of PhD in : 25.00.36 : defense of the thesis 2004-05-18 : approved 2004-11-19 / C.A. Игловский. — Moscow: 2004. — 224 p. [in Russian]
14. Klimovskij N.V. Analiz gidroximicheskogo rezhima i e'kologicheskogo sostoyaniya prav'y'x pritokov reki Mezen' [Analysis of Hydrochemical and Environmental Conditions of the Right-bank Tributaries of the Mezen River] / N.V. Klimovskij, A.P. Novoselov, E.N. Imant et al. // Meteorology and Hydrology. — 2022. — 11. — P. 111–120. — DOI: 10.52002/0130-2906-2022-11-111-120 [in Russian]
15. Belousov R.A. O gidroximicheskix osobennostyax reki Mezen' [About the hydrochemical features of the Mezen River] / R.A. Belousov, A.E'. Ovsepyan, A.A. Nazarova. // Collection of articles dedicated to the 105th anniversary of the establishment of the Hydrochemical Institute "Modern problems of hydrochemistry and monitoring of surface water quality"; edited by Trofimchuk M.M. — 1. — Rostov-Na-Donu: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe uchrezhdenie «Gidroximicheskij institut», 2025. — P. 120–125. — URL: <https://gidrohim.com/sites/default/files/Сборник%20статей.%20посвященный%20105-летию%20со%20дня%20образования%20Гидрохимического%20института.pdf>. (accessed: 17.10.25). [in Russian]
16. Korobov V.B. Regional'ny'e osobennosti prirodnoj sredy' i ix uchyot pri ocenke ximicheskogo zagryazneniya Arktiki [Regional Environmental Features and Their Consideration in Assessing Chemical Pollution in the Arctic] / V.B. Korobov, E.I. Kotova, A.E'. Ovsepyan // Regional geosystems. — 2026. — 1. — P. 118–130. — DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-1-0 [in Russian]
17. Novoselov A.P. Sovremennoe sostoyanie sredy' obitaniya i soobshhestv bespozvonochny'x pravoberezhny'x mezenskix pritokov (reki Ky'ma i Sula) [The current state of the habitat and communities of invertebrates of the right-bank Mezen tributaries (Kyma and Sula rivers)] / A.P. Novoselov, E.N. Imant, Yu.V. Novikova et al. // Ecology. — 2022. — 6. — P. 458–467. — DOI: 10.31857/S0367059722060142 [in Russian]
18. Rukovodyashij dokument RD 52.24.309-2016. Organizaciya i provedenie rezhimny'x nablyudenij za sostoyaniem i zagryazneniem poverkhnostny'x vod sushi [Rukovodyashchij dokument RD 52.24.309-2016 Organizatsiya i provedenie rezhimnykh nablyudenij za sostoyaniem i zagryazneniem poverkhnostnykh vod sushi [Guidance document RD 52.24.309-2016 Organization and conduct of routine observations of the state and pollution of land surface waters]]. — Introduced 2017-04-03. — Rostov-Na-Donu: FGBU "GXI", 2016. — 104 P. [in Russian]
19. Kachestvo poverkhnostnykh vod Rossiiskoi Federatsii. Informatsiya o naibolee zagryaznennykh vodnykh ob"ektakh Rossiiskoi Federatsii (Prilozhenie k ezhegodniku za 2024 g.) [Quality of surface waters of the Russian Federation. Information on the most polluted water bodies of the Russian Federation (Appendix to the Yearbook for 2024)] / edited by M.M. Trofimchuk ; comp. by O.L. Romanyuk, I.P. Nichiporova, N.A. Lyampert et al. — Rostov-na-Donu : FSBI "Hydrochemical Institute", 2025. — 155 p. — ISBN 978-5-6046424-2-9. [in Russian]