

Арктика и Антарктика

Правильная ссылка на статью:

Чекмарева Д.П., Лобченко Е.Е., Романюк О.Л., Первышева О.А., Федотова О.Л. — Оценка влияния особенностей формирования водных ресурсов и качества поверхностных вод бассейна реки Лена // Арктика и Антарктика. – 2023. – № 2. DOI: 10.7256/2453-8922.2023.2.40906 EDN: HGACAL URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=40906

Оценка влияния особенностей формирования водных ресурсов и качества поверхностных вод бассейна реки Лена

Чекмарева Диана Петровна

ORCID: 0000-0003-2327-5085

младший научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт
344090, Россия, Ростовская область, г. Ростов-На-Дону, пр. Стачки, 198

✉ zeikan-diana@mail.ru



Лобченко Евгения Ефимовна

ORCID: 0000-0003-2728-4974

кандидат химических наук
ведущий научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт
344090, Россия, Ростовская область, г. Ростов-На-Дону, пр. Стачки, 198

✉ zeikan-diana@mail.ru



Романюк Оксана Львовна

ORCID: 0000-0003-1864-5045

кандидат географических наук
ведущий научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт
344090, Россия, Ростовская область, г. Ростов-На-Дону, пр. Стачки, 198

✉ rol_78@mail.ru



Первышева Ольга Александровна

ORCID: 0009-0005-0724-8652

старший научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт
344090, Россия, Ростовская область, г. Ростов-На-Дону, пр. Стачки, 198

✉ poa19544@mail.ru



Федотова Ольга Леонидовна

ORCID: 0009-0001-8615-7361

младший научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт
344090, Россия, Ростовская область, г. Ростов-На-Дону, пр. Стачки, 198

✉ ofedotova_81@mail.ru



[Статья из рубрики "Природные ресурсы Арктики и Антарктики"](#)

DOI:

10.7256/2453-8922.2023.2.40906

EDN:

HGACAL

Дата направления статьи в редакцию:

02-06-2023

Аннотация: Продолжающееся активное освоение природных ресурсов, изменяющиеся климатические условия (в том числе таяние вечной мерзлоты) Восточной Сибири обуславливают необходимость контроля изменения экологического состояния окружающей среды, одной из которых являются поверхностные воды. В системе Росгидромета создана и успешно функционирует сеть режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши Российской Федерации, обеспечивающая единство измерения содержания основных загрязняющих веществ в воде по единым методикам, аттестованным в соответствии с требованиями нормативных документов РФ и международных стандартов. В данной работе рассмотрено формирование качества поверхностных вод бассейна реки Лена в условиях нестационарных климатических процессов с одной стороны и антропогенной составляющей – с другой. На основе анализа статистически обработанных многолетних данных (2011-2021 гг.), полученных государственной наблюдательной сетью Росгидромета, дана оценка качества воды р. Лена и ее крупных притоков – рек Витим, Олекма, Алдан, Вилюй. Изучено пространственно-временное распределение характерных загрязняющих веществ в воде рек бассейна: органических веществ (по БПК₅ и ХПК), фенолов, нефтепродуктов, соединений железа, меди и цинка. Установлено, что в условиях Арктического климата сезонное распределение органических веществ в поверхностных водах проявлялось незначительно. Присутствие соединений тяжелых металлов в воде водных объектов бассейна р. Лена обусловлено преимущественно антропогенными источниками загрязнения. В многолетнем плане вода рек бассейна р. Лена оценивалась 3-м удовлетворительным классом качества.

Ключевые слова:

химический состав воды, качество поверхностных вод, загрязняющие вещества, бассейн реки Лена, притоки реки Лена, Республика Саха, загрязнение воды, многолетняя тенденция, динамика концентраций, оценка качества воды

Введение

Формирование водных ресурсов, а соответственно и качества поверхностных вод, бассейна р. Лена происходит под влиянием природных условий: физико-географические (резко континентальный климат, вечная мерзлота, длительный период ледостава, низкая самоочищающаяся способность и др.); гидрологические (изменения режима годового и межennaleго стока); климатические (потепление климата, сопровождающееся не только

ростом температуры, увеличением атмосферных осадков, но и существенным изменением годовых и сезонных значений речного и подземного стока). Значительную роль на изменение химического состава поверхностных вод бассейна р. Лена оказывает хозяйственная деятельность предприятий горно-, алмазо- и золотодобывающей, нефтегазовой, энергетической промышленности, энергетики, коммунальное и сельское хозяйство, водный транспорт, а также поступления загрязняющих веществ с прилегающих к населенным пунктам территорий.

Местоположение и природные условия

Изучаемая территория расположена в пределах северо-восточной части Азиатского материка и омывается на севере Восточно-Сибирским морем и морем Лаптевых. На западе территории находится Средне-Сибирское плоскогорье, на юге расположена Байкальская горноскладчатая область, а на востоке – Северо-Восточная. Приоритетными факторами, определяющими своеобразие климата, являются физико-географические условия территории: удаленность и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость со стороны Северного Ледовитого океана.

За счет сложного рельефа, резко континентального климата и наличия многолетней мерзлоты на территории получили распространение несколько видов почв [1, 2, 3]. В зоне средней тайги широко распространены перегнойно-карбонатные мерзлотные почвы. На высоких массивах и хребтах формируются каменистая тундра и каменистые россыпи. В горах в поясе тундр почвенный покров представлен маломощными горно-тундровыми торфянисто-болотными и глеевыми торфянисто-болотными почвами, в поясе лесов – горно-таежными торфянистыми тиксотропными почвами. Для межгорных понижений и речных долин характерна заболоченность почв [4]. Узкую прибрежную полосу, а также острова морей занимает тундра, выраженная особыми формами – арктическими пустынями, большая часть которых занята ледниками, фирновыми полями. На сухих надпойменных террасах рек Лена, Амга распространены лугово-черноземные почвы. Аллювиальные почвы покрывают пойменные террасы рек Лена, Алдан, Вилюй, Витим и др. [5]. Причинами своеобразия почвенного покрова и развития процессов засоления в таежно-лесной зоне являются сухость и резкая континентальность климата, засоленность некоторых почвообразующих пород, наличие мерзлоты и котловинный рельеф, способствующие континентальному соленакоплению [6].

Ввиду больших разнообразий в рельефе, обуславливающих в значительной степени особенности стока поверхностно-склоновых вод [7], исследуемая территория делится на три района:

- горная территория (бассейны верхнего и среднего течения рек Витим, Чара, Олекма, Алдан, исток р. Лена) – преобладают поверхностно-склоновые воды, контактирующие с продуктами выветривания горных пород, а также талые наледные воды;

- равнинная территория (бассейны верхнего течения и левых притоков среднего течения р. Лены, нижних течений рек бассейна р. Вилюй, а также рек Олекма, Витим, Чара) – химический состав зависит от почвенного покрова и от длительности контакта в зависимости от степени засоленности почв этих вод. Вследствие увеличения длительности контакта поверхностно-склоновых вод с почвенным покровом, минерализация русловых вод рек в подавляющем большинстве случаев выше, чем у горных. В период половодья на равнинной территории в питании значительное участие принимают высокоминерализованные подземные воды [8];

- Северо-Сибирская низменность (бассейны нижних и средних течений рек Яна, Индигирка, Анабар, Оленек) – русловая сеть этой территории в период половодья заполнена исключительно поверхностно-склоновыми водами, иногда смешиваясь с подземными.

В пределах изучаемой территории насчитывается свыше 571 тыс. рек, в том числе малых. Около 10 % территории занимают болота и заболоченные земли [\[4\]](#). Кроме воды рек, озер и болот имеются воды, находящиеся в виде современных ледников и наледей [\[5, 9, 10\]](#).

Половодье на реках чаще начинается в конце апреля – начале мая в южной части, в конце мая – начале июня – в северной, заканчивается в первой половине июня и примерно в середине июля соответственно. Продолжительность около 35-50 дней. В период весеннего половодья в русла многих рек, наряду с поверхностно-склоновыми и почвенно-поверхностными водами поступает значительное количество талых наледных вод. Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются преимущественно после освобождения рек ото льда, редко в период ледохода или при заторах льда.

Сразу после спада половодья обычно начинаются иногда накладывающиеся друг на друга и повторяющиеся 5-15 раз за летне-осенний период паводки, следуя один за другим с короткими промежутками. В период дождевых паводков преобладают поверхностно-склоновые воды, кроме того в русла рек поступают талые наледные воды и воды постоянно действующих источников. Летние паводки характерны для всех рек бассейна р. Лена, особенно для рек горных районов, где они обусловлены сильными дождями, таянием снега и ледников.

Межень теплой части года, продолжающаяся в среднем около 40 дней, до 80-90 дней на реках Центральной Якутии, но иногда она прерывается дождевыми паводками. В горных потоках межень выражена слабо, а в некоторые дождливые годы вообще отсутствует.

Питание в зимнюю межень происходит за счет подмерзлотных вод. Питание рек в период летне-осенней межени осуществляется преимущественно надмерзлотными водами. Минерализация и химический состав этих вод определяется минерализацией и химическим составом атмосферных осадков, инфильтрующихся в толщу сезонно протаивающего слоя, а также характером и степенью засоленности отложений этого слоя.

В формировании химического состава поверхностных вод верхнего и среднего течения р. Лена существенную роль оказывают подмерзлотные воды, расположенные в зоне ниже- и среднепалеозойских отложений, представленные в основном известняками и доломитами, среди которых нередко встречаются отложения каменной соли, гипса и ангидрита.

Климатические условия бассейна р. Лена характеризуются резкой континентальностью, проявляющуюся в больших амплитудах температуры воздуха: очень низкими зимними и высокими летними. В Центральной Якутии наблюдаются наибольшие амплитуды температуры воздуха; в горах и северных районах они уменьшаются. [\[6\]](#)

Устойчивые морозы на большей части территории к северу от р. Вилюй повсеместно начинаются в первой декаде октября, на юге – во второй декаде октября; в горных хребтах северо-востока наступают немного раньше – в третьей декаде сентября. Зима исключительно сурова, наиболее низких значений температура воздуха достигает в

январе.

Результаты исследований и обсуждение

С целью изучения пространственно-временных изменений содержания химических веществ в поверхностных водах бассейна р. Лена были использованы статистически обработанные гидрохимические данные за период 2011-2021 гг.

Для всего течения р. Лена характерно повышенное содержание в воде органических веществ (по ХПК и БПК₅), содержание которых было неравномерным как по течению, так и по значению среднегодовых концентраций. Органические вещества (по БПК₅) в пределах 2-3 ПДК наблюдали в верхнем течении у г. Киренск; в среднем – у г. Покровск; в нижнем течении отмечали единичные случаи у с. Кюсюр. Наиболее высокое содержание органических веществ (по ХПК) отмечено во всех пунктах наблюдений в верхнем и среднем течении, в нижнем течении только у с. Жиганск (рис. 1). При этом максимальные концентрации органических веществ (по БПК₅) по всему течению реки за исследуемый период изменялись от 1,60 мг/л до 6,46 мг/л (у г. Олекминск в 2012 г.).

Повышенные концентрации органических веществ (по ХПК) от 19,2 мг/л до 93,1 мг/л отмечались в верхнем течении у р.п. Качуг в 2017 г., у г. Олекминск – 97,1 мг/л в 2019 г. и 81,6 мг/л в 2021 г.; в среднем течении у г. Покровск в интервале 51,5-90,7 мг/л в течение 2013-2021 гг.; в нижнем течении – от 49,7 мг/л до 70,1 мг/л у мкр. Кангалассы в 2012-2019 гг.

Наличие повышенных концентраций в поверхностных водах бассейна р. Лена органических веществ (по БПК₅ и по ХПК) вероятнее всего обусловлено природными условиями формирования качества воды. Следует отметить, что содержание органических веществ в поверхностных водах бассейна р. Лена мало подвержено сезонным колебаниям. Вероятнее всего значительное влияние на изменения концентраций органических веществ оказывает гидрологический режим, а также поступление загрязняющих веществ со сточными водами предприятий, расположенных в бассейне реки.

Характерными загрязняющими веществами в верхнем течении р. Лена (до впадения р. Витим) на участке р.п. Качуг – г. Киренск являются органические вещества (по БПК₅ и ХПК), в отдельные годы фенолы и соединения меди (рис. 2). В верхнем течении изучаемой реки льяльные воды с судов речного флота, сточные воды портов, судоверфей, судоремонтного завода в г. Киренск [\[11\]](#), золотодобывающие предприятия, осуществляющие водопользование в бассейне р. Лена являются основными источниками загрязнения воды [\[12\]](#).

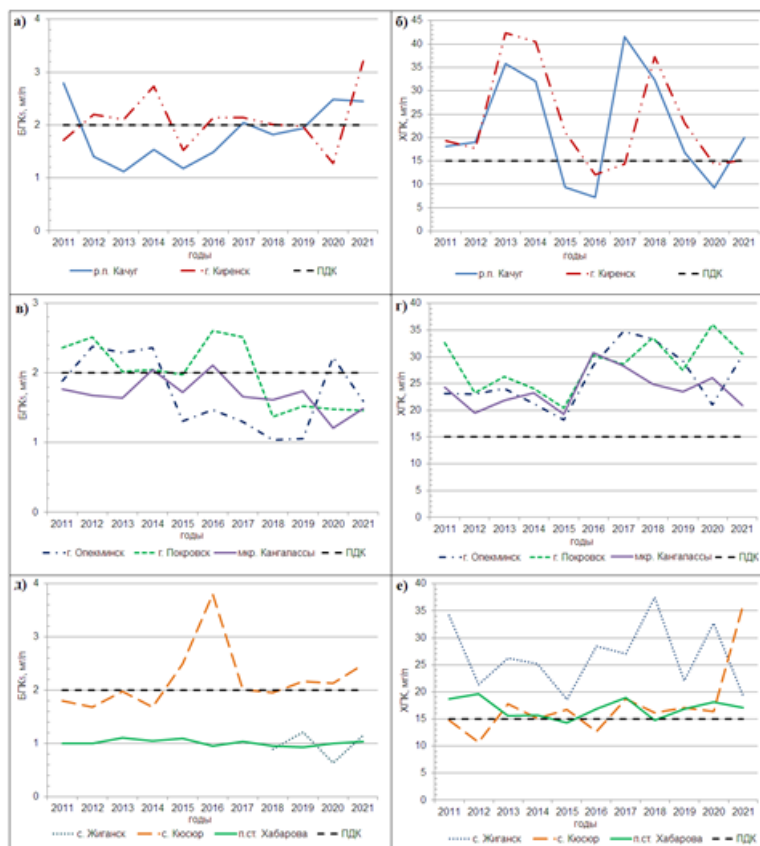


Рис. 1. Изменение среднегодовых концентраций органических веществ по течению р. Лена: верхнее – а) по БПК₅, б) по ХПК; среднее – в) по БПК₅, г) по ХПК; нижнее – д) по БПК₅, е) по ХПК.

Среднегодовые концентрации органических веществ (по БПК₅) колебались в пределах 1,12-3,21 мг/л, органических веществ (по ХПК) – 7,20-42,4 мг/л, фенолов – 0-3 ПДК, соединений меди – ниже ПДК-3 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК составляла 25-50 % от числа отобранных проб воды. Комплексная оценка качества воды р. Лена в верхнем течении свидетельствует, что вода в большинстве наблюдаемых лет характеризовалась как «слабо загрязненная»; ухудшаясь до уровня «загрязненная» – в 2012 г. в створе ниже р.п. Качуг, в 2012, 2013, 2018, 2020 гг. в створе ниже г. Киренск; улучшаясь в отдельные годы до «условно чистой» – в 2015 и 2016 гг. в створе ниже р.п. Качуг, в 2020 г. в створе ниже г. Киренск (рис. 4). Хорошее качество воды обусловлено низким (в пределах 20-25 %) числом случаев превышения ПДК характерных загрязняющих химических веществ в воде.

На формирование химического состава воды в среднем течении реки Лена (от устья р. Витим до р. Алдан) существенное влияние оказывают карбонатные породы, содержащие пласты, слои и прослои гипса, ангидрита и каменной соли [5]. Вода притоков среднего течения р. Лена характеризуется разнообразным химическим составом.

Для среднего течения реки (от устья р. Витим до р. Алдан) на участке г. Олекминск – мкр. Кангалассы, как и для верхнего течения характерного уровня загрязненности воды достигали не только органические вещества (по БПК₅ и ХПК), фенолы и соединения меди, но и к ним добавлялись в большинстве створов соединения железа и цинка (рис. 3); реже соединения марганца (в районе мкр. Кангалассы).



Рис. 2. Изменение среднегодовых концентраций по течению р. Лена: верхнее – а) фенолы, б) соединений меди; среднее – в) фенолы, г) соединений меди; нижнее – д) фенолы, е) соединений меди.

Загрязнение воды р. Лена в среднем течении формируется за счет коммунально-бытовых и промышленных сточных вод предприятий и организаций прилегающих городов; стоков с судов речного флота, портов, судоходства, рыбного хозяйства, промывных и карьерных вод, сточных вод горно- и золотодобывающих предприятий, осуществляющих водопользование на притоках реки [13, 14]. Эксплуатируемые очистные сооружения не всегда находятся в исправном состоянии, в результате в р. Лена сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды (порядка 40-51 %) [15].

Среднегодовые концентрации на участке г. Олекминск – мкр. Кангалассы (среднее течение реки) органических веществ (по БПК₅) колебались в пределах 1,06-2,61 мг/л, органических веществ (по ХПК) – 18,2-36,1 мг/л, фенолов – ниже ПДК-7,6 ПДК, соединений меди – 0-4,5 ПДК, соединений железа – ниже ПДК-1,9 ПДК, соединений цинка – ниже ПДК-4 ПДК, соединений марганца – ниже ПДК-3 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК была в пределах 50-100 % от числа отобранных проб воды. (рис. 3)

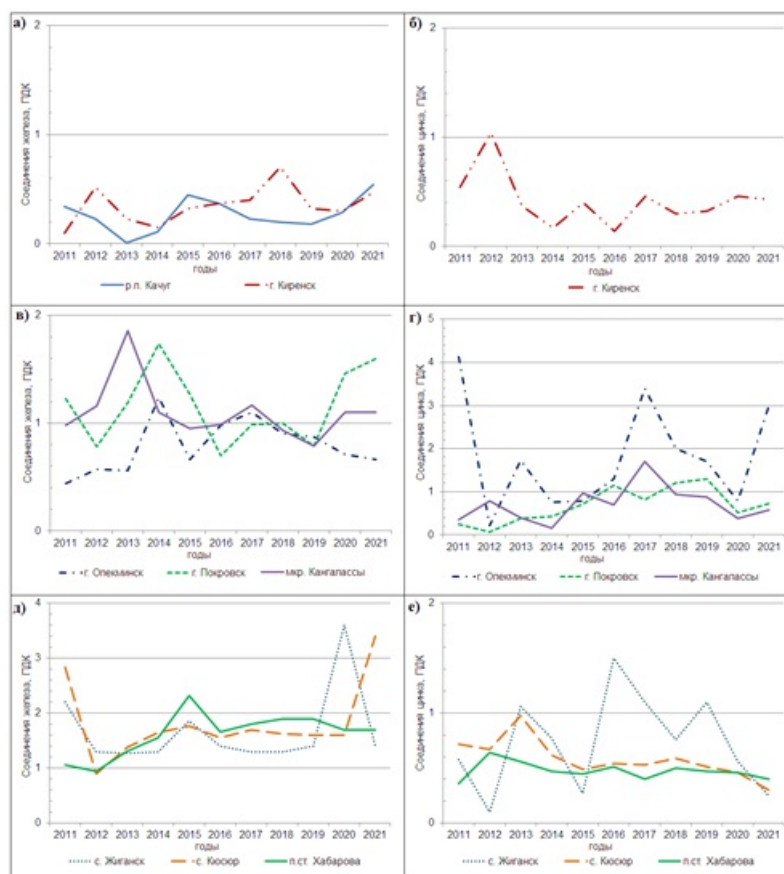


Рис. 3. Изменение среднегодовых концентраций по течению р. Лена: верхнее – а) соединений железа, б) соединений цинка; среднее – в) соединений железа, г) соединений цинка; нижнее – д) соединений железа, е) соединений цинка.

Вода р. Лена в створах среднего течения за период 2011-2021 гг. по качеству стабильно оценивалась 3-м классом («загрязненная» или «очень загрязненная»). В створе ниже г. Олекминск в 2011 г. качество воды характеризовалось 4-м классом («грязная» вода); улучшалось в 2013 г. до уровня «слабо загрязненной» в створе ниже с. Старая Табага.

Основным источником питания р. Лена в нижнем течении (ниже устья р. Алдан) на участке с. Жиганск – п.ст. Хабарова являются поверхностные и надмерзлотные воды, которые просачиваются через сквозные подрусловые талики, трещиноватые зоны и реже по тектоническим трещинам. Широкое развитие мощной толщи многолетней мерзлоты [9, 10] на данной территории значительно затрудняет связь поверхностных вод с подземными. Вследствие чего роль подземных вод в стоке реки крайне ограничена, поэтому и влияние этих вод на химический состав речной воды ничтожно [8]. Так как надмерзлотные воды существуют в жидком состоянии ограниченное время в году, состав воды в нижнем течении р. Лена определяется в значительной мере составом транзитных вод верхнего и среднего течения, а также наиболее крупных на этом участке реки притоков – рек Вилюй и Алдан. [5, 16]

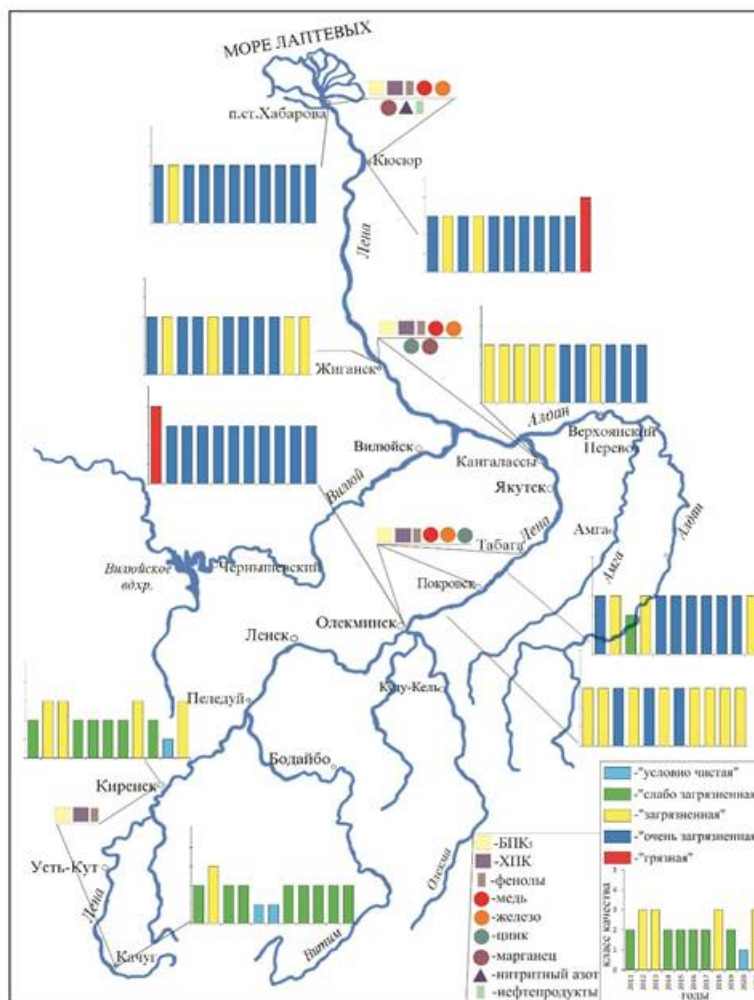


Рис. 4. Динамика качества воды и распределение наиболее распространенных загрязняющих веществ (по среднегодовым концентрациям) в воде по длине р. Лена в течение 2011-2021 гг.

Характерными загрязняющими веществами для нижнего течения реки Лена являются органические вещества (по БПК₅ и ХПК), фенолы, соединения меди, железа, цинка и марганца, в отдельные годы нитритный азот и нефтепродукты. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ колебались в пределах: органических веществ (по БПК₅) – 0,63-3,80 мг/л, (по ХПК) – 10,7-37,5 мг/л, фенолов – 1,7-5 ПДК, нитритного азота – 1-3 ПДК, нефтепродуктов – ниже ПДК-2 ПДК; соединений железа – 1-3,6 ПДК, меди – 0-5,7 ПДК, цинка – ниже ПДК-1,5 ПДК, марганца – 2-4 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК составляла 50-100 % от числа отобранных проб воды. В многолетнем плане вода верхнего течения и устьевое участка реки Лена в рассматриваемый период 2011-2021 гг. оценивалась как «загрязненная» и «очень загрязненная», ухудшаясь до уровня 4-го класса («грязная») – в 2021 г. в створе ниже с. Кюсюр (рис. 4) – в результате увеличения числа случаев превышения ПДК органических веществ (по ХПК) от 60 % до 100 % и соединений железа от 80 % до 100 %.

Притоки р. Лена

Наиболее крупные правые притоки реки Лена – р. Витим, р. Олекма, р. Алдан; левые – р. Вилуй. [17] Основными источниками загрязняющих веществ воды бассейна рек Витим и Олекма являются сточные воды предприятий золотодобычи и шахтные воды. В

бассейне реки Алдан расположены многочисленные горнодобывающие предприятия, перерабатывающие руды различных металлов; имеются достаточно крупные золотоносные месторождения, а также залежи каменного угля и слюды. Основными источниками загрязнения воды бассейна р. Вилюй являются сточные воды энергетической промышленности, коммунального хозяйства, алмазодобычи, водного транспорта; а также расположенные по берегу объекты сельского хозяйства, газо- и нефтедобывающей промышленности. [11, 13]

Для изучаемых притоков в большинстве створов характерна загрязненность органическими веществами (по ХПК), фенолами, соединениями железа, меди и цинка, концентрации которых превышали ПДК в 50 % и выше от числа отобранных проб воды; в отдельные годы в некоторых створах к характерным загрязняющим веществам относились органические вещества (по БПК₅). Наиболее напряженное экологическое состояние в воде р. Олекма, особенно в верхнем течении (в черте с. Усть-Нюкжа), где характерного уровня загрязненности достигали не только выше перечисленные вещества, но и аммонийный азот, соединения марганца и алюминия, повторяемость случаев превышения ПДК которыми наблюдалось в каждой отобранной пробе воды.

В многолетнем плане (2011-2021 гг.) вода крупных притоков р. Лена оценивается 3-м классом качества («загрязненная» или «очень загрязненная»). Наиболее загрязнены правые притоки – р. Олекма и р. Алдан, где вода в основном характеризовалась 3-м классом разряда «б», как «очень загрязненная»; ухудшаясь до 4-го класса разряда «а» («грязная») в верхнем течении р. Олекма в черте с. Усть-Нюкжа в 2016-2021 гг., в верхнем течении р. Алдан ниже г. Томмот в 2014 г. Качество воды р. Витим и р. Вилюй [21] стабильно сохраняется на уровне 3-го класса, ухудшаясь или улучшаясь от разряда «а» («загрязненная») до разряда «б» («очень загрязненная») (табл. 1). Таким образом, происходит ухудшение качества воды в среднем и нижнем течении р. Лена, после впадения в нее притоков.

Таблица 1. Качество воды и характерные загрязняющие вещества воды отдельных створов притоков р. Лены за период 2011-2021 гг.

№ п/п	Водный объект	Створ	Класс качества за период 2011-2021 гг.	Характерные загрязняющие вещества
1.	р. Витим	ниже с. Романовка (верхнее течение)		Органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, цинка
2.	р. Олекма	в черте с. Усть-Нюкжа (верхнее течение)		Органические вещества (по ХПК), аммонийный азот, соединения железа, цинка, меди, марганца, алюминия
3.	р. Олекма	выше с. Куду-Кель (нижнее течение)		Органические вещества (ХПК), фенолы, соединения железа, меди, цинка
		ниже г. Томмот		Органические вещества (по ХПК), фенолы,

4.	р. Алдан	(верхнее течение)		соединения цинка, железа, меди
5.	р. Алдан	з.с. Верхоянский Перевоз (нижнее течение)		Органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения цинка, железа, меди
6.	р. Вилюй	ниже п. Чернышевский (верхнее течение)		Органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения железа, меди
7.	р. Вилюй	ниже г. Вилюйск (нижнее течение)		Органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения железа, меди
Условные обозначения:			 "слабо загрязненная" вода  "загрязненная" вода  "очень загрязненная" вода  "грязная" вода	

Выводы

1. Различные физико-географические, гидрологические и климатические процессы, а также антропогенное воздействие оказывают значительное влияние на качество и химический состав воды реки Лена и ее бассейна. С целью отслеживания изменений, происходящих в этих условиях, следует проводить постоянный мониторинг, что позволит сделать прогнозы развития экологических ситуаций с учетом внутренних и внешних факторов. Необходимо проводить комплексный анализ многолетних данных по оценке водной среды особенно в условиях Арктического климата.

2. В условиях постепенно нарастающего освоения золоторудных и россыпных месторождений на территории Республики Саха (Якутия) и увеличение максимального количества добычи золота за 100-летний период [18] происходит постепенная трансформация гидролого-гидрохимического состояния водной среды бассейна р. Лена.

3. Пространственно-временное распределение характерных загрязняющих веществ в воде рек бассейна р. Лена обусловлено особенностями формирования водных ресурсов в современных сложных природно-климатических условиях. Изменение водности рек бассейна р. Лена в первую очередь определяется степенью активности местного циклоногенезиса, который является основным фактором колебания водности рек бассейна и изменением количества осадков, это явление имеет место как в маловодные, так и многоводные годы [14].

4. Для территории бассейна р. Лена, особенно в нижнем течении, характерна высокая заболоченность. Вероятно, в связи с потеплением климата [19], болотные комплексы служат дополнительным источником появления в химическом составе поверхностных вод бассейна органических веществ (по ХПК и по БПК₅), содержание которых в концентрациях, превышающих ПДК, обнаружены по всему течению реки Лена; при этом максимальные концентрации органических веществ (по ХПК) в разные годы достигали 36,9-90,7 мг/л, органических веществ (по БПК₅) соответственно 3,93-3,86 мг/л.

5. В условиях Арктического климата сезонное распределение органических веществ в поверхностных водах проявлялось незначительно.
6. Наличие в поверхностных водах бассейна р. Лена фенолов, нефтепродуктов, соединений металлов вероятнее всего свидетельствует о значительной роли антропогенной составляющей в формировании химического состава речной воды.
7. Анализ динамики качества воды по течению р. Лена выявил ухудшение качества воды в среднем и нижнем течении, после впадения в нее крупных притоков; за многолетний период (2011-2021 гг.) отмечено ухудшение воды реки до 4-го класса качества («грязная») [20].
8. В течение 2011-2021 гг. вода рек бассейна р. Лена в большинстве лет оценивалась 3-м удовлетворительным классом качества.

Библиография

1. Чевычелов А. П., Алексеев А. А., Ермолаева С. В. Генезис, классификация и разнообразие мерзлотных почв Центральной Якутии // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала (Иркутск, 23–29 августа 2021 года) – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2021. С. 201-205.
2. Чевычелов А. П., Алексеев А. А., Ермолаева С. В. Разнообразие мерзлотных почв Центральной Якутии // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: Материалы IV Всероссийской конференции с международным участием, посвященной году науки и технологий в Российской Федерации и 40-летию Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ, 15–18 июня 2021 года) – Улан-Удэ: Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2021. С. 515-517.
3. The Far North: Plant biodiversity and Ecology of Yakutia. Plant and Vegetation 3. Springer Science + Business Media B.V., 2010. 390 p. DOI: 10.1007/978-90-481-3774-9.
4. Pastukhov A., Marchenko-Vagapova T., Loiko S., Kaverin D. Vulnerability of the Ancient Peat Plateaus in Western Siberia // Plants. MDPI AG. 2021. <http://dx.doi.org/10.3390/plants10122813>.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Под ред. Протасьева М.С. Л.: Гидрометеиздат, 1972. Т. 17. 651 с.
6. Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель. АСТ, 2011. 632 с.: А92 карт., илл.
7. Научно-прикладной справочник: Многолетние колебания и изменчивость водных ресурсов и основных характеристик стока рек Российской Федерации. СПб.: ООО «РИАЛ», 2021. 190 с.
8. Шепелев В.В., Павлова Н.А. Основные составляющие подземного питания рек Якутии // Наука и образование, 2014. № 2. С. 117–120.
9. Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I., Shestakova A.A., Varlamov S.P., Zheleznyak M.N., Shepelev V.V. et al. Permafrost-Landscape Map of the Sakha (Yakutia) on Scale 1:1,500,000 // Geosciences, 2018. 8, 465. 17 p. DOI:10.3390/geosciences8120465

10. Fedorov A.N. Permafrost Landscape Research in the Northeast of Eurasia // Earth, 2022. Vol. 3(1). P. 460–478. DOI: 10.3390/earth3010028
11. Ежегодник «Качество поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий на территории деятельности ФГБУ «Иркутское УГМС» за 2021 г. Иркутск, 2022. С. 46-47, 68-70.
12. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области в 2021 году. Ижевск: ООО «Принт», 2022. 252 с.
13. Ежегодник «Качество поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий на территории деятельности ФГБУ «Якутское УГМС» за 2021 г. Ч.1. Якутск, 2022. 435 с.
14. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2021 году». Министерство охраны природы Республики Саха (Якутия). Якутск, 2022. 776 с.
15. Роднина Н.В., Соломонов А.И. Экологическая ситуация в Республике Саха (Якутия) // Академический вестник Якутской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № (20). С. 51-57.
16. Водные ресурсы России и их использование. Под ред. Шикломанова И.А., ГГИ, СПб, 2008. С. 94-95.
17. Ежегодник «Качество поверхностных вод Российской Федерации за 2021 год». Ростов-на-Дону: ГХИ, 2022. 620 с.
18. Батугина Н. С., Ноговицын Р. Р. Добыча золота в Республике Саха (Якутия). Тенденции и перспективы развития // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2021. № 1-6(175). С. 75-80.
19. Иванов В. А., Рожин И. И. Моделирование деградации многолетнемерзлых пород при потеплении климата в условиях Центральной Якутии на ближайшие 300 лет // Современные наукоемкие технологии, 2021. № 10. С. 41-47. DOI 10.17513/snt.38852.
20. Чекмарева Д.П., Лобченко Е.Е. Динамика уровня загрязненности воды реки Лена за период 2012-2021 гг. // Природно-ресурсный потенциал и экологическая реабилитация деградированных ландшафтов / Сборник материалов Международной научно-практической конференции (Грозный, 17 – 18 марта 2023 г.). Грозный: издательство ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», 2023. С. 344-347. DOI: 10.36684/86-1-2023-344-347.
21. Чекмарева Д.П., Романюк О.Л. Современное состояние уровня загрязненности воды бассейна реки Вилюй. // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты / Материалы Национальной научно-практической конференции (16 марта 2023 года). Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2023. С. 257-261.

Результаты процедуры рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Предмет исследования являются, по мнению автора, оценка влияния особенностей формирования водных ресурсов и качества поверхностных вод бассейна реки Лена. Методология исследования, в статье не указаны, но исходя из анализа статьи можно сделать вывод о использовании методов химического анализа макроэлементного состав

в мерзлых породах, а также анализ литературных данных. Судя по иллюстративным материалам автором предпринят анализ с целью изучения пространственно-временных изменений содержания химических веществ в поверхностных водах бассейна р. Лена, были использованы статистически обработанные гидрохимические данные за период 2011-2021 гг.

Актуальность затронутой темы безусловна и состоит в получении информации о значительном влиянии на качественный и химический состав вод бассейна реки Лена. С целью отслеживания изменений, происходящих в этих условиях, констатируется необходимость проведения постоянного мониторинга, что позволит сделать прогнозы развития экологических ситуаций с учетом внутренних и внешних факторов. Необходимо проводить комплексный анализ многолетних данных по оценке водной среды особенно в условиях Арктического климата в условиях постепенно нарастающего освоения золоторудных и россыпных месторождений на территории Республики Саха (Якутия).

Научная новизна заключается в попытке автора статьи на основе проведенных исследований сделать вывод об сопоставлении изменчивости состава вод понять механизм реакции на изменение погодно-климатических условий и геохимической миграции микроэлементов. Автором сделан вывод о распределении характерных загрязняющих веществ в воде рек бассейна р. Лена, обусловленными особенностями формирования водных ресурсов в современных сложных природно-климатических условиях.

Стиль, структура, содержание стиль изложения результатов достаточно научный. Статья снабжена богатым иллюстративным материалом, отражающим процесс образования загрязнения в воде и особенностями стока. Автор оформлением табличный материал в форме графиков и диаграмм, что позволило повысить наглядность и аргументированность представленных материалов.

Однако есть ряд вопросов, в частности:

Автору статьи следовало бы выделить разделы статьи для лучшего восприятия кроме целевой установки указать методы исследования и задачи.

Автору статьи необходимо генерализировать представленную информацию, убрав из содержания статьи излишнее цитирование, например дважды процитированы литературные источники в заключении и выводах по материалам исследования, необходимо указать авторский вклад при составлении рисунков и диаграмм.

Библиография весьма исчерпывающая для постановки рассматриваемого вопроса, но не содержит ссылки на нормативно-правовые акты и методические рекомендации по геохимическому анализу особенности вод и источников загрязнения.

Апелляция к оппонентам представлена в выявлении проблемы на уровне имеющейся информации, полученной автором в результате анализа.

Выводы, интерес читательской аудитории в выводах есть обобщения, позволившие применить полученные результаты. Целевая группа потребителей информации в статье не указана.