

ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ЭЛЬГИНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ноговицын Д. Д., Николаева Н. А., Пинигин Д. Д.

ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова» Сибирского отделения Российской Академии наук (ИФТПС СО РАН, г. Якутск,) Россия, (677007), г. Якутск, ул. Октябрьская, 1), e-mail: nna08482@mail.ru

Разработка крупнейшего в России Эльгинского угольного месторождения в бассейне р. Учур неизбежно приведет к изменениям в окружающей природной среде, к экологическим и социально-экономическим последствиям. Для оценки изменения состояния водных объектов угледобывающего комплекса и подсчета эколого-экономического ущерба необходимы исследования текущих гидрологических и гидрохимических показателей рек и озер. В связи с этим были определены основные гидрологические характеристики и дана оценка современного гидрохимического состояния водных объектов зоны влияния ЭУМ. В ходе полевых обследований были отобраны пробы воды и донных отложений, по результатам химического анализа которых выявлено превышение фоновых и предельно-допустимых концентраций взвешенных и органических веществ, биогенных элементов, фенолов, ПАВ и микроэлементов. Определено, что повышенное содержание взвешенных веществ в воде р. Алгомы является следствием техногенного влияния разработки угольного месторождения.

Ключевые слова: гидрология, гидрохимия, ЭУМ, изменения окружающей среды.

HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CONDITION OF SURFACE WATER OF AFFECTED AREA OF THE ELGA COAL DEPOSIT

Nogovitsyn D. D., Nikolaeva N. A., Pinigin D. D.

The V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North, Siberian Branch of the Russian Academy of Science (IPTPN SB RAS), Yakutsk, Russia, (677007, Yakutsk, Oktyabrskaya str., 1), e-mail: dnogovitsyn@yandex.ru

Developing of the largest Russian Elga coal deposit laying on the basin of the Uchur River will inevitably lead to environmental changes, environmental and socio-economic consequences. Study of current hydrological and hydrochemical condition of rivers and lakes is necessary for water objects condition change assessment and calculation of ecological and economic damage. In this connection, main hydrological features have been identified, and modern hydrochemical condition of water objects of affected area of the Elga coal deposit has been assessed. Water and sediment examples were selected during field surveys, the results of the chemical analysis revealed excess of background and maximum permissible concentrations of suspended and organic matter, nutrients, phenols, anionic surfactants and micronutrients. The high content of suspended solids in the water of the river was determined as a consequence of anthropogenic influence of the coal deposit development.

Key words: hydrology, hydrochemistry, ECD, environmental change.

Разработка крупнейшего Эльгинского угольного месторождения (ЭУМ), расположенного в юго-восточной части Якутии и имеющего важное стратегическое значение для экономики Дальнего Востока и России, началась в 2011 году. Разработка месторождения на неосвоенной труднодоступной территории с суровыми природно-климатическими условиями повлечет за собой неизбежное нарушение экологической обстановки. В связи с этим представляется целесообразным изучение современного состояния водных ресурсов зоны влияния ЭУМ для дальнейшей оценки изменения их состояния при увеличении добычи угля и усилении антропогенного пресса.

Целью работы является оценка современного гидрологического и гидрохимического состояния водных объектов зоны влияния разработки Эльгинского угольного месторождения.

Объектами исследования выбраны реки: Алгома, Ундытын, Ундыткан, Мулам, Укикит, Утук и озеро Б. Токо, испытывающие негативное воздействие Эльгинского угольного разреза.

Гидрологическое состояние. Для оценки изменения состояния водных объектов необходимы исследования их текущих гидрологических и гидрохимических характеристик [3]. Реки Алданского нагорья носят горный характер, имеют глубокие и узкие, преимущественно беспойменные долины. Склоны рек узкие, русла каменистые.

Весеннее половодье не отличается по конфигурации от летних дождевых паводков. Весенний резкий пик половодья с крутыми подъемами и спадами сменяется целым рядом паводочных пиков, вызываемых таянием снега на высокогорных частях бассейна и интенсивным выпадением осадков.

По типу питания р. Алгома и ее правые притоки относятся к рекам со смешанным питанием, на которых максимумы могут быть как снегового, так и дождевого происхождения. Наибольшие весенние уровни и расходы обычно или равны дождевым максимумам или уступают примерно в 1,5 раза, а в отдельные годы и более. Самые высокие уровни и расходы за весь период наблюдений чаще принадлежат дождевым паводкам [5].

Весеннее половодье на реках Алданского нагорья обычно начинается в первой декаде мая. Наивысшие уровни весеннего половодья наблюдаются преимущественно после освобождения реки ото льда, но нередко имеют место и в период ледохода. На малых водотоках ледоход отсутствует, лед тает на месте. Заканчивается половодье обычно во второй половине июня.

Паводки чаще всего формируются вслед за половодьем. Количество летне-осенних дождевых паводков на реках рассматриваемой территории может достигать более 10.

Межень на этих реках выражена слабо, а в отдельные дождливые годы вообще – отсутствует. Зимняя межень длится около 6 месяцев и совпадает с периодом ледостава.

Для региона характерна тесная взаимосвязь поверхностных и подземных вод, осуществляемая главным образом через талики различных типов, одним из результатов которого является образование наледей. Основным источником питания наледей являются подземные воды.

Ледяной покров формируется из шуги и поэтому отличается большой шероховатостью нижней поверхности и значительной торосистостью верхней. Суровые климатические условия зимнего периода способствуют интенсивному нарастанию ледяного покрова на

реках. Наибольшая интенсивность нарастания льда наблюдается в первые месяцы ледостава главным образом за счет промерзания шуги. В марте интенсивность роста льда значительно снижается.

Годовой сток. Для расчета нормы стока и коэффициента вариации были использованы карты нормы годового стока и коэффициента изменчивости рек зоны БАМ [2]. По величине среднего годового стока рассматриваемая территория относится к зоне повышенного стока (13,0–14,0 л/с км²).

В горных районах величина годового стока изменяется с высотой местности, что обуславливается режимом атмосферных осадков и величиной испарения.

Для водотоков характерна крайняя неравномерность распределения стока внутри года – отсутствие стока зимой и повышенная водность в теплый сезон. За весенне-летний сезон (V–XI) проходит около 96 % общего годового стока, на осень (X) приходится 3–4 %. Зимой (XI–IV) – 0,5–1 % приходятся на первые три месяца зимы. Величина максимального стока р. Ундытын 1 %-ой обеспеченности, рассчитанная по [4], составила 184 м³/с, минимального – 75 %-ой обеспеченности – 2,45 м³/с.

Гидрохимическое состояние. Гидрохимическое состояние рек формируется в результате взаимодействия многих факторов: воздействия материнских пород русла; внутриводоемных и придонных биохимических процессов, связанных взаимодействием с почвогрунтами, растительностью, зоо- и фитопланктоном; воздействия притоков и осадков; различных гидрологических процессов; антропогенного воздействия и смыва с водосборной площади.

В ходе экспедиционных работ в межень период (август) было проведено исследование гидрохимического состояния междуречья рек Алгомы и Мулам, расположенного в бассейне р. Учур. Местоположение отбора проб охватило две зоны – в районе устья р. Ундытын, вторая – в районе оз. Бол. Токо.

Отбор проб воды на химический анализ производился согласно ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб», введенному 1 июля 2001 г. Постановлением Госстандарта РФ от 21 апреля 2001 г. № 117 – ст. Донные отложения отбирались по ГОСТ 17.1.5. – 85.

Были определены компоненты гидрохимического состава воды, характеризующие: физические свойства (запах, прозрачность, водородный показатель, взвешенные вещества, жесткость), солевой состав (хлориды, сульфаты, кальций, магний, натрий, калий, гидрокарбонаты, сухой остаток), биогенный состав (аммонийный азот, нитриты, нитраты, фосфаты, железо), загрязняющие вещества органического происхождения (ХПК, фенолы, нефтепродукты, АПАВ), а также тяжелые металлы (медь, цинк, фтор, марганец, стронций,

барий, литий). На основе результатов лабораторного определения химического состава проб воды и донных отложений, а также анализа превышений предельно-допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК_{рх}) дана оценка современного гидрохимического состояния воды исследуемых водных объектов.

Физические свойства. Вода в обследованных пробах не имеет запаха (0), очень мягкая (от 0,26 ммоль экв/ дм³ до 0,46 ммоль экв/ дм³), прозрачная (<30 см), кроме точек в зоне устья р. Ундыткан на р. Алгоме, где прозрачность снижается. Водородный показатель всех водных объектов находится в пределах 6,5–7,5, что соответствует нейтральной воде и находится в пределах допустимой концентрации для водоемов рыбохозяйственного значения. Взвешенные вещества (ПДК_{рх} = фон + 0,25 мг/дм³) во всех пробах составляют от 3 до 13 мг/дм³. При этом наибольшее количество взвешенных веществ наблюдалось на р. Алгоме ниже устья р. Ундытын, где количество взвешенных веществ составляло 13 мг/дм³ при фоновом значении 5 мг/дм³ выше устья р. Алгомы и в устье р. Ундытын (12 мг/дм³), что выше фонового значения, равного 11 мг/дм³ выше устья р. Ундытын. В остальных пробах превышений по взвешенным веществам не обнаружено.

Минерализация. Основным источником питания исследуемых водотоков являются воды, формирующиеся непосредственно на поверхности водосбора. Минерализация воды всех водотоков малая, по классификации [1] воды рек бассейна Алгомы относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция. В период половодья, по данным Якутского УГКС, иногда преобладают сульфатные анионы. Минерализация по сухому остатку во всех точках не превышает как ПДК_{рх}, так и ПДК_{общ}, равные 1000 и 1500 мг/дм³ соответственно и составляет от 73 мг/дм³ в верховьях р. Ундыткан до 91 мг/дм³ на р. Алгоме в 500 м от устья. В солевом составе воды всех водных объектов среди катионов преобладающим является ион кальция – от 6,8 мг/дм³ на р. Алгоме в 500 м выше устья до 4,12 мг /дм³ в верховьях р. Ундыткан при ПДК_{рх}, равной 180 мг/дм³. В анионном составе преобладающим является гидрокарбонат-ион – до 74,75 мг/дм³. Содержание солей натрия, калия, сульфатов, хлоридов, магния во всех пробах воды значительно ниже предельно-допустимых концентраций. В целом изменчивость содержания главнейших ионов во всех обследованных объектах незначительная.

Биогенные вещества. Ввиду географической приуроченности северные реки характеризуются малым содержанием биогенных веществ. В воде обследованных водных объектов общее содержание биогенных веществ незначительно, что может быть связано со слабым развитием фитопланктона, что характерно для горных рек с низкой температурой и повышенной глубиной.

Аммонийный азот. Отмечено превышение допустимого содержания аммонийного азота в пяти пробах, взятых в различных местах. Так, наибольшее содержание аммиака ($3,1 \text{ мг/дм}^3$) обнаружено в пробе, отобранной на оз. Бол. Токо в устье р. Утук, что составляет более 6 ПДК_{рх}. Значительное количество аммонийного азота ($2,63 \text{ мг/дм}^3$), обнаружено в пробе, отобранной в верховьях р. Ундыткан, составляющей более 5 ПДК_{рх}. Также повышенное содержание аммиака содержат пробы воды в точках, расположенных на р. Укикит ($1,08 \text{ мг/дм}^3$) – более 2 ПДК_{рх}, на р. Эльге и р. Мулам выше устья р. Эльги – более ПДК_{рх}. Во всех остальных обследованных реках содержание аммиака не превышает допустимых пределов.

Нитриты. Присутствие нитритов связано с потреблением их фитопланктоном, указывает на усиление процессов разложения органического вещества и является одним из показателей загрязнения. В воде исследованных объектов содержание нитритов составляло в среднем $0,02 \text{ мг/дм}^3$, что меньше ПДК_{рх}, равной $0,08 \text{ мг/дм}^3$, и является признаком отсутствия свежего загрязнения.

Нитраты. В воде исследованных рек содержание нитратов в среднем составляет незначительное количество, приблизительно $0,8 \text{ мг/дм}^3$, что намного меньше ПДК_{общ}, равной 40 мг/дм^3 и ПДК_{рх}, равной 45 мг/дм^3 и свидетельствует об отсутствии органического загрязнения. Только в пробе из точки 6 (оз. Бол. Токо, устье р. Утук) обнаружено повышенное содержание нитритов – $6,35 \text{ мг/дм}^3$.

Фосфаты. В поверхностные воды соединения фосфора поступают в результате жизнедеятельности водных организмов, их отмирания, растворения ортофосфатов, содержащихся в породах, а также с водосборной площади.

Содержание фосфатов во всех пробах находится практически на одном уровне ($<0,05 \text{ мг/дм}^3$), что значительно ниже допустимых концентраций.

Железо. Основными источниками соединений железа в воде являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Кроме того, железо может появиться в результате поступления со сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также с подземными водами. Повышенное содержание железа ухудшает органолептические свойства воды.

Содержание этого вещества в водах исследуемого региона превышает ПДК_{рх}, равную $0,1 \text{ мг/дм}^3$ во всех пробах, и колеблется от 2,8 ПДК_{рх} в оз. Бол. Токо до 24 ПДК_{рх} в р. Мулам выше устья р. Эльги. Повышенное содержание железа отмечено также в р. Алгоме ниже устья р. Ундытын.

Загрязняющие вещества органического происхождения. По результатам анализа выявлено, что содержание органического вещества в большинстве обследованных объектов

при ПДК_{рх} =15 мг/дм³ превышает установленные нормы. Так, наименьшее значение ХПК отмечено на р. Укикит выше устья – 16,3 мг/дм³, что немного больше ПДК, наибольшее – на р. Мулам ниже устья р. Эльга (51,7 мг/ дм³), что составляет более 3 ПДК. Среднее значение величины ХПК, превышающее допустимые пределы, составляет 30,4 мг/дм³ и соответствует 2 ПДК_{рх}. В верховьях р. Ундыткан, на р. Мулам у оз. Токо и в 500 м от устья р. Укикит величины ХПК меньше нормативов и в среднем составляют 6 мг/дм³.

Нефтепродукты. Могут поступать в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными микроорганизмами, а также их разложения.

Концентрация нефтепродуктов в воде обследованных водных объектов при ПДК_{рх}= 0,05 мг/дм³ значительно ниже, в среднем 0,008 мг/дм³.

Фенолы. Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнителей, поступающих в поверхностные воды со стоками различных нефтеперерабатывающих, химических предприятий, при тепловой переработке бурых и каменных углей и т.д.

В воде всех обследованных объектов концентрация фенолов превышает допустимые концентрации для водоемов рыбохозяйственного использования – ПДК_{рх} составляет 0,001 мг/дм³. Значения содержания фенолов мало изменяются по различным рекам и составляют в среднем 4 ПДК_{рх}. При этом максимальное значение – 0,006 мг/дм³ отмечено в р. Мулам, в 500 м от устья р. Эльги.

АПАВ. Загрязненность АПАВ характерна для р. Мулам в 500 м от устья р. Эльги (2,2 ПДК_{рх}), р. Мулам в 500 м от устья р. Укикит (1,28 ПДК_{рх}) и р. Укикит в 500 м от устья (1,36 ПДК_{рх}). В остальных реках превышений количества АПАВ не обнаружено и в среднем составляет сотые доли миллиграмма на литр.

Тяжелые металлы. Тяжелые металлы являются наиболее опасными загрязнителями, влияющими на живые организмы и на здоровье человека, концентрация которых является индикатором загрязнения воды микроэлементами.

Медь, попадающая в воду в результате химического выветривания горных пород и минералов, обнаружена во всех исследуемых водных объектах в небольших количествах, но превышающих ПДК_{рх}, равную 0,001 мг/дм³. Максимальное превышение наблюдалось в трех точках района оз. Бол. Токо – около 2 ПДК.

Цинк. Во всех исследуемых объектах его содержание не превышает установленных норм при ПДК 0,01 мг/дм³.

Марганец. Его концентрация ненамного превышает ПДК на р. Алгоме в 500 м выше устья р. Ундытын (1,2 ПДК), а в устье р. Ундытын достигает предельно-допустимой концентрации. В остальных точках превышений нет.

Стронций. В исследованных пробах превышение по стронцию обнаружено более чем в половине проб. Так, максимальные концентрации отмечены в р. Мулам – в 500 м выше устья р. Укикит (2,5 ПДК) и в 500 м выше устья р. Эльги. Также стронций обнаружен на р. Алгоме в 500 м выше устья р. Ундытын (2 ПДК) и в 500 м ниже устья р. Ундытын (1,6 ПДК). На р. Ундытын его содержание также превышает ПДК в 1,9 и 1,6 раз. На озере Бол. Токо также отмечено небольшое превышение содержания стронция (1,1 ПДК).

Свинец, барий, литий. Концентрации этих микроэлементов находятся ниже нормируемых пределов: свинец менее $0,002 \text{ мг/дм}^3$ при ПДК_{рх} равной $0,006 \text{ мг/дм}^3$, барий менее $0,1 \text{ мг/дм}^3$ при ПДК_{рх} равной $0,74 \text{ мг/дм}^3$, литий менее $0,015 \text{ мг/дм}^3$ при ПДК_{рх} равной $0,08 \text{ мг/дм}^3$ во всех водных объектах исследуемого региона.

Донные отложения. Русловые отложения являются важнейшим компонентом долин рек, способным концентрировать в себе токсичные и канцерогенные вещества, в связи с чем, были отобраны пробы русловых и пойменных отложений и проведен их химический анализ. Были определены рН, содержание нефтепродуктов, железа, цинка, меди, марганца, свинца, хрома, кобальта, никеля, ванадия, титана, мышьяка и стронция. Определено, что донные отложения рек Алгома, Утук и Мулам загрязнены марганцем и стронцием.

Заключение. В результате отбора и анализа проб воды и донных отложений рек и оз. Большое Токо, расположенных в бассейне р. Алгомы, дана оценка их современного гидрологического и гидрохимического состояния.

Определено, что вода исследованных водных объектов в различной степени загрязнена химическими веществами, установленными для водоемов рыбохозяйственного значения. При этом наибольшее количество взвешенных веществ наблюдалось на р. Алгоме ниже устья р. Ундытын, где количество взвешенных веществ составляло 13 мг/л при фоновом значении 5 мг/дм^3 выше устья р. Алгомы и в устье р. Ундытын (12 мг/дм^3), что выше фонового значения, равного 11 мг/л выше устья р. Ундытын.

Органические вещества, рассчитанные по бихроматной окисляемости, также превышают ПДК в большинстве исследованных объектов. Это р. Алгома (до 3,4ПДК); р. Ундытын (до 2,2 ПДК); р. Утук (1,3ПДК), р. Мулам (3,5ПДК), р. Эльга (2,2ПДК).

Из азотных соединений нормируемые пределы превышает только концентрация аммонийного азота от 1,4 до 6,3 ПДК. Водные объекты загрязнены фенолами, приблизительно в равном количестве, составляющем 4–5 ПДК.

Концентрации железа и меди высокие, т.е. превышают нормы во всех обследованных объектах. В среднем содержание железа составляет 8 ПДК, причем наибольшее его содержание ($24,1 \text{ ПДК}$) отмечено в р. Мулам выше устья р. Эльги. Превышения по

содержанию меди, марганца и стронция обнаружены в воде рек: Алгома, Ундытын, Мулам, Утук и в оз. Большое Токо.

Донные отложения изученных водотоков загрязнены марганцем и стронцием, а в некоторых из них отмечено повышенное содержание хрома и ванадия.

Таким образом, можно заключить, что следствием начальной стадии эксплуатации Эльгинского месторождения является высокое содержание взвешенных веществ в р. Алгоме. Рекомендуется продолжить исследования гидрохимического состояния водных объектов за пределами зоны влияния разработки угольного комплекса и закрепить точки отбора проб воды и донных отложений как эталонные.

Список литературы

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 296 с.
2. Водные ресурсы рек зоны БАМ. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 272 с.
3. Ноговицын Д. Д. Современное состояние водных ресурсов зоны воздействия Эльгинского каменноугольного комплекса в 2012 г. // Экологический мониторинг: ежеквартальный бюллетень РИАЦЭМ. – Якутск: ОАО «Медиа-холдинг «Якутия», – 2012. – Вып. 13. – С. 7–12.
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – Т. 17. – 651 с.

Рецензенты:

Николаев Анатолий Николаевич, д-р биол. наук, декан биолого-географического факультета ФГАОУ «Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова», г. Якутск.

Бурцева Евдокия Иннокентьевна, д-р геогр. наук, профессор Финансово-экономического института ФГАОУ «Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова», г. Якутск.