

УДК 556.004.65

ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ БАССЕЙНА Р. ТИМПТОН В СВЯЗИ С ПРОЕКТИРОВАНИЕМ КАНКУНСКОЙ ГЭС

¹Николаева Н.А., ¹Ноговицын Д.Д., ²Салова Т.А., ¹Пинигин Д.Д.

¹Институт физико-технических проблем Севера им. академика В.П. Ларионова СО РАН, Якутск, e-mail: nna0848@mail.ru;

²Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, e-mail: t.a.salova@prez.ysn.ru

Строительство Канкунской ГЭС в Южной Якутии неизбежно приведет к преобразованию всей окружающей природной среды региона. Особенно это скажется на качественном состоянии воды всего бассейна р. Тимптон. Для оценки изменения состояния водных объектов и подсчета эколого-экономического ущерба были проведены полевые гидрохимические и гидробиологические исследования и дана оценка современного гидрохимического и гидробиологического состояния воды р. Тимптон и его притоков. Выявлено, что содержание большинства нормируемых ингредиентов в воде р. Тимптон на участке проектируемого гидросооружения и ее притоков ниже предельно-допустимых концентраций. Вместе с тем, в настоящее время превышены рыбохозяйственные нормативы по некоторым органическим веществам, содержанию растворенного кислорода, железу, фенолу, цинку, меди, марганцу и АПАВ. Гидробиологическими исследованиями выявлено, что водоемы бассейна р. Тимптон в качественном и количественном отношении очень бедны и являются олиготрофными, что обусловлено суровыми условиями низкоминерализованных горных водоемов криолитозоны с коротким вегетационным периодом и слабым прогревом воды.

Ключевые слова: измерение гидрологических показателей, гидрологические, гидробиологические исследования, оценка современного состояния качества воды

STUDY OF QUALITATIVE STATE OF WATER OF THE TIMPTON RIVER BASIN IN CONNECTION WITH ENGINEERING OF THE KANKUNSKAYA HPP.

¹Nikolaeva N.A., ¹Nogovitsyn D.D., ²Salova T.A., ¹Pinigin D.D.

V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North SB RAS, Yakutsk, e-mail: nna0848@mail.ru;

Institute of Biological Problems of Cryolithozone, e-mail: t.a.salova@prez.ysn.ru

Construction of the Kankunskaya HPP in the South Yakutia will lead inevitably to the natural environment transformation. It will have an impact on qualitative water state of the whole basin of the Timpton River especially. For the purpose of water objects' state change assessment and evaluation of ecological and economic damage, field studies were made on hydrochemical and hydrobiologic state of water of the Timpton River and its tributaries and its modern state assessment was given. It is shown, that content of majority of the rated ingredients in water of the Timpton River on the anticipated reservoir area and of its tributaries are less than the maximum allowable content. And with it, currently standards for fisheries are preceded on several organic substances, dissolved oxygen level, iron, phenols, zinc, copper, manganese and anionic surface-active agent. By the means of hydrobiologic study, it is disclosed, that the Timpton River basin water reservoirs are very poor qualitatively and quantitatively, and are oligotrophic, because of the severe condition of low-mineralized mountain ponds of the permafrost with short vegetation period and weak heating of water.

Keywords: measurement of hydrological parameters, hydrological, hydrobiologic studies, assessment of modern water condition state

Интенсификация экономического и промышленного развития Республики Саха (Якутия) предполагает возможное строительство Канкунской ГЭС на р. Тимптон в Южной Якутии, которое окажет существенное влияние на всю экосистему реки Тимптон.

В наибольшей степени будет изменено качественное состояние воды водохранилища. Необходимым этапом всех изыскательских работ является изучение состояния природной среды до начала строительства. В связи с этим были проведены исследования современного гидрологического, гидрохимического и гидробиологического состояния воды р. Тимптон и его притоков.

Гидрологические исследования

Длина р. Тимптон составляет 644 км, площадь водосбора – 44400 км². Река берет

начало с северных склонов хребта Становой, где наивысшие вершины достигают высоты 1599 и 1512 м над уровнем моря. По последней классификации рек СССР – классификации П.С. Кузина (1960) – река Тимптон относится большей частью к рекам лесной зоны с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года.

Весеннее половодье на реке обычно начинается со второй пентады мая и заканчивается в четвертой пентаде июня. Начало весеннего половодья в зависимости от сроков наступления весенних процессов колеблется в довольно широком диапазоне. Наиболее раннее начало весеннего половодья отмечено в середине пятой пентады апреля в 1975 г., а наиболее позднее начало наблюдалось в 1969 г. в середине мая. Наивысший годовой уровень, как правило, наблюдается

в период весеннего половодья. В годы, когда наблюдаются высокие дождевые паводки, наивысшие уровни при паводках могут превышать наивысшие уровни весеннего половодья. Наивысший годовой уровень наблюдается в период дождевых паводков каждый третий год.

Годовая амплитуда колебания уровня воды обычно равняется 8,5 м, в наиболее многоводные годы может превысить 10 м. В маловодные годы амплитуда уровня не превышает 6,5 м.

После прохождения весеннего половодья наступает летне-осенняя межень, которая прерывается дождевыми паводками. Наиболее часто дождевые паводки наблюдаются в июне и в августе. После прохождения весеннего половодья до появления ледовых явлений на р. Тимптон наблюдается формирование до 10 дождевых паводков различной величины. Самое раннее начало наибольшего в году дождевого паводка отмечено в 1976 г. 15 июня, а самое позднее – первого сентября.

Гидрохимические исследования были проведены на р. Тимптон до створа Канкунской ГЭС и на его притоках Горбыллах, Чульман, Чульмакан, Оччугуй Мелемкен, Оюмрак, Хатыми, Кигомок, Атыр, Курунг-Хоонку, Анамдяк, Нельгюу.

В результате отбора проб воды и лабораторного определения их химического состава проведен анализ результатов и дана оценка современного гидрохимического состояния рек бассейна р. Тимптон.

В связи с тем, что р. Тимптон в настоящее время относится к категории рыбохозяйственных водоемов, для сравнительного анализа были использованы предельно-допустимые концентрации вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (ПДК_{рх}).

Минерализация воды. Основным источником питания реки Тимптон являются воды, формирующиеся непосредственно на поверхности водосбора. В целом минерализация воды обследованных водотоков низкая и далека до предельно-допустимых норм (1000 мг/дм³).

Определено, что минерализация в большинстве случаев не превышает 100 мг/дм³, в среднем от 60 до 70 мг/дм³ при ПДК_{общ}, равном 1000–1500 мг/дм³ и ПДК_{рх} – 1000 мг/дм³. Минерализация свыше 100 мг/дм³ отмечается лишь на некоторых ее притоках (устье ручья Атыр, сухой остаток 110 мг/дм³). Солевой состав воды в основном мало меняется на всех участках реки.

В ионном составе воды р. Тимптон преобладающим является гидрокарбонат-ион (до 32,9 мг/дм³) и только в районе верхнего

подпора и выше устья р. Чульман преобладает сульфат-ион (до 17,2 мг/дм³) при ПДК_{рх}, равном 100 мг/дм/м³. Сульфат-ион также доминирующим является в водах некоторых притоков (реки Хатыми, Атыр, Курунг-Хоонку, Оччугуй Мелемкен), что, возможно, связано с разгрузкой подземных вод. Содержание хлоридов во всех пробах воды ниже 3 мг/дм³, при ПДК_{рх} 300 мг/дм³. Содержание остальных солей (натрия, калия) также намного ниже предельно-допустимых значений. Содержание фторид-иона также находится значительно ниже ПДК (около 0,1–0,2 мг/м³ при ПДК = 1,5 и ПДК_{рх} = 0,75).

По количеству взвешенных веществ вода во всех отобранных пробах превышает ПДК примерно в 12 раз. ПДК_{рх} = 0,25 мг/дм³.

Вода реки Тимптон по [1] очень мягкая, жесткость не превышает 0,7 мг-экв/дм³, в единичных случаях коэффициенты жесткости составляют 1,5 мг-экв/дм³ (устье ручья Атыр) и 2,5 мг-экв/дм³ (устье ручья Оччугуй Мелемкен), которые соответствуют мягким водам. Вода реки нейтральная, *ph* в пределах 6,5–7,5, что соответствует ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения.

По газовому составу вода обследованных рек вполне отвечает требованиям, предъявляемых нормативами водоемов рыбохозяйственного назначения: кислородный режим водотока удовлетворительный, содержание двуокиси углерода (20–30 мг/дм³) и растворенного кислорода более 10 мг/дм³ во всех пробах ниже предела обнаружения определяемым методом и ниже его средних концентраций в воде рек и озер.

Биогенные вещества. Биологическая продуктивность водоема, как и качество вод, в значительной степени зависит от содержания биогенных и органических веществ, которое определяется жизнедеятельностью бактерий и фитопланктона. Их количество определяется речным и поверхностным стоками, а также внутриводоемными процессами. В воде обследованных водотоков влияние этих факторов на динамику биогенных веществ незначительно, что, возможно, объясняется слабым развитием фитопланктона.

Аммонийный азот. Повышенное (2,88 ПДК_{рх}) содержание аммонийного азота отмечено в одной пробе, отобранной на верхнем подпоре р. Тимптон, что указывает на некоторое ухудшение санитарного состояния водотока на данном участке. Для всех других точек отбора реки и ее притоков, а также обследованных притоков р. Алдан (реки Малый Нимныр, Орто-Сала) показатели ниже ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения, равного 0,5 мг/дм³.

Нитриты. По всем водотокам значения концентрации нитрит-иона при ПДК_{рх},

равном $0,08 \text{ мг/дм}^3$, незначительные ($< 0,005 \text{ мг/дм}^3$), что указывает на отсутствие свежего загрязнения. Исключением является проба, взятая на устье р. Хатыми, где было отмечена концентрация $1,35 \text{ ПДКрх}$ ($0,108 \text{ мг/дм}^3$).

Нитраты. Содержание нитратов в водотоках во много раз ниже допустимых норм. При ПДК равном 40 мг/дм^3 , и ПДКрх равном 45 мг/дм^3 концентрации во всех точках не превышают 3 мг/дм^3 .

Фосфор. Содержание фосфатов в воде обследованных водотоков находится практически на одном уровне, значительно ниже ПДК. В единственной пробе (устье р. Атыр) концентрация фосфатов приближена к нормативам для рыбохозяйственных водоемов и составляет $0,16 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК = $0,2$).

Железо. ПДК железа для рыбохозяйственного водопользования – $0,1 \text{ мг/дм}^3$. В воде реки Тимптон содержание ионов железа составляет 2 ПДКрх ($0,22 \text{ мг/дм}^3$). Повышенное содержание железа (от $1,5$ до $3,3 \text{ ПДК}$, максимум до 4 ПДК (устье ручья Кигомок)) характерно для большинства ее притоков.

Содержание двуоксида кремния в большинстве отобранных образцов находится на уровне ниже 1 ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого значения (10 мг/дм^3).

Органические вещества. Оценка общего количества органического вещества (ХПК) произведена по результатам определения бихроматной окисляемости. Содержание органического кислорода в р. Тимптон превышает допустимую концентрацию во всех точках отбора и составляет от $1,1$ до $1,7 \text{ ПДКрх}$ (ПДКрх = $1,5$), редко приближаясь к 2 ПДКрх . Максимальные показатели достигают в устьях притоков Анамдяк, Оюмрак, Кигомок ($2,2$ – $2,7 \text{ ПДКрх}$). Показатель в воде р. Кигомок – $33,6 \text{ мг/дм}^3$.

БПК₅. Величина БПК₅ во всех точках отбора ниже ПДКрх, равной $3,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В целом, качество воды для рыбохозяйственного водопользования по этому показателю можно считать вполне удовлетворительным. Превышение до $1,5 \text{ ПДКобщ}$, равной $2 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, выявлено почти во всех точках отбора бассейна р. Тимптон.

Нефтепродукты. Концентрация нефтепродуктов, относящихся к опасным загрязнителям в пробах значительно ниже ПДКрх (ПДК_{рх} = $0,05 \text{ мг/дм}^3$).

Фенолы. Фенолы в воде рек находятся в концентрациях в среднем $2,0$ – $2,5 \text{ ПДКрх}$, в единичном случае $12,3 \text{ ПДКрх}$ зафиксировано в устье р. Горбыллах ($0,0123 \text{ мг/дм}^3$).

Тяжелые металлы. Медь, по данным количественного анализа проб, отобранных в створах реки Тимптон, находится в концентрациях от $2,7$ до $8,0 \text{ ПДКрх}$, в среднем

до 5 ПДКрх (ПДКрх = $0,001$). Максимальная концентрация в 8 ПДКрх установлена в точке 1 (верхний подпор) и равняется $0,008 \text{ мг/дм}^3$. В притоках р. Тимптон содержание меди варьирует от 2 до 4 ПДК , достигая максимального значения в 5 ПДК в устье р. Чульман. В воде источников содержание меди составляет $0,003$ – $0,0036 \text{ мг/дм}^3$.

Содержание цинка в воде реки Тимптон в основном ниже нормативов, только в двух пробах превысило ПДКрх: $1,8 \text{ ПДКрх}$ (ниже устья ручья Оччугуй Мелемкен), $2,2 \text{ ПДКрх}$ (ниже устья ручья Оюмрак). Превышения ПДКрх в $3,8$ до $4,3$ раза установлены в устьях рек Оччугуй Мелемкен, Оюмрак, Анамдяк. Несколько повышенные содержания цинка фиксируются в воде источников, $0,044$ – $0,048 \text{ мг/дм}^3$. В воде притоков Алдана содержание цинка в основном не превышает ПДКрх, максимальные значения составляют $2,8 \text{ ПДКрх}$, исключением является проба воды р. Малый Нимныр с т. 41 ($5,6 \text{ ПДКрх}$).

Концентрация марганца в воде обследованных водотоков не превышает 2 ПДК , в единичных случаях достигла значения $4,7 \text{ ПДКрх}$ ниже устья рек Оччугуй Мелемкен, Анамдяк. Концентрация марганца в $9,2 \text{ ПДКрх}$ фиксируется также в т. 41 (р. Малый Нимныр, район п. Ефимовка).

Содержание мышьяка – загрязнителя 1 класса опасности, находится намного ниже ПДКрх и ниже предела обнаружения определяемым методом.

Кадмий, являющийся опасным загрязняющим веществом, также находится ниже предела обнаружения – $< 0,0001 \text{ мг/дм}^3$.

Содержание ртути находится ниже предела обнаружения определяемым методом, а содержание свинца в отобранных образцах находится в пределах $0,3$ – $0,5 \text{ ПДКрх}$ и около 1 ПДК общ. во всех точках отбора при ПДКрх = $0,006 \text{ мг/дм}^3$.

К специфическим загрязнителям относятся поверхностно-активные вещества (АПАВ). Загрязненность ими (до 5 – 7 ПДКрх , редко до 9 ПДКрх), характерна для притоков р. Тимптон (Хатами, Горбыллах, Чульман, Баралас). Также в концентрациях от 7 до $9,6 \text{ ПДКрх}$ данные вещества содержатся в притоках р. Алдан: Малый Нимныр, Орто Сала, Орочен.

Таким образом, содержание большинства нормируемых ингредиентов в воде р. Тимптон на участке проектируемого гидросооружения и ее притоков ниже предельно-допустимых концентраций. Вместе с тем, в настоящее время превышены рыбохозяйственные нормативы по следующим ингредиентам: химическому потреблению кислорода, железу, фенолу, цинку, меди, марганцу и АПАВ.

Гидробиологические исследования

Для оценки состояния водных экосистем, испытывающих влияние антропогенных факторов, важное значение имеют исследования гидробиологического состояния воды как основы их биологической и рыбохозяйственной продуктивности.

Качество вод и состояние экологических систем характеризует состояние зообентоса, зоо- и фитопланктона, а наиболее четко и надежно изменения водной среды за длительные периоды времени характеризуют качественное и количественное состояние зообентоса или донной фауны [4–5].

В естественных условиях гидробиологические объекты обладают относительным постоянством видового состава и динамической устойчивостью. Любое изменение условий существования организмов отражается на видовом составе, количественных показателях, соотношениях отдельных таксономических групп и является высокочувствительным показателем степени загрязнения водоема.

Развитие донной фауны в основном русле реки Тимптон зависит от целого ряда факторов: характера грунтов, скорости течения, уровня режима, температуры воды, характера обменных процессов с озерной системой, а также степени и направленности антропогенного пресса.

Различие скоростей течения обуславливает состав донных отложений на различных биотопах и участках. При замедленном течении откладываются илистые грунты, при ускоренном – галечные и каменистые грунты. Характер грунта определяет биотоп водоема. Наряду с перечисленными факторами на состав донных отложений водоемов оказывают большое влияние биоценологические группировки организмов.

Грунты в основном каменистые или песчано-галечные, редко с примесью иловых, суглинистых наносов, еще реже – в заливах – отложения детрита. Почти для всех станций характерны обрастания камней водорослями. Макрофиты отмечены лишь в озерах. На исследуемых участках нами отмечено 2 основных биоценоза, это – каменистые и смешанные грунты (каменисто-галечные, каменисто-песчаные).

Биоценоз каменистых грунтов характерен для русловой части реки и перекатов. Донная фауна представлена личинками ручейников, поденок, мошек и хирономид, а также моллюсками. Доминирующее положение по частоте встречаемости занимали личинки ручейников, на отдельных станциях на их долю приходилось более 85%. Субдоминанты – личинки поденок и хирономид. Другие группы имеют второстепенное значение.

Биоценозы смешанных грунтов (каменисто-галечные, каменисто-песчаные) встречаются на плесах и заводах. В составе донной фауны отмечены олигохеты, моллюски, личинки веснянок, поденок, ручейников. Доминирующее положение по частоте встречаемости занимают поденки и моллюски. Субдоминанты – личинки хирономид и веснянок. Представители других таксономических групп занимают второстепенное положение.

Изучение качественной характеристики донной фауны изучаемого участка реки Тимптон и ее притоков зоны затопления выявило ее реофильный характер. Современный состав бентофауны насчитывает 8 таксономических групп: нематоды, олигохеты, моллюски, личинки хирономид, поденок, ручейников, веснянок и мошки. Доминирующее положение по биомассе и по численности занимают организмы с широкой экологической валентностью – личинки ручейников и хирономид.

Ниже приводится краткая характеристика основных таксономических групп донной фауны в районе исследования.

Тип Кольчатые черви (Annelidae). На исследуемых участках нами отмечены представители двух классов – Нематоды (Nematoda) и Олигохеты (Oligochaeta), встречающиеся на грунтах с повышенным содержанием органических веществ, расположенных в литоральной зоне на мелководье. *Тип Моллюски (Mollusca)*. Нами встречены представители класса Двустворчатые (Bivalvia), обнаружены в единичном на плесах и заводах на песчаных грунтах. *Тип Членистоногие (Arthropoda)*. Обнаружены представители одного класса данного типа Насекомых (Insecta), представленного 5-ю отрядами. *Отряд Веснянки (Plecoptera)*. На песчано-галечных грунтах найдены представители двух семейств. *Отряд Поденки (Ephemeroptera)*. Личинки поденок занимали доминирующее положение и были найдены практически на всех исследуемых участках. Представители данного отряда относятся к наиболее распространенным гидробионтам и заселяют разные биотопы.

Отряд Ручейники (Trichoptera). Личинки ручейников, как и личинки поденок, составляют основу донного населения исследованных водоемов. Встречены на каменисто-галечных и песчано-галечных грунтах реки Тимптон и ее притоках. *Отряд Двукрылые (Diptera)* представлен 2 семействами – Simuliidae (мокрецы), Chironomidae (хирономиды). Представители этих семейств заселяют различные типы грунтов, от каменисто-галечных до песчано-илистых, и обнаружены на всех исследуемых участках.

Количественные параметры зообентоса водотоков реки Тимптон могут быть охарактеризованы как чрезвычайно низкие: предельные значения которых по биомассе за период исследования составляли 0–0,9 г/м² при плотности 0–72 экз./м². Средняя биомасса бентоса реки Тимптон составляла 0,0147 г/м², плотность 16 экз./м². На исследованном участке реки имеется множество притоков и ручьев – основных поставщиков донной фауны. Нами обследованы устьевые участки 9 притоков р. Тимптон. Зообентос малых водотоков представлен 1–6 таксономическими группами: нематоды, олигохеты, моллюски, ручейники, поденки и хирономиды. Доминирующими в донных сообществах малых водотоках, как по плотности, так и по биомассе являются личинки амфибиотических насекомых. Следует подчеркнуть, что их количественные показатели также невелики.

Таким образом, гидробиологическими исследованиями выявлено, что водоемы бассейна р. Тимптон в качественном и количественном отношении очень бедны и являются олиготрофными, что обусловлено суровыми условиями низкоминерализованных горных водоемов криолитозоны с коротким вегетационным периодом и слабым прогревом воды.

Список литературы

1. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. – Л., Гидрометеиздат, 1960. – 454 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидромете-

издат, 1953. – 296 с.

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. – М., 2012. – № 11. – С. 8–13.

4. Жадин В.И. Жизнь в реках // Жизнь пресных вод СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – Т.3. – С. 113–256.

5. Константинов А.С. Общая гидробиология. – 4-е изд. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.

References

1. Kuzin P.S. Klassifikaciya rek i gidrologicheskoe rayonirovanie SSSR (Classification of rivers and hydrological zoning of the USSR). Leningrad, Gidrometeoizdat, 1960. 454 p.

2. Alyokin O.A. Osnovy gidrokhimii (Fundamentals of hydrochemistry). Leningrad: Gidrometeoizdat, 1953. 296 p.

3. Nogovitsyn D.D., Nikolaeva N.A., Pinigin D.D. Gidrologo-gidroximicheskij rezhim r. Timpton po materialam inzhenerno-ekologicheskix izyskaniy po proektu Kankunskoy GES (Hydrological-hydrochemical regime of the Timpton River based on data of ecologic-engineering surveys for design of the Kankunskaya HPP). Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo – Hydropower engineering, 2012, no. 11, pp. 8–13.

4. Zhadin V.I. Zhizn v rekax (Life in rivers). Zhizn presnykh vod SSSR – Life of fresh waters of the USSR. Moscow; Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1950. Vol. 3, pp. 113–256.

5. Konstantinov A.S. Obshhaya gidrobiologiya (General Hydrobiology). 4th edition. Moscow: Vysshaya shkola, 1986. 472 p.

Рецензенты:

Журавская А.Н., д.б.н., главный научный сотрудник Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск;
Гермогенов Н.И., д.б.н., зам. директора Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск.

Работа поступила в редакцию 05.09.2014.