

**ГИДРОХИМИЯ ВОДОТОКОВ ПО ТРАССЕ МАГИСТРАЛЬНОГО
ГАЗОПРОВОДА ЯКУТИЯ-ВЛАДИВОСТОК
В ПРЕДЕЛАХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Н.М. Шестеркина,¹ С.Е. Сиротский,¹ Ю.Ф. Сидоров,² В.С. Таловская,¹
Ю.А. Форина,¹ Т.Д. Ри¹**

¹*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена, 65,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: shesterkina @ ivep.as.khb.ru*

²*НПП «Природоохранный центр», Благовещенск*

Представлены результаты исследования состояния водотоков в 95 пунктах по трассе магистрального газопровода Якутия–Владивосток в пределах Амурской области по гидрохимическим показателям. Обозначены особенности природной среды территории, влияющие на формирование качества вод и определяющие возможные тенденции антропогенного их изменения.

**HYDROCHEMISTRY OF WATER STREAMS IN THE AREA
OF YAKUTIA–VLADIVOSTOK GAS PIPELINE IN AMURSKAYA OBLAST**

N.M. Shesterkina,¹ S.E. Sirotsky,¹ Yu.F. Sidorov,² V.S. Talovskaia,¹ Yu.A. Forina,¹ T.D. Ri¹

¹*Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS, 65 Kim Yu Chen Str.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: shesterkina @ ivep.as.khb.ru*

²*Scientific and Production Enterprise «Nature Conservation Center», Blagoveshchensk*

The paper presents data on hydrochemical research of water streams in 95 stations at the Yakutia–Vladivostok gas pipeline in the Amurskaya oblast. The peculiarities of natural environment, which affect the water quality and determine possible trends of their anthropogenic changes, are described.

Реализация масштабных проектов по строительству и эксплуатации магистральных нефте- и газопроводных систем, несомненно, может стать серьезным фактором вмешательства в функционирование водных экосистем. Трассы трубопроводов прокладываются по расчлененной местности и пересекают десятки рек, формирующих гидрографическую сеть. При строительстве газопроводной системы под ее воздействие попадают водотоки, имеющие важное рыбохозяйственное значение, часть из которых к тому же обеспечивает инфильтрационное восполнение запасов разведанных и эксплуатируемых запасов подземных вод.

Цель настоящей работы – оценка текущего состояния и возможных последующих изменений гидрохимии речного стока в рассматриваемом регионе под влиянием природных и антропогенных факторов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованный отрезок трассы газопровода расположен в пределах Амурской области на участке Сковородино–Хабаровск (1490,0–2315,0 км) (рис. 1).



Рис. 1. Схема района исследований.

Речная сеть в выделенных границах трассы газопровода относится к бассейну р. Амур, а на уровне ее притоков первого порядка – к водосборам рек Большой Невер, Ольга, Зяя, Завитая, Буряя, Архара (табл. 1).

Для гидрохимических анализов было отобрано 110 проб воды в 95 пунктах вдоль трассы газопровода в пределах Амурской области. На малых реках и ручьях отбиралось по одной пробе на середине водотока. На крупных реках пробы брались на 2–3 вертикалях. В поймах рек было отобрано 18 проб болотных вод. Период отбора с 10 по 20 октября 2010 г. в гидрологическом режиме пришелся на осеннюю межень. Аналитические работы проводились в Межрегиональном центре экологического мониторинга гидроузлов (Аттестат аккредитации № РОСС RU 0001 515988) при ИВЭП ДВО РАН по атте-

стованным методикам. Пробы воды для анализа микроэлементов и биогенных веществ после отбора фильтровались на мембранных фильтрах с размером пор 0,45 мкм, что позволяло определять содержание растворенных форм. Анализ микроэлементов проводился методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Agilent 7500сх. 515988.

Таблица 1

Характеристика основных водотоков района исследований (Мордовин, 1996)

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Среднегодовой сток, м ³ /с
Большой Невер	134	2220	11,1
Ольга	158	2910	9,40
Магдагачи	109	1270	3,66
2-я Буринда	64	1050	3,96
Зяя	1242	233000	1930
Керак	102	1570	9,63
Тыгда	264	4740	33,2
Джатва	57	901	3,05
Большая Пера	145	4400	19,1
Томь	433	16000	92,6
Белая	170	2800	4,22
Ивановка	176	3640	6,39
Завитая	262	2790	15,2
Буряя	623	70700	904
Архара	155	8750	80,7
Урил	105	1100	6,36
Грязная	63	331	1,47
Мутная	93	756	5,68

Таблица 2

Распределение водотоков по величине минерализации

минерализация, мг/дм ³	<50	50–100	>100
водотоки	Реки: Зея, Буряя, Завитая, Архара, Томь, Джатва, Большая Пера, Гашенка, Ракуша, Половинка, Тюкан, Малая Чалганка, Средний Тюкан, Правый Тюкан. Ручьи: Великие Лужки, Сектагли, Кривой Домикан, Мытавский, Голубичный, Дорожный, Гнилуша, Беленков, ручьи б/н: 1517 км, 2200 км, 2236 км, 2236 км, 2240 км, 2243 км, болотные воды	Реки: Большой Невер, Ольга, Малая Талали, Керак, Тыгда, Белая, Мокрая Падь, Серкина речка, Урил, Мутная, Средняя Илга, Ивановка, Гужаиха, Удурчукан, пр. Гуликовская. Ручьи: Госпитальный, Гербелик, Козлов, Родник, кл. Аллочкин, ручьи б/н: 1665 км, 1725 км, 1730 км; болотные воды в поймах рек Завитая, Ивановка, Урил, Мутная, Средний Тюкан	Реки: Магдагачи, Усетали, 2-ая Буринда, Худогачи, Мари, Большой Талдан, Унырь, Джиктинка, Галька, Грязнушка. Ручьи: Водокачечный, пр. р. Усетали, б/н 1508 км, 1523 км, 1529 км, 1633 км; болотные воды в поймах рек Белая, Половинка, Серкина Падь, Томь, Гнилуша, ручьи б/н: 2330 км, 2264 км, в окрестностях с. Круглое
всего водотоков	34	34	27
среднее значение и стандартное отклонение	36,5±8,5	74,6±15,8	164,5±54,9
пределы изменения	19,0–49,8	50,7–99,4	104,4–366,8

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Во время проведения исследований кислородный режим рек был удовлетворительный. Содержание растворенного в воде кислорода (O_2) соответствовало термодинамическим законам растворения газов. Пониженное содержание кислорода до 6,0 мг/дм³ было характерно для болотных вод в поймах рек.

Кислотно-основные свойства (рН) речных вод изменялись от слабо кислых до нейтральных. Среднее значение составило 6,6, при интервале колебания от 6,0 до 7,1. Низкие значения рН (6,5) отмечены в основном в болотных водах, а также в некоторых реках и ручьях заболоченных водосборов.

По содержанию растворенных солей все исследованные водотоки можно разделить на 3 большие группы. Первая группа (34 водотока) с минерализацией (М) менее 50 мг/дм³ (табл. 2). Основным источником питания этих водотоков являются атмосферные осадки и снежный покров с низким содержанием растворенных веществ. Наименьшие значения минерализации 19,0 и 19,2 мг/дм³ были в ручьях 2200 км и 2243 км. К первой группе относятся все крупные из исследованных рек: Зея (М=36,2 мг/дм³ с равномерным распределением минерализации по ширине и глубине), Буряя (М=29,6 мг/дм³, с равномерным распределением), Архара (М=45,2 мг/дм³ на фарватере и у левого берега и 53,2 мг/дм³ у правого). Минерализация воды р. Томь 43,2 мг/дм³ у левого берега и на фарватере значительно возрастала до 72,2 мг/дм³ у правого берега за счет составляющих антропогенного генезиса: хлорид и сульфат ионов, ионов натрия, нитрит и нитрат ионов, минерального фосфора.

Ко второй группе с минерализацией от 50 до 100 мг/дм³ относятся 34 водотока, из них крупные реки: Большой Невер, Ольга, Тыгда, Урил, Мутная.

К третьей группе с минерализацией более 100 мг/дм³ относятся 27 водотоков. В среднем содержание растворенных солей для этой группы водотоков составило 164,5 мг/дм³, минимальное – 104,4 мг/дм³ отмечалось в р. Большой Талдан, максимальное – 366,8 мг/дм³ в р. Грязнушка и обусловлено антропогенным загрязнением.

Повышенное содержание растворенных солей до 100 мг/дм³ во второй группе рек и до 200 мг/дм³ в третьей обусловлено более высокой долей подземного питания этих рек, наличием в Верхне-Амурском артезианском бассейне морских и прибрежно-континентальных юрских отложений (долины рек Большой Невер, Ольга). Химический состав подземных вод исследованной территории в пределах чехла артезианского бассейна неоднороден. Устанавливается закономерный переход от гидрокарбонатных натриевых вод в краевых частях бассейна через гидрокарбонатные магниевые–натриевые к гидрокарбонатным кальциево–железистым в центре бассейнов (Кулаков, 2008). Увеличение минерализации речных вод обеспечивалось в большей степени за счет гидрокарбонатов и сульфатов магния и натрия, что связано, с одной стороны, влиянием подземной составляющей, с другой стороны – распространением на территории сплошных и островных многолетнемерзлых зон. В криотермических условиях кальций менее подвижен по сравнению с магнием и натрием. В северной части бассейна, где развита многолетнемерзлая зона, отложения современного аллювия проморожены полностью (долины рек Тыгды, Магдагачи) и обводняются лишь в летне–осенний период, когда в них формируются надмерзлотные грунтовые воды (Гидрогеология СССР, 1971).

По химическому составу воды исследованных рек относятся к гидрокарбонатному классу преимущественно группы кальция, но различаются по типам (Алекин, 1970). В речных водах с повышенной минерализацией наряду с HCO_3^- доминирующим становится ион SO_4^{2-} : реки 2-я Буринда, Мари, Худогачи, Галька, Грязнушка, Большой Талдан, Серкина речка, поймы рек Гнилуша, Томь. В воде протоки Гуликовская, в болотных водах в поймах рек Томь, Средний Тюкан, ручья 2330 км наряду с ионом Ca^{2+} доминирующим становится ион Na^+ . К железистым относится вода р. Худогачи (концентрация растворенного железа 23,2 мг/дм³), ручья 1508 км (44,0 мг/дм³), болотных вод в поймах рек Томь (2053 км – 26,5 мг/дм³, 2050 км – 33,1 мг/дм³), Гнилуша (18,8 мг/дм³), Средний Тюкан (19,6 мг/дм³), в окрестностях с. Круглое (57,0 мг/дм³). Подземные воды, содержащие повышенные количества железа, широко распространены в артезианских бассейнах Приамурья, концентрация закисного железа увеличивается от бортов долин к центру, достигая 20–40 мг/дм³. Намечается плановая зональность железистых вод, обусловленная увеличением проницаемости пород чехла от краевых частей бассейна к центру и более интенсивным заболачиванием центральной части впадин и долин (Кулаков, 2008).

Вода исследованных водотоков мягкая: жесткость составляет 0,25–2,36 ммоль/дм³. Вода средней жесткости (> 4 ммоль/дм³) характерна для р. Грязнушка – 4,14 ммоль/дм³.

Сток взвешенных веществ формируется из транзитных, переносимых со всего водосбора, и местных отложений, аллювиальных и эоловых наносов. По своему составу взвешенные вещества, как известно, представлены минеральной и органической составляющей. К минеральной части относятся глинистые минералы, оксиды, силикаты, карбонаты и др.; органическая фракция включает труднорастворимые органические соединения, например гумусовые, остатки микроорганизмов и растительные остатки.

Мутность воды определяется наличием мельчайших взвешенных минеральных и органических частиц, уменьшающих прозрачность воды. Незначительная мутность (до 10 единиц мутности по формазину ЕМФ) и низкое содержание взвешенных веществ (от 3,0 до 10 мг/дм³) характерно для рек и ручьев с минерализацией > 50 мг/дм³. С повышением содержания растворенных веществ возрастает мутность речной воды и количество взвешенных веществ. Максимальная мутность (сотни и выше 1000 ЕМФ) и содержание взвесей в интервале 361–4594 мг/дм³ характерны для болотных вод в поймах рек. Для речных вод уровень мутности и содержания взвешенных веществ подобный болотным водам наблю-

дался в реках и ручьях с высоким содержанием окрашенных органических веществ (ОВ): реках Худогачи, Грязнушка, Мари, в ручьях 1633 км, 1508 км. В ключе Аллочкин при низкой цветности воды высокая мутность (1375 ЕМФ) и концентрация взвешенного вещества (1156 мг/дм³) были обусловлены наличием мельчайших взвешенных минеральных частиц и опалесценцией воды.

В широких пределах изменялась цветность воды, обусловленная присутствием водорастворимых гумусовых соединений и определяющаяся типом почв водосборной площади. В воде рек и ручьев интервал колебания цветности в основном составил 10–85⁰, в болотных водах 15–200⁰ цветности. Высокую цветность имели как речные, так и болотные воды, с высоким содержанием ОВ и железа: реки Худогачи, приток Худогачи, Грязнушка, ручей Козлов; болотные воды в поймах рек: Белая, Урил, Томь, Гнилуша, Средний Тюкан, Ивановка. Так, в ручье 1508 км при концентрации железа 44 мг/дм³ цветность воды составила 2690⁰; в болотной воде в окрестностях с. Круглое – 57 мг/дм³ и 2770⁰, соответственно.

Соединения железа поступают в поверхностные воды за счет процессов химического выветривания горных пород. Значительные его количества поступают в водоемы с подземным стоком. Подземные воды, содержащие повышенные количества железа, широко распространены в артезианских бассейнах Приамурья. Высокое содержание железа и марганца в болотных водах и воде рек заболоченных водосборов связано с образованием органических комплексов железа с гумусовыми веществами торфянистых горизонтов и повышенным естественным геохимическим фоном. Только в 20 % взятых проб концентрация растворенного железа была ниже предельно допустимой концентрации (ПДК) по рыбохозяйственному нормативу (0,10 мг/дм³), из них в крупных реках Большой Невер, Большой Талдан, Магдагачи, 2-ая Буринда. В 43 % проб – ниже ПДК для питьевого водоснабжения (0,3 мг/дм³), из них в крупных реках Зея, Буряя, Большая Пера, Ракуша, Гащенко у левого берега, Завитая. Содержание железа в пределах 0,30–1,00 мг/дм³ было в 22 % проб, в пределах 1,00–8,5 мг/дм³ – 9 % проб и 6 % проб в интервале – 18,8–57 мг/дм³.

По содержанию фтора (0,05–0,3 мг/дм³) подземные воды Приамурья следует отнести к провинциям с его недостатком (Кулаков, 2008). Концентрации фторид-иона в исследованных водотоках варьировали от значений 0,02 мг/дм³ (60 % проб) до 0,27 мг/дм³. Относительно повышенное содержание этого компонента отмечалось в ручьях: Аллочкин (0,19 мг/дм³), Родник (0,16 мг/дм³), Кривой Домикан (0,12 мг/дм³); в реках Мари, Средняя Илга, протоке Гуликовская (0,12 мг/дм³); в болотных водах в поймах рек Серкина Падь (0,14 мг/дм³), Томь 2053 км (0,27 мг/дм³). В остальных пробах концентрации изменялись в пределах 0,02–0,10 мг/дм³.

Показатель БПК₅ (биохимическое потребление кислорода) дает количественную оценку легкоокисляющихся органических веществ (в основном продуктов жизнедеятельности водных организмов). Для исследованных водотоков величины БПК₅ варьировали в основном в пределах, характерных для поверхностных вод (0,5–4,0 мгО₂/дм³) и в 88 % проб не превышали значений ПДК легкоокисляемых ОВ (2,0 мгО₂/дм³). Повышенные значения наблюдались в воде рек заболоченных водосборов: реках Мари (6,1 мгО₂/дм³), Худогачи (7,2 мгО₂/дм³), в ручье 1508 км (7,8 мгО₂/дм³); в болотных водах в поймах рек за счет поступления легкоокисляемых ОВ из торфяников – реки Белая (6,1 мгО₂/дм³), Ивановка (6,8 мгО₂/дм³), Урил (7,1 мгО₂/дм³), Томь (6,1 мгО₂/дм³), в окрестностях с. Круглое (5,1 мгО₂/дм³).

Концентрации биогенных веществ (минерального азота, фосфора), трудноокисляемого органического вещества, соединений фенола, нефтяных углеводородов в речных водах определялись в основном природными процессами, повышенные их содержания за небольшим исключением обусловлены заболоченностью водосборов.

Из соединений минерального азота в пробах доминировала аммонийная форма. Преобладание аммонийного азота в структуре стока минеральных форм характерно для заболоченных мерзлотных регионов с низким окислительно-восстановительным потенци-

алом почв (Никаноров и др., 2010). Поэтому повышенное содержание иона аммония от 0,8 до 11 мг/дм³ отмечено в болотных водах в поймах рек (9 проб); в реках заболоченных водосборов: Мари (0,87 мг/дм³), Худогачи (0,83 мг/дм³), Грязнушка (0,97 мг/дм³) и двух ручьях: 1633 км (1,3 мг/дм³) и 1508 км (1,4 мг/дм³). Концентрации ниже аналитически определяемых (0,05 мг/дм³) отмечены только в 24 реках и ручьях с низкой цветностью воды и незначительным содержанием ОВ. В остальных водотоках содержание аммонийного иона варьировало в пределах до 0,50 мг/дм³. Окисленные формы азота – нитритные и нитратные ионы – в воде исследованных водотоков в большинстве случаев были ниже предела обнаружения использованных методик (0,03 и 0,04 мг/дм³, соответственно) или соответствовали содержанию в речных водах лесных зон умеренного климата (0,26–0,48 мг/дм³ для нитратов) (Ковда, 1985). Это указывает на отсутствие или незначительное антропогенное загрязнение рек соединениями азота. Исключение составляют реки: Большой Талдан, Большая Пера, Половинка, Белая, Серкина речка, Завитая, Магдагачи, Томь у правого берега. Максимальное превышение по нитритам составило 3 ПДК (0,243 мг/дм³) в р. Большой Талдан, для нитратов максимальная концентрация 3,00 мг/дм³ отмечена в воде р. Томь у правого берега. Одновременно с повышенным содержанием нитритного и нитратного азота в этих реках наблюдались повышенные значения БПК₅ и концентраций минерального фосфора, что свидетельствует об их хозяйственно-бытовом загрязнении.

Концентрации неорганических соединений фосфора в незагрязненных речных водах обычно составляют сотые и тысячные доли миллиграмма на 1 дм³, в этих пределах варьировало содержание фосфат-ионов в воде большинства исследованных водотоков. Повышенные значения отмечались за счет антропогенной составляющей для рек Грязнушка (0,627 мг/дм³), Белая (0,157 мг/дм³), Магдагачи (0,095 мг/дм³). Болотные воды в поймах рек содержали значительное количество фосфатов (до 0,60 мг/дм³) за счет поступления при разложении органического вещества торфяников.

Величина ХПК (химическое потребление кислорода) как косвенный показатель общего содержания трудноокисляемого органического вещества в 55 % проб была ниже ПДК и колебалась в пределах (5–15 мгО/дм³). Не прослеживается влияния населенных пунктов на содержание трудноокисляемого (ОВ) в воде рек Магдагачи, Белая, Большой Талдан, Томь у правого берега, за исключением р. Грязнушка (156 мгО/дм³). Увеличение величины ХПК речных вод обеспечивалось в основном за счет поступления гумусовых ОВ с болот и зависело от степени заболоченности водосбора. По степени заболоченности исследованные реки можно разделить следующим образом. Водотоки со слабо заболоченной поймой: реки Завитая, Мутная, Средний Тюкан, ручьи 2330 км и 2243 км с концентрацией ОВ в болотных водах в среднем 28 мгО/дм³. Со средней заболоченностью: реки Половинка, Серкина Падь, Томь 2053 км, долина р. Белая, ручей 2336 км (ХПК среднее 80 мгО/дм³). И реки с высокой степенью заболоченности поймы: Ивановка, Урил, Томь 2050 км, Гнилуша, Тюкан 2204 км, Белая, ручей 2264 км, окрестности с. Круглое (ХПК среднее 145 мгО/дм³).

Высокое содержание ОВ гумусовой природы в болотных водах и в воде рек заболоченных водосборов обусловило повышенные концентрации фенолов (максимальная – 0,20 мг/дм³ в пойме р. Ивановка), нефтепродуктов (максимальная – 0,50 мг/дм³ в пойме р. Урил), образующихся при трансформации ОВ торфянистых горизонтов (природная составляющая). Повышенному содержанию нефтепродуктов до 2–10 ПДК во всех случаях соответствовало содержание фенолов от 22 до 200 ПДК, незначительное повышение анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ). Для исследованных водотоков концентрации фенолов, нефтепродуктов, АПАВ в основном определяются природными процессами формирования химического состава. Антропогенный источник поступления фенолов наблюдается для рек: Большой Талдан (3 ПДК), Белая (3 ПДК), Грязнушка (5 ПДК), Магдагачи (6 ПДК), ручья Козлов (6 ПДК).

Характеристика микроэлементного состава воды исследованных водотоков представлена в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика микроэлементного состава воды исследованных водотоков

Металл	ПДК _{кр/х*} мкг/дм ³	Концентрация, мкг/дм ³		
		средняя	минимальная	максимальная
Бериллий	0,300	0,004	<0,001 (68)*	0,020
Бор	500	1,6	<1,0 (34)	5,0
Алюминий	40,0	39,7	<0,1 (5)	1298
Хром	20,0	0,1	<0,1 (35)	0,9
Марганец	10,0	530	<0,1 (6)	22390
Кобальт	10,0	0,95	<0,01 (3)	29,46
Никель	10,0	1,1	0,3	8,2
Медь	1,0	0,7	<0,1 (6)	3,4
Цинк	10,0	6,8	<1,0 (7)	58,1
Мышьяк	50,0	1,1	0,1	14,6
Кадмий	5,00	0,03	<0,01 (51)	2,66
Барий	740	17,7	4,9	209
Свинец	6,0	0,66	<0,01 (60)	2,59
Ртуть	0,01	0,12	<0,01 (54)	2,74

Концентрации бериллия, бора, хрома, никеля, мышьяка, кадмия, бария, свинца невелики, значительно ниже предельно допустимых концентраций (ПДК рб/х), в большинстве случаев имеют небольшой диапазон колебания и значения ниже предела обнаружения данным методом. Повышенное содержание никеля отмечено только в 5 случаях: максимальное, близкое к ПДК (8,2 мкг/дм³), в ручье 1633 км; в пределах 4,3–5,4 мкг/дм³ в притоке р. Худогачи и в болотных водах в поймах рек Томь, Серкина Падь, при повышенных содержаниях марганца и кобальта. Растворенный кадмий в период опробования составлял в основном 0,01 мкг/ дм³, только в одном случае имел повышенное значение до 2,66 мкг/ дм³ в воде ручья 1523 км при повышенных концентрациях марганца и цинка. Менее 1 мкг/дм³ содержание мышьяка во всех водотоках, за исключением воды р. Грязнушка (10,8 мкг/дм³) и максимальной концентрации (14,6 мкг/дм³) в болотной воде в пойме р. Мутная.

Содержание кобальта, меди, цинка в основном низкое, но в отдельных случаях наблюдалось превышение ПДК: кобальта до 2,9, меди до 3,4 и цинка до 5,8. Повышенные концентрации кобальта были в воде ручьев 1633 км (13,88 мкг/дм³) и 1508 км (29,46 мкг/дм³). В первом ручье при одновременно повышенных содержаниях марганца, никеля, меди, во втором ручье – марганца, железа меди. В болотных водах в поймах рек иногда повышено содержание кобальта и меди одновременно с марганцем. В условиях естественных водоемов в присутствии органических комплексообразователей подавляющая часть металлов мигрирует в виде фульватных комплексов.

Среди тяжелых металлов марганец является одним из наиболее распространенных элементов в земной коре и занимает третье место после железа и титана. В воде исследованных водотоков для него характерны наибольшие вариации концентраций от < 0,1 до 22390 мкг/дм³. Содержание марганца < 0,1 мкг/дм³ было в воде 61 водотока (55 % проб). Максимальное значение отмечено в воде ручья 1633 км при одновременно высоком содержании в нем кобальта (1,4 ПДК), никеля (в пределах ПДК), меди (1,8 ПДК), ртути (22 ПДК). Высокие концентрации марганца, как наиболее подвижного элемента по отношению к железу, наблюдались при одновременно повышенном содержании последнего в болотных водах в поймах рек. Значительные количества марганца могли поступать при отмирании гидробионтов осенью.

Вариации содержания алюминия достаточно велики, но, в основном, ниже ПДК (40 мкг/дм³). В воде рек Зея, Архары, Унырь его концентрации были в пределах ПДК, Бурей – 2 ПДК. Повышенные концентрации: приток р. Худогачи (290 мкг/дм³), ручей 1517 км (394 мкг/дм³), ключ Аллочкин (387 мкг/дм³). Максимальная концентрация алюминия 1298 мкг/дм³ отмечалась в воде ручья Дорожный с минерализацией (48,1 мг/дм³) и повышенной мутностью (18 ЕМФ). Источником алюминия служат продукты выветривания различных алюмосиликатов.

Значительная вариабельность характерна для концентраций ртути, высокотоксичного компонента для любых форм жизни даже при низких значениях. Ртуть характеризуется высокой интенсивностью вовлечения в водную миграцию, активно поглощается земной растительностью и бурными водорослями, легко сорбируется почвами, образуя комплексы с гуминовыми кислотами. Во многих горных ручьях и реках ртуть в виде киновари встречается в современных речных отложениях (шлихах), особенно в местах распространения россыпей золота и его шлиховых ореолов (Буряк и др., 1993). Следует отметить, что ртуть (II) в речных водах мигрирует преимущественно в растворенном состоянии. Однако ее соединения характеризуются весьма высоким сродством к твердой фазе, поэтому легко адсорбируются взвешенными веществами. Растворенная ртуть (II) благодаря образованию прочных комплексных соединений с гумусовыми веществами, с соединениями, содержащими сульфидрильные группы, а также с некоторыми неорганическими лигандами находится, в основном, в закомплексованном состоянии (Линник, Набиванец, 1986). Гуминовые кислоты ведут себя как комплексообразующие сорбенты в природных процессах, способствующих концентрированию тяжелых металлов в почвах, взвесах вод, донных отложениях (Варшал и др., 1998). Содержание ртути, превышающее ПДК (0,01 мкг/дм³), отмечалось в воде 40 водотоков. Из них в крупных реках: Зея на фарватере на глубине 1,5 м (2 ПДК), Большой Невер (4 ПДК), Гащенко (5–16 ПДК), Ракуша (4–22 ПДК), Архара (42–91 ПДК), протоке Гуликовская (11–19 ПДК). В воде рек Худогачи, приток Худогачи, Мари, в болотных водах в поймах рек Белая, Серкина Падь, Урил концентрация ртуть 0,10–1,11 мкг/дм³ соответствовало высокому содержанию органического вещества (80–157 мгО/дм³). Максимальные значения 1,65 и 2,74 мкг/дм³ были в воде ручьев Прямой Домикан и Козлов с относительно невысоким содержанием органического вещества 10 и 23 мгО/дм³, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, реки, расположенные в зоне трассы газопровода, характеризуются значительными вариациями физико-химических характеристик, обусловленных в основном природными факторами. Широкая амплитуда колебания характерна для содержания взвешенных и органических веществ, в том числе фенолов и нефтяных углеводородов в болотных водах в поймах рек и воде рек заболоченных водосборов. Превышение существующих экологических нормативов для концентраций тяжелых металлов: железа, марганца, ртути, в меньшей степени никеля, кобальта, цинка, меди имеет локальный характер и обусловлено особенностями геохимической обстановки территории, определяющей микроэлементный состав воды рек. Антропогенное загрязнение носит эпизодический характер и связано с поступлением в речную сеть хозяйственно-бытовых вод (реки Магдагачи, Грязнушка, Томь у правого берега).

Строительство и эксплуатация магистральных систем могут стать серьезным фактором вмешательства в функционирование водных экосистем. Неизбежная при строительстве нарушенность рельефа будет способствовать увеличению выноса взвешенных веществ, что может оказать влияние на миграцию тяжелых металлов в речных водах в сторону повышения их содержания, поскольку, как известно, наибольший вклад в сорбцию микроэлементов вносят глинистые материалы, которые можно рассматривать как полифункциональные сорбенты.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А. 1970.** Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 444 с.
- Буряк В.А., Рянский Ф.Н., Хмелевская Н.М. 1993.** Геохимическая специализация как основа при медико-биологическом и эколого-ландшафтном районировании (на примере Азиатско-Тихоокеанского региона). Биробиджан. 76 с.
- Варшал Г.М., Кощеева И.Я., Хушвахтова С.Д., Холин Ю.В., Тютюник О.А. 1998.** О механизме сорбции ртути (II) гуминовыми кислотами // Почвоведение. № 9. С. 1071–1078.
- Гидрогеология СССР. 1971.** Хабаровский край и Амурская область. Том 23. М.: Недра. 512 с.
- Ковда В.А. 1985.** Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука. 263 с.
- Кулаков В.В. 2008.** Железо, марганец, кремний и фтор в пресных подземных водах Приамурья // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: матер. межрегион. науч.-практ. конф., Хабаровск, 10–12 октября 2008 г. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. С. 578–581.
- Линник П.Н., Набиванец Б.И. 1986.** Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеиздат. 269 с.
- Мордовин А.М. 1996.** Годовой и сезонный сток рек бассейна Амура. Препринт. Хабаровск: ИВЭП ХНЦ ДВО РАН. 72 с.
- Никаноров А.М., Смирнов М.П., Клименко О.А. 2010.** Многолетние тенденции общего и антропогенного выноса органических и биогенных веществ реками России в арктические и тихоокеанские моря // Вод. ресурсы. Т. 37. №3. С. 318–328.