

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕЧНЫХ ВОД БАСЕЙНА РЕКИ ТИМПТОН

© 2017 г. В.П. Шестеркин<sup>1</sup>, С.Е. Сиротский<sup>1</sup>, Н.М. Шестеркина<sup>1</sup>,  
В.С. Таловская<sup>1</sup>, О.Н. Ерина<sup>2</sup>, О.И. Никитина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного  
отделения Российской академии наук», г. Хабаровск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени  
М.В. Ломоносова», Москва, Россия

<sup>3</sup>Всемирный фонд дикой природы (WWF), Москва, Россия

**Ключевые слова:** р. Тимптон, малые реки, химический состав воды, минерализация, основные ионы, биогенные и органические вещества, водосбор, техногенное влияние.

По результатам исследования рек на территории Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия) дана характеристика пространственной и временной изменчивости химического состава речных вод в бассейне р. Тимптон. Показаны значительные различия в содержании взвешенных и растворенных веществ, обусловленные природными особенностями территории и хозяйственной деятельностью на водосборах. Установлены повышенная минерализация (до 100 мг/дм<sup>3</sup>) и гидрокарбонатно-кальциевый состав вод в водотоках, дренирующих южные склоны Алданского нагорья, сложенные угленосными отложениями Южно-Якутского каменноугольного бассейна. Максимальные концентрации взвешенных веществ характерны для рек в районах добычи россыпного золота, концентраций основных ионов и нитратного азота – в районах добычи угля.

Показано, что в половодье и паводки воды р. Тимптон характеризуются низкой минерализацией (< 25 мг/дм<sup>3</sup>) и гидрокарбонатным магниевым-кальциевым составом, в летне-осеннюю межень ниже впадения р. Горбыллах – повышением минерализации до 50 мг/дм<sup>3</sup> и гидрокарбонатно-кальциевым составом. Наибольшее содержание аммонийного азота, кремния и органических веществ отмечено в половодье и паводки, нитратного азота и железа – в летне-осеннюю межень. Дана оценка химического состава воды р. Тимптон и ее притоков в зоне предполагаемого строительства Канкунской ГЭС.

Река Тимптон – крупный правый приток р. Алдан – берет свое начало в отрогах Станового хребта и прорезает Алданское нагорье, сложенное преимущественно кристаллическими породами. В южной части нагорья дренирует юрско-меловые угленосные отложения Южно-Якутского каменноугольного бассейна. Длина р. Тимптон 644 км, площадь бассейна

44,4 тыс. км<sup>2</sup>. Основные притоки – реки Хатами (длина 156 км, площадь водосбора 4440 км<sup>2</sup>), Чульман (109 км и 4020 км<sup>2</sup>), Сеймдъэ (142 км и 3320 км<sup>2</sup>), Нельгюу (115 км и 2740 км<sup>2</sup>), Иенгра (148 км и 1860 км<sup>2</sup>). Водотоки характеризуются смешанным типом питания, годовым максимумом в период весеннего половодья и летних дождевых паводков.

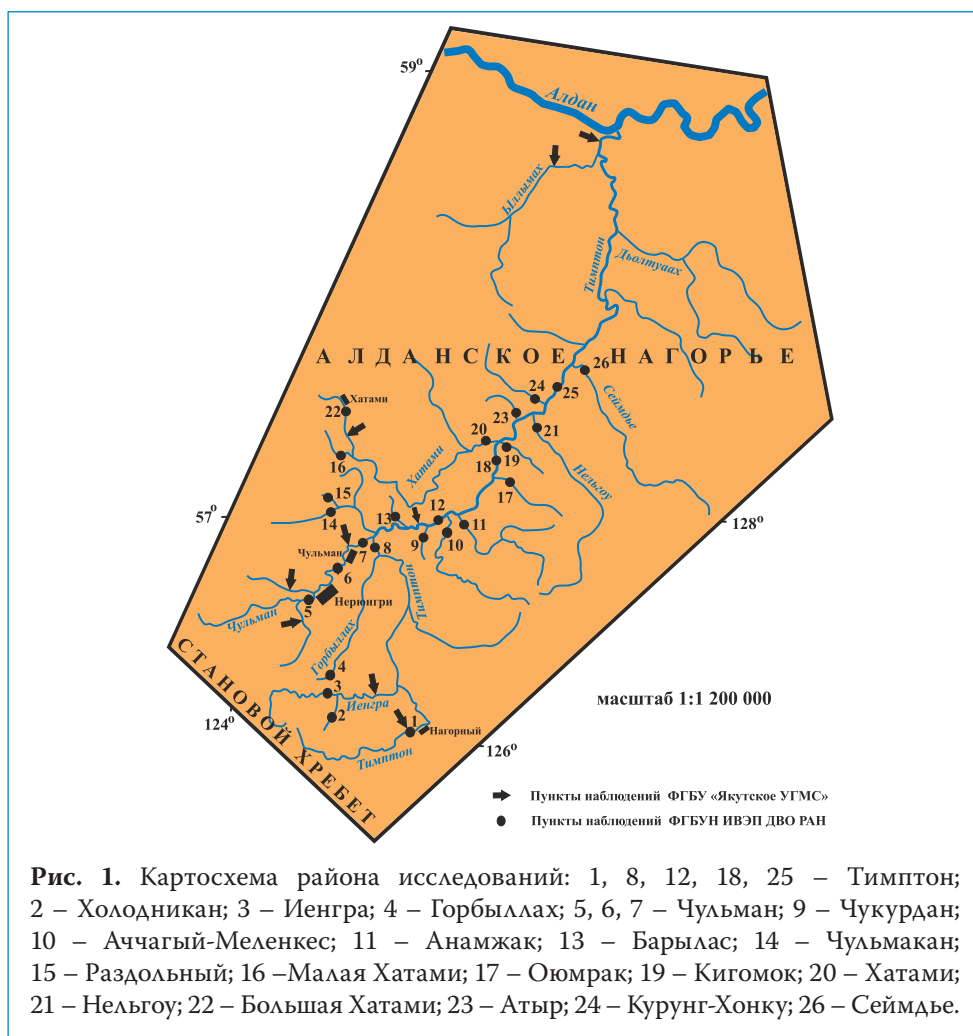
В последние годы интерес к р. Тимптон возрос в связи с возможным сооружением Канкунской ГЭС (200 км от устья) – первой в Южно-Якутском гидроэнергетическом комплексе. Проектируемое водохранилище в отличие от других водохранилищ Дальнего Востока при НПУ 608 м БС характеризуется наибольшей глубиной (215,3 м) и малой площадью зеркала (282,8 км<sup>2</sup>).

Зарегулирование стока оказывает ощутимое воздействие на гидрохимический и гидробиологический режимы руслового и пойменных потоков. Река Алдан и ее притоки, одним из которых является р. Тимптон, являются водоемами высшей рыбохозяйственной категории. Верхнее течение р. Алдан, притоки Учур, Тимптон и другие служат местами нереста многих пород рыб. При оценке влияния изменений, вызванных сооружением ГЭС, изучение гидрохимического фона является актуальным.

Гидрохимическая изученность рек бассейна р. Тимптон низкая. Наблюдения за химическим составом вод с 1953 г. осуществляет ФГУ «Якутское УГМС» на девяти пунктах (рис. 1), однако материалы этих наблюдений обобщены лишь за период 1953–1967 гг. [1], т. е. до начала освоения Нерюнгринского угольного месторождения и строительства Байкало-Амурской магистрали. Исследования химического состава речных вод в районе этого месторождения свидетельствуют о том, что за 30-летний период его эксплуатации жесткость и минерализация воды р. Чульман возросли более чем в три раза, содержание нитратного азота и общего фосфора – в 5 и 3 раза соответственно [2]. В водах притоков р. Тимптон между устьями рек Чульман и Курунг-Хонку в летнюю межень 2010 г. величина минерализации варьировала в узких пределах (60–70 мг/дм<sup>3</sup>), отмечались преобладание сульфатного иона среди анионов в отдельных водотоках, низкое содержание биогенных элементов [3]. Однако проведенные наблюдения не дают представления о пространственной и временной изменчивости химического состава вод р. Тимптон и ее притоков. Данная работа восполняет этот пробел.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Гидрохимические исследования проводились на территории Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия) в июле и сентябре 2010 г. на реках, расположенных на участке между пос. Нагорный и с. Хатами, а также р. Тимптон и ее притоках на участке между устьями рек Чульман и Сеймдъэ (рис. 1).



Период исследований в гидрологическом отношении охватывал паводок и летне-осеннюю межень. Пробы воды отбирали с поверхности. В экспедиционных условиях определяли содержание растворенного кислорода и значения pH, в стационарных – содержание основных ионов, биогенных веществ (нитратный и аммонийный азот, фосфаты, железо, кремний) и органических веществ по значениям цветности воды, перманганатной и бихроматной окисляемости. Анализ проводили в ЦКП «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов» при Институте водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИВЭП ДВО РАН) по общепринятым при гидрохимических исследо-

ваниях методикам [4]. Пробы воды для анализа биогенных веществ после отбора фильтровали на мембранных фильтрах с размером пор 0,45 мкм. В работе также были использованы материалы ФГУ «Якутское УГМС» за 2006–2010 гг.

При оценке степени загрязненности вод применяли значения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения, принятые для Российской Федерации [5].

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Химический состав речных вод бассейна р. Тимптон формируется на среднегорной, сложенной многолетнемерзлыми породами территории, покрытой преимущественно лиственничными лесами. Район освоен в основном в верхней части бассейна. Зимой малые реки промерзают, в период открытого русла в верхнем течении меандрируют среди болот и термокарстовых озер.

Основным источником питания рек являются атмосферные осадки, характеризующиеся низкой минерализацией (до 10, реже 20–40 мг/дм<sup>3</sup>), преобладанием в анионном составе гидрокарбонатного, реже хлоридного ионов, в катионном составе – ионов кальция или натрия [6]. Минерализация снежного покрова варьирует от 7,4 до 112,6 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшие ее величины, наряду с низкими значениями рН и преобладанием ионов кальция и гидрокарбонатного иона, отмечаются на льду р. Чульман и в лесном массиве рядом с пос. Чульман. Максимальной минерализацией, слабощелочными значениями рН и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым составом характеризуется снежный покров в районе комбината «Нерюнгринский» [7].

Влияние подземных вод в условиях широкого развития многолетнемерзлых пород, затрудняющих их связь с поверхностными водами, проявляется незначительно. В зимнюю межень реки в основном питаются подземными водами более глубоких водоносных горизонтов, поэтому сток сохраняют лишь крупные реки, а также ряд средних, в руслах которых отмечены выходы подмерзлотных вод. Воды гидрокарбонатные хлоридно-магниевого с общей минерализацией 38–46 мг/дм<sup>3</sup> [8].

Содержание растворенного кислорода в воде рек в период открытого русла удовлетворительное. Хорошей аэрации способствуют низкие температуры воды и горный характер рек. Дефицит растворенного кислорода в воде не перемерзающих рек может наблюдаться зимой в условиях малого стока и большой толщины ледяного покрова. По данным ФГУ «Якутское УГМС», содержание растворенного кислорода в водах рек бассейна р. Тимптон варьирует в пределах 7,23–13,5 мг/дм<sup>3</sup>, среднемноголетние значения 9,21–9,75 мг/дм<sup>3</sup>. Близкие значения были получены в 2010 г. в ходе проведенных в рамках данной работы исследований (табл. 1–4).

По данным ФГБУ «Якутское УГМС», содержание главных ионов, соответственно, и величина минерализации в водах рек изменяются в широких пределах. Максимальные значения наблюдаются в зимнюю межень (в р. Чульман до  $206,7 \text{ мг/дм}^3$ ). В весеннее половодье минерализация воды редко превышает  $25 \text{ мг/дм}^3$  [1]. В воде р. Тимптон у пос. Усть-Барылас она изменяется от  $8,2$  до  $24,0 \text{ мг/дм}^3$ , у пос. Усть-Тимптон – от  $9,6$  до  $15,7 \text{ мг/дм}^3$ . Более высокое содержание солей, иногда отмечаемое в водах р. Большая Хатами (в мае 2009 г. до  $98 \text{ мг/дм}^3$ ), может быть обусловлено миграцией основного количества растворенных веществ из снежного покрова в начале снеготаяния. Об этом свидетельствуют гидрокарбонатно-магниевый состав талых вод и резкое снижение (в три раза) значений минерализации в первой декаде мая. Подобный состав вод и повышенные значения минерализации отмечены при изучении химического состава вод малых рек в бассейне р. Адыча (север Якутии) в начале таяния снежного покрова [9].

Среди анионов в составе вод преобладают гидрокарбонаты (28–41 % экв.). Отмечается также повышенное содержание сульфатного (6–15 % экв.), реже хлоридного (до 10–20 % экв.) ионов. Среди катионов в водах рек, за исключением р. Чульман, в основном доминирует магний, второе место занимает кальций. По классификации О.А. Алекина [10], вода относится к гидрокарбонатному классу, группе магния-кальция, первому типу.

В дождевые паводки более длительный по сравнению с весенним половодьем контакт атмосферных осадков с оттаявшим к этому времени почвенным покровом способствует повышению минерализации поверхностно-склоновых, а, соответственно, и русловых вод. Определенное влияние оказывает состав подстилающих пород. В это время в водах рек Станового хребта, также как и в р. Тимптон, минерализация не превышает  $25 \text{ мг/дм}^3$  (табл. 1, 3). Более высокие значения (табл. 2) отмечаются в водах рек Чульмакан, Раздольный, Большая Хатами и др., дренирующих южные склоны Алданского нагорья. Концентрации калий и хлорид ионов не превышают  $0,6 \text{ мг/дм}^3$ , ионов фтора – ниже предела обнаружения ( $0,02 \text{ мг/дм}^3$ ).

В летне-осеннюю межень питание рек в основном осуществляется надмерзлотными водами, химический состав и минерализация которых зависят от содержания и химического состава атмосферных осадков, инфильтрующихся в толщу сезонно-талого слоя, а также содержания солей в этом слое. Минерализация речных вод в этот период возрастает. Максимальное увеличение (в 1,5–2,0 раза) отмечается в водах рек южных склонов Алданского нагорья (табл. 2), минимальное – Станового хребта (табл. 1, 3). Существенные изменения происходят в химическом составе речных вод. Содержание сульфатов возрастает до 10–18 % экв., в водах рек Курунг-Хонку, Нельгюу и Сеймдэ и др. достигает 33–35 % экв. и начинает до-

Таблица 1. Химический состав вод рек Станового хребта в 2010 г.

Показатель, ед. измерения	Река, пункт наблюдения/дата							
	Холодникан,		Иенгра,		Горбыллах,		Чульман,	
	2	3	4	5	25.07	16.09	25.07	16.09
рН, ед рН	6,5	6,3	6,7	6,2	–	6,5	6,5	6,5
Цветность, град.	75	80	50	70	100	80	75	75
Взвешенное вещество, мг/дм <sup>3</sup>	< 3,0	<3,0	5,9	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	8,9	11,9	7,8	11,6	9,8	10,2	9,6	9,6
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,4	1,8	0,9	1,8	1,2	1,8	1,3	1,3
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,9	2,4	1,6	1,6	2,7	3,2	1,6	1,6
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,2	1,7	1,2	1,4	1,2	1,9	0,9	0,9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	14,0	12,2	11,0	9,8	11,6	17,1	10,0	10,0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,5	1,0	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	4,2	5,8	2,6	2,1	0,5	3,7	3,2	3,2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,49	0,29	0,45	0,27	0,56	0,35	0,56	0,56
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,09	0,08	0,10	<0,04	<0,04	<0,04	0,11	0,11
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,16	0,22	0,08	0,23	0,13	0,11	0,12	0,12
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	24,6	27,3	18,8	20,0	18,7	31,1	17,3	17,3
Si, мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,6	3,1	<0,5	4,1	0,8	2,5	2,5
ХПК, мг O/дм <sup>3</sup>	30	30	16	24	22	30	27	27
ПО, мг O/дм <sup>3</sup>	12,2	14,6	8,6	13,1	14,4	16,5	10,6	10,6

Примечание: здесь и далее прочерк – отсутствие данных; ПО – перманганатная окисляемость.

минировать среди остальных анионов (табл. 3, 4). Отмечается небольшое повышение концентрации иона натрия (до 2,9 мг/дм<sup>3</sup>) в воде рек юга Алданского нагорья, в которых содержание ионов кальция значительно преобладает (до 40 % экв.) над остальными катионами. В малых реках Станового хребта (табл. 1) и некоторых притоках правобережной части р. Тимптон (табл. 3) в летне-осеннюю межень выше содержание иона магния по сравнению с остальными катионами.

По химическому составу речные воды в это время по классификации О.А. Алекина [10] соответствуют гидрокарбонатному или сульфатному классу, группе кальция или магния-кальция, первому или второму типу. Подобная пестрота в химическом составе речных вод, вызванная разными условиями формирования химического состава вод сезонно-талого слоя, характерна для многих малых рек криолитозоны [1, 11]. Наблю-



**Таблица 2.** Химический состав вод рек южных склонов  
Алданского нагорья в 2010 г.

Показатель, ед. измерения	Река, пункт наблюдения/дата									
	Чульман, 6		Чульмакан, 14		Раздольный, 15		Малая Хатами, 16		Большая Хатами, 22	
	24.07	16.09	27.07	19.09	27.07	16.09	27.07	16.09	27.07	19.09
pH, ед pH	6,6	6,7	6,8	7,2	6,6	7,3	4,9	6,5	6,8	7,4
Цветность, град.	75	40	85	45	115	40	230	65	100	25
Взвешенное вещество, мг/дм <sup>3</sup>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	5,8	<3,0	<3,0	7,7	<3,0	<3,0
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	9,2	11,6	10,4	11,6	9,4	9,9	7,5	10,6	8,9	10,9
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,8	2,5	1,7	2,9	1,7	2,8	1,2	2,9	1,3	2,3
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3,5	5,2	5,0	11,1	6,7	16,7	1,6	2,4	5,8	10,3
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	2,3	1,7	1,2	2,4	2,0	3,4	0,5	1,9	3,3	4,6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	18,3	18,3	19,5	46,4	29,9	69,6	10,0	15,9	34,8	50,0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,6	0,9	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	5,8	9,1	1,5	2,6	1,5	2,6	7,4	5,8	4,2	6,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,33	0,27	0,53	0,06	0,76	0,08	1,03	0,10	0,33	<0,05
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,50	0,31	<0,04	<0,04	<0,04	0,09	<0,04	0,06	<0,04	<0,04
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,14	0,13	0,11	0,13	0,12	0,12	0,54	0,20	0,19	0,22
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	33,7	38,5	30,0	68,5	43,6	98,3	20,5	32,1	50,7	76,6
Si, мг/дм <sup>3</sup>	2,9	0,8	3,3	2,3	3,0	3,6	2,6	2,2	3,8	4,6
ХПК, мг O/дм <sup>3</sup>	14	20	26	16	32	14	36	17	22	14
ПО, мг O/дм <sup>3</sup>	9,9	11,6	15,4	8,9	16,0	8,9	22,4	9,3	14,7	5,3

далась она и в бассейне р. Адыча в период максимального оттаивания сезонно-талого слоя [9].

Помимо природных факторов большое влияние на сток растворенных веществ в период летне-осенней межени оказывает хозяйственная деятельность (вскрышные работы, сбросы шахтных и хозяйственно-бытовых сточных вод и др.). В одном из ручьев, дренирующем отвалы угольного разреза, минерализация воды в это время достигала 957,6 мг/дм<sup>3</sup>, в р. Верхняя Нерюнгри – 266 мг/дм<sup>3</sup> [2]. Поэтому сток растворенных веществ по длине р. Чульман возрастает. Повышается в 2–3 раза содержание солей в воде р. Тимптон ниже впадения р. Чульман (рис. 2).

Таблица 3. Химический состав воды правобережных притоков р. Тимптон в 2010 г.

Показатель, ед. измерения	Река, пункт наблюдения/дата													
	Чукураан, 9		Атчагый-Меленкен, 10		Анамжак, 11		Оюмрак, 17		Кигомок, 19		Нельгую, 21		Сеймдэа, 26	
	29.07	18.09	29.07	17.09	29.07	18.09	29.07	18.09	31.07	18.09	30.07	17.09	30.07	17.09
рН, ед рН	6,9	6,9	6,3	6,3	-	5,8	6,2	5,7	5,8	6,7	6,3	6,4	6,3	6,3
Цветность, град.	120	100	90	90	125	130	75	145	130	105	75	75	60	60
Взвешенное вещество, мг/дм <sup>3</sup>	3,7	<3,0	<3,0	<3,0	5,8	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,1	1,4	1,1	1,5	1,0	1,8	1,4	1,3	1,6	1,0	1,8	1,0	1,5	1,5
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	4,3	5,6	1,6	1,6	1,2	2,4	2,0	2,3	1,6	2,3	4,8	2,7	4,0	4,0
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,6	1,9	1,2	1,9	1,2	1,7	1,0	1,2	1,0	0,9	1,4	0,7	1,4	1,4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	18,3	22,6	10,0	8,5	10,0	7,3	6,7	10,0	6,1	10,0	7,3	14,6	7,3	7,3
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,8	0,3	0,8	0,6	1,0	0,7	0,6	0,8	0,5	0,9	0,4	0,7	0,7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,5	4,8	5,8	5,8	2,1	4,8	4,2	-	4,2	2,1	16,1	3,2	14,5	14,5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,72	0,44	0,49	0,31	0,83	0,44	0,37	0,99	0,44	0,64	0,31	1,30	0,14	0,65
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<0,04	<0,04	0,05	0,18	<0,04	0,14	0,40	<0,04	0,10	0,09	0,28	0,11	0,65	0,65
Fe <sub>общ</sub> <sup>г</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,14	0,16	0,16	0,29	0,17	0,36	0,19	0,54	0,54	0,16	0,19	0,16	0,12	0,12
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	28,5	39,7	17,6	22,8	17,1	22,8	19,3	15,1	18,0	14,6	35,0	24,4	32,5	32,5
Si, мг/дм <sup>3</sup>	3,0	1,9	3,0	<0,5	3,3	<0,5	<0,5	3,8	<0,5	3,8	<0,5	3,6	<0,5	<0,5
ХПК, мг О/дм <sup>3</sup>	31	37	24	26	32	42	18	47	39	28	18	24	14	14
ПО, мг О/дм <sup>3</sup>	19,2	16,1	12,2	15,3	15,2	20,6	13,1	28,0	20,2	17,0	13,5	12,2	10,0	10,0



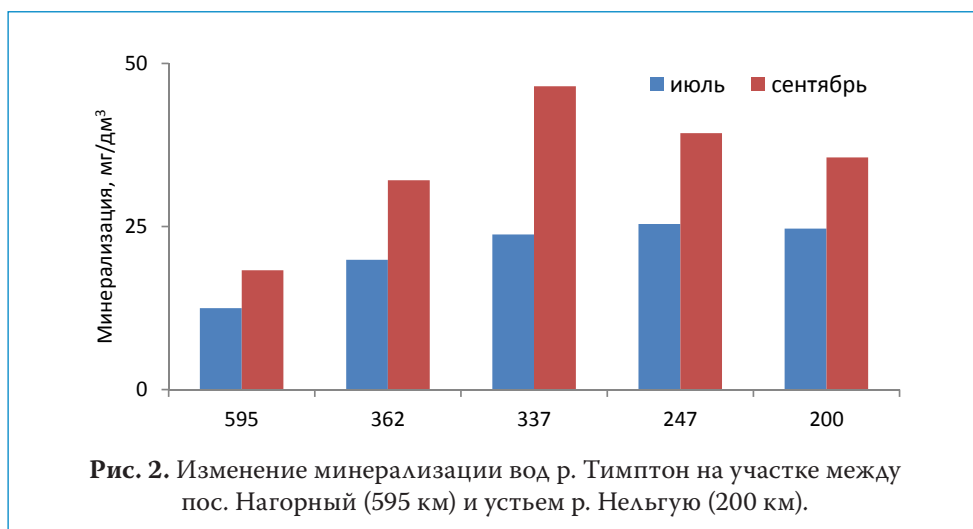


Рис. 2. Изменение минерализации вод р. Тимптон на участке между пос. Нагорный (595 км) и устьем р. Нельгую (200 км).

Таблица 4. Химический состав вод левобережных притоков р. Тимптон в 2010 г.

Показатель, ед. измерения	Река, пункт наблюдения/дата						
	Чульман, 7		Барылас, 13	Хатами, 20		Курунг-Хонку, 24	
	27.07	16.09	17.09	29.07	18.09	30.07	17.09
pH, ед pH	7,0	7,3	7,0	7,1	6,9	6,6	6,7
Цветность, град.	75	45	40	145	85	140	80
Взвешенное вещество, мг/дм³	<3,0	<3,0	<3,0	16,1	6,3	3,5	5,5
O <sub>2</sub> , мг/дм³	9,5	12,3	10,9	–	11,6	9,2	11,6
Na <sup>+</sup> , мг/дм³	1,7	7,2	2,3	1,3	2,5	1,4	3,4
K <sup>+</sup> , мг/дм³	0,4	0,6	0,7	0,3	0,2	0,3	0,2
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм³	5,0	13,5	7,1	4,3	7,1	3,9	6,3
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм³	1,2	3,4	4,3	2,3	2,9	1,3	2,4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм³	18,3	54,9	38,4	23,2	29,3	12,2	12,2
Cl <sup>-</sup> , мг/дм³	0,5	1,3	0,8	0,5	1,0	0,6	0,9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм³	4,8	20,4	9,6	5,3	13,9	5,8	24,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм³	0,33	0,22	<0,05	0,64	0,31	0,56	0,27
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм³	0,28	0,19	0,19	<0,04	<0,04	<0,04	0,06
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм³	0,09	0,07	0,07	0,23	0,39	0,23	0,25
Минерализация, мг/дм³	32,6	102,8	64,9	38,1	59,0	26,3	49,8
Si, мг/дм³	3,4	3,5	3,4	3,8	3,5	3,0	2,1
ХПК, мг O/дм³	15	18	16	35	24	25	26
ПО, мг O/дм³	11,8	9,6	8,2	18,2	13,8	16,6	13,1

Таблица 5. Химический состав вод р. Тимптон в 2010 г.

Показатель, ед. измерения	Пункт наблюдения/дата									
	1		8		12		18		25	
	25.07	16.09	29.07	18.09	29.07	18.09	27.07	16.09	31.07	17.09
pH, ед pH	5,7	5,6	6,4	6,6	6,5	6,9	6,3	6,9	7,7	6,5
Цветность, град.	105	55	140	90	125	65	125	85	140	80
Взвешенное вещество, мг/дм <sup>3</sup>	<3,0	<3,0	65,2	14,5	45,7	5,3	59,1	4,3	7,2	3,7
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	8,7	11,6	9,0	11,6	9,3	11,2	9,2	10,9	8,9	11,6
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,7	1,5	1,2	2,0	1,0	2,6	1,3	2,3	1,4	2,3
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,0	1,2	1,9	4,8	2,3	6,3	2,5	4,8	3,1	5,2
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,4	1,2	1,6	1,4	1,9	1,9	1,6	1,7	1,4	2,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	10,0	8,5	10,0	13,4	14,6	22,6	12,2	18,3	12,8	12,2
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,7	0,6	0,9	0,5	1,0	0,6	0,9	0,5	0,9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,0	2,6	4,2	6,9	2,1	9,6	5,8	8,5	4,2	10,2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,76	0,21	1,03	0,46	0,64	0,21	0,64	0,29	0,68	0,25
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<0,04	0,08	0,12	0,12	0,11	0,29	0,08	0,15	0,06	0,25
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,20	0,15	0,27	0,22	0,21	0,14	0,22	0,21	0,23	0,24
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	12,5	18,3	19,9	32,1	23,8	46,5	25,4	39,3	24,7	35,6
Si, мг/дм <sup>3</sup>	2,4	<0,5	3,6	1,8	3,1	2,6	3,1	1,2	3,5	1,3
ХПК, мг O/дм <sup>3</sup>	29	20	30	33	26	20	38	29	38	26
ПО, мг O/дм <sup>3</sup>	15,7	11,6	20,0	15	18,6	12,7	17,9	14,6	17,3	14,6

Изменяется и химический состав вод по длине р. Тимптон (табл. 5). В верхнем течении по классификации О.А. Алекина [10] она относится к гидрокарбонатному классу, группе магния-кальция, первому типу, а после впадения р. Горбыллах, на водосборе которой активно ведутся вскрышные работы, к гидрокарбонатному классу, группе кальция, второму типу.

Концентрации биогенных и органических веществ в исследованных водотоках изменяются в широких пределах. Во время паводков среди минеральных форм азота преобладает аммонийная. В водах рек бассейна р. Тимптон концентрация иона аммония варьирует в пределах 0,30–1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Наибольшие значения, обусловленные заболоченностью водосборов, отмечаются в верхнем течении руч. Раздольный и р. Малая Хатами. В летне-осеннюю межень содержание аммонийного азота резко снижается, в ряде рек – на порядок.

Концентрации нитратного азота не превышают 0,65 мг/дм<sup>3</sup>, часто находятся ниже предела обнаружения (0,04 мг/дм<sup>3</sup>). Наибольшие значения отме-

чаются в водах рек Сеймдэ, Нельгю и Оюмрак, водосборы которых были пройдены лесными пожарами. Как свидетельствуют исследования на малых реках северного Сихотэ-Алиня, повышенное содержание нитратного азота в водах рек пирогенно измененных водосборов сохраняется в течение длительного времени [12]. Повышенные концентрации нитратов отмечаются в воде р. Чульман (табл. 2) за счет сбросов хозяйственно-бытовых сточных вод. Высокие концентрации (до  $10,8 \text{ мг/дм}^3$ ) наблюдались в воде ручья, впадающего в р. Чульман, дренирующего отвалы угольного разреза [2], дополнительным источником могут быть взрывные работы в карьерах. Данное предположение основано на возрастании концентраций нитратов (до  $16 \text{ мг/дм}^3$ ) в одном из ручьев, дренирующем карьер золоторудного месторождения [13].

Концентрации соединений минерального фосфора и кремния низкие, менее  $0,03$  и  $4,0 \text{ мг/дм}^3$  соответственно. Для сезонного распределения содержания кремния характерно резкое снижение, иногда до значений ниже предела обнаружения, в летне-осеннюю межень в воде многих рек (табл. 1, 3–5) из-за низкого его содержания в надмерзлотных водах. В реках юга Алданского нагорья в это время больших изменений в содержании кремния не наблюдается, возможно, из-за преобладания в питании этих рек вод более глубоких горизонтов (подмерзлотных).

Содержание железа варьирует в пределах  $0,04$ – $0,54 \text{ мг/дм}^3$ . Наименьшие значения отмечаются зимой. В половодье и паводки концентрации возрастают, достигая максимальных значений в водах рек Кигомок и Малая Хатами, для которых характерна высокая цветность вод (табл. 2, 3), т. е. основное количество железа мигрирует в составе органоминеральных комплексов. В водах р. Тимптон концентрации железа изменяются в узких пределах  $0,14$ – $0,27 \text{ мг/дм}^3$ , незначительно снижаясь в летне-осеннюю межень. В водах правобережных притоков Тимптона (Анамжак, Аччагый-Меленкен и др.) содержание железа в этот период возрастает. Такое поведение железа, наряду с повышением минерализации и гидрокарбонатным магниевым-кальциевым составом вод, свидетельствует об увеличении его стока вследствие таяния мерзлоты. Подобное явление отмечалось при изучении химического состава вод р. Адыча на севере Якутии в период максимального оттаивания сезонно-талого слоя [9].

Значительные сезонные колебания характерны для содержания органических веществ. Зимой цветность воды не превышает 5 град. цветности, окисляемость –  $5 \text{ мг О/дм}^3$ . В паводки цветность воды варьирует в пределах 50 – 230 град. цветности; значения ХПК в пределах  $14$ – $47 \text{ мг О/дм}^3$ , перманганатной окисляемости  $8,6$ – $22,4 \text{ мг О/дм}^3$ . В летне-осеннюю межень содержание органических веществ в водах большинства рек снижается (табл. 1–4). Максимальные значения цветности, ХПК и перманганатной

окисляемости отмечаются в водах рек Малая Хатами, Чукурдан, Анамжак и др., бассейны которых в большей степени заболочены в верхнем течении. Различия в содержании органических веществ в водах притоков определяют его распределение по продольному профилю р. Тимптон.

### ВЫВОДЫ

Речные воды бассейна р. Тимптон характеризуются значительными вариациями содержания взвешенных и растворенных веществ, обусловленными природными факторами и хозяйственной деятельностью на водосборах.

Анализ пространственной и временной изменчивости химического состава вод показал, что природные процессы доминируют в его формировании. Определяющими факторами в данном случае являются проявление вертикальной зональности и наличие многолетнемерзлых пород, имеющих островной и прерывистый характер распространения.

Влияние природно-климатических условий предопределило формирование ультрапресных (12,5–102,8 мг/дм<sup>3</sup> предел колебания минерализации в период исследований), слабокислых, нейтральных и слабощелочных вод (рН 4,9–7,7) с низким содержанием биогенных веществ. Повышенное содержание органических веществ (по величине ХПК до 47 мг О/дм<sup>3</sup>), цветности воды (до 230 град. цветности) и концентрации железа (до 0,54 мг/дм<sup>3</sup>) и неоднородность распределения содержания в водотоках обусловлены разной степенью заболоченности водосборов в верхнем течении рек.

Содержание нормируемых ингредиентов в воде р. Тимптон и ее притоках в основном ниже предельно допустимых концентраций. Превышение рыбохозяйственных нормативов отмечается для содержания железа до 5 ПДК, органического вещества (по величине ХПК) до 2,5 ПДК. Повышенное содержание взвешенных веществ (до 65 мг/дм<sup>3</sup>) отмечается в воде р. Тимптон (пункты наблюдения 8, 12, 18) по сравнению с фоновым значением < 3 мг/дм<sup>3</sup> (пункт наблюдения 1).

Техногенное влияние на современном этапе проявляется в повышении содержания взвешенных веществ в воде рек в районах добычи россыпного золота. В районах добычи угля отмечается повышение минерализации и концентраций нитратного азота.

Строительство гидротехнических сооружений сопровождается значительными преобразованиями на водосборе, которые могут стать серьезным фактором вмешательства в функционирование водных экосистем и привести к изменению качества речных вод. Химический состав вод малых рек и особенно водных объектов мерзлотных ландшафтов наиболее уязвим к антропогенному воздействию, в связи с этим возникает необходимость ведения мониторинга поверхностных водных объектов в зоне влияния строящихся гидроузлов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 17. Лено-Индигирский район. Л.: Гидрометеоиздат. 1972. 652 с.
2. Чевычелов А.П., Кузнецова Л.И. Изменение химического состава поверхностных вод р. Чульман и ее притоков в районах угледобычи // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 5. С. 612–616.
3. Ноговицын Д.Д., Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. Гидролого-гидрохимический режим р. Тимптон по материалам инженерно-экологических изысканий по проекту Канкунской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2012. № 11. С. 8–13.
4. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды РД 52.18.595–96 (в ред. изм. № 1, утв. Росгидрометом 11.10.2002; изм. № 2, утв. Росгидрометом 28.10.2009).
5. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Росрыболовства № 20 от 18.01.2010. Зарег. в Минюсте РФ 9 февраля 2010 г., рег. № 16326.
6. Фотиев С.М. Подземные воды и мерзлые породы Южно-Якутского угленосного бассейна. М.: Наука, 1965. 230 с.
7. Шестеркин В.П. К прогнозу качества поверхностных вод Эльгинского месторождения каменных углей (Южная Якутия) // Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем. Владивосток: Дальнаука, 1995. С. 74–78.
8. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2007 году / Министерство охраны природы Республики Саха (Якутия). Якутск: «СМУК-MASTER». 2008. 164 с.
9. Шестеркин В.П. Гидрохимия рек Верхоянья. Хабаровск: Дальнаука. 2000. 98 с.
10. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат. 1970. 444 с.
11. Иванов А.В. Гидрохимические процессы при наледообразовании. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. 108 с.
12. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние катастрофических лесных пожаров на химический состав воды в бассейне р. Анюй (Северный Сихотэ-Алинь) // Вестник СВНЦ. 2016. № 3. С. 47–54.
13. Шевцов В.М., Караванов К.П., Махинов А.Н., Кулаков В.В., Мордовин А.Н., Шапов В.В., Шестеркин В.П. Водные ресурсы горнорудных районов и их преобразование (Юг Дальнего Востока). Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 1998. 159 с.

#### Сведения об авторах:

Шестеркин Владимир Павлович, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИВЭП ДВО РАН), Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56; e-mail shesterkin@iwep.as.khb.ru

**Сиротский Сергей Егорович**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИВЭП ДВО РАН).

Шестеркина Нина Михайловна, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИВЭП ДВО РАН), Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56; e-mail: shesterkina@iwep.as.khb.ru

Таловская Валентина Сергеевна, ведущий инженер, ФГБУН «Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук» (ИВЭП ДВО РАН), Россия, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56; e-mail: tvs@iwep.as.khb.ru

Ерина Оксана Николаевна, канд. геогр. наук, научный сотрудник, ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», географический факультет, Россия, 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, 1; e-mail: tamiblack@yandex.ru

Никитина Оксана Николаевна, координатор проектов по сохранению пресноводных экосистем и устойчивой гидроэнергетике, Всемирный фонд дикой природы (WWF) России, 109240, Москва, ул. Николаевская, д. 19, кв. 3; e-mail: ONikitina@wwf.ru