

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ РЕК ЮЖНОЙ ЯКУТИИ В ЗОНЕ РАЗРАБОТКИ ЭЛЬКОНСКОГО УРАНОВО-РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Салова Т.А.<sup>1</sup>, Николаева Н.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, (677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41), t.a.salova@prez.ysn.ru

<sup>2</sup>Институт физико-технических проблем Севера имени академика В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск, Россия (677007, г. Якутск, ул. Октябрьская, 1) e-mail: nna0848@mail.ru

Проведены гидрохимические и гидробиологические исследования воды бассейна р. Алдан в зоне влияния Эльконского ураново-рудного месторождения. Определено, что поверхностные воды региона исследований маломинерализованные, с преимущественно нейтральной средой и очень мягкими водами. В ионном составе преобладают гидрокарбонаты и кальций. Превышения нормативов предельно допустимых концентраций для вод рыбохозяйственного значения, отмеченные по общему железу, меди и цинку в р.р. Алдан, Курунг, Элькон и Большой Ыллымах, в целом характерны для рек Южной Якутии и имеют естественное происхождение. Состав и обилие бентоса зависят от многих факторов, из которых наибольшее значение имеют гидрохимический состав воды, газовый режим, глубина, подвижность воды, колебания уровня. Распределение бентофауны исследованных рек неравномерно. Наблюдается заметная приуроченность организмов к заливам, приустьевым районам впадающих рек. Исследованные водотоки типологически представляют собой ритраль. Основная часть видов зообентоса относится к амфибиотическим: на долю насекомых приходится более 70 %.

Ключевые слова: гидрохимическое и гидробиологическое состояние природных вод.

## HYDROCHEMICAL AND HYDROBIOLOGICAL STUDY OF WATER OF RIVERS OF THE SOUTH YAKUTIA ON AREA OF DEVELOPMENT OF THE ELKON URANIUM ORE DEPOSIT

Salova T.A.<sup>1</sup>, Nikolaeva N.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biological Problems of Cryolithozone, Yakutsk, (677980, Yakutsk, Lenin av., 41), t.a.salova@prez.ysn.ru

<sup>2</sup>V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North SB RAS, Yakutsk, Russia (677007, Yakutsk, ul. Oktyabrskaya, 1) e-mail: nna0848@mail.ru

Hydrochemical and hydrobiological studies of water basin of the River Aldan in the zone of impact of the Elkon uranium ore deposits are conducted. It is determined that surface water of the region of research is low-mineralized, with predominantly neutral medium and very soft water. In the ionic composition bicarbonates and calcium dominate. Exceedance of maximum permissible concentrations of water for fishery marked with iron, copper and zinc in the rivers Aldan, Kurung, Elkon and Bolshoy Yllymakh, generally characteristic of the Rivers of South Yakutia and are of natural origin. Composition and abundance of benthic depend on many factors, of which the most important are the hydrochemical content of water, gas regime, depth, mobility of water level fluctuations. Distribution of benthic fauna of studied rivers is unevenly. There is a marked confinement of organisms to bays, estuarine areas of inflowing rivers. Studied streams are typologically rithral zone. The main part of zoobenthos species refers to amphibiotic insects, they accounted for more than 70%.

Keywords: hydrochemical and hydrobiological state of natural waters.

Предварительные результаты геолого-экономических и технологических исследований свидетельствуют о возможности рентабельного освоения одного из крупнейших в мире Эльконского месторождения урановых руд, запасы которого превышают 300 тыс. т. Созданный при этом Эльконский горно-металлургический комбинат сможет производить до 5 тыс. т. урана в год [6].

Среди комплекса возникающих при этом различных проблем выделяется: экологическая, охватывающая изучение воздействия производства по добыче и обогащению урановых руд на

компоненты природной среды. При этом одним из важнейших становится вопрос по изучению современного гидрохимического и гидробиологического состояния поверхностных вод бассейна р. Алдан, которые будут подвергнуты влиянию производственных стоков комбината.

В связи с этим в 2009–2010 гг. были проведены комплексные исследования качественного состояния поверхностных вод бассейна р. Алдана. При этом, на реках Алдан, Якобит, Большой Ыллымах, Элькон, Эльконкан, Курунг, Желинда и их притоках проводились гидрохимические исследования, а на реках Алдан, Элькон, Желинда, Редерги (левый приток р. Элькон,) ручье Васька Юрюйтэ (левый приток р. Желинда) – гидробиологические.

*Гидрохимические исследования.* Гидрохимическое состояние воды этих рек является малоизученным. В районе Эльконского уранового месторождения пункты гидрохимического наблюдения за качеством вод отсутствуют. Ближайший пункт наблюдения находится на реке Алдан, 0,5 км выше г. Томмот.

Отбор проб воды на химический анализ производился согласно ГОСТ Р 51592-2000 в период весеннего паводка. Всего было отобрано 27 проб воды. Хранение проб осуществлялось согласно ГОСТ 17.1.5.05-85., транспортировка – в пластиковой и стеклянной таре, обеспечивающей их сохранность.

Пробы воды были проанализированы в лаборатории физико-химических методов анализа ФГНУ ИПЭС (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.517741 от 15.03.2010) с использованием методов потенциометрии, капиллярного электрофореза, атомной абсорбции.

В результате гидрохимических анализов выявлено, что по классификации Алекина О.А. [1] исследованные поверхностные воды Эльконского месторождения характеризуются преимущественно гидрокарбонатно-кальциевым составом, доля гидрокарбонатно-кальциево-магниевого вод невелика. Все изученные воды малой минерализации (до 200 мг/дм<sup>3</sup>).

По водородному показателю в поверхностных водах Эльконского месторождения преобладают нейтральные (85 %) воды. Слабощелочные воды составляют 11 %, а слабокислые – 4 % от всех исследованных вод.

По показателю общей жесткости доминируют очень мягкие воды (до 1,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>), что составляет 74 %, а также встречаются мягкие воды, составляющие 26 %.

Во время весеннего паводка на поле были выполнены анализы «первого дня», т.е. в отобранных пробах был определен газовый состав воды. Выявлено, что содержание растворенного кислорода на всех исследуемых точках было высоким и колебалось от минимальной величины в 9,38 мг О<sub>2</sub>/л в точке р. Большой Ыллымах, составившей 67 % насыщения до максимальной величины в 15,92 мг О<sub>2</sub>/л, составившей 113,7 % насыщения в р.

Курунг. Содержание двуокси углерода было в норме. Таким образом, газовый режим в период паводка в реках бассейна Алдан удовлетворительный.

Из органических веществ в 19 % пробах выявлено превышение предельно-допустимых значений для водоемов рыбохозяйственного значения по нефтепродуктам. Высокое содержание данного органического вещества отмечено в р. Алдан в точке наблюдения 500 м выше устья р. Элькон.

В отношении микроэлементного состава определено, что превышения нормативов ПДК для рыбохозяйственных целей (далее ПДК<sub>вр</sub>) отмечаются по общему железу, цинку и меди. Остальные микроэлементы находятся ниже предела обнаружения или в пределах нормативов ПДК<sub>вр</sub>.

Так, количество проб, где отмечается превышение нормативов ПДК<sub>вр</sub> по общему железу, составляет 37 %. Экстремально высокое содержание общего железа (до 19,9 ПДК<sub>вр</sub>) выявлено в р. Алдан в точке 500 м ниже устья р. Джелинда.

Во всех исследованных водах отмечается превышение нормативов ПДК<sub>вр</sub> по меди от 1,2 до 5,8 раз. Максимальное превышение зафиксировано в р. Алдан в точке наблюдения 500 м выше г. Томмот.

В реках Алдан и его притоках Курунг, Элькон, Большой Ыллымах наблюдается высокое содержание цинка до 10–14 ПДК<sub>вр</sub>.

Таким образом, поверхностные воды, протекающие на территории Эльконского месторождения, характеризуются как маломинерализованные с преимущественно нейтральной средой и очень мягкими водами. В ионном составе преобладают гидрокарбонаты и кальций. Превышения нормативов ПДК<sub>вр</sub> отмеченные по общему железу, меди и цинку в р.р. Алдан, Курунг, Элькон и Большой Ыллымах, в целом характерно для рек Южной Якутии и имеют естественное происхождение. Из загрязняющих веществ отмечено превышение содержания нефтепродуктов.

*Гидробиологические исследования.* Прямую оценку состояния водных организмов в водоемах, испытывающих техногенное воздействие, обеспечивают гидробиологические наблюдения. Наиболее четко характеризует качество вод и состояние экологических систем зообентос. Благодаря продолжительному жизненному циклу многих видов донных организмов их сообщества, они надежно характеризуют изменения водной среды за длительные периоды времени.

Гидробиологические объекты в естественных условиях характеризуются относительным постоянством видового состава и динамической устойчивостью. Любое изменение условий существования организмов отражается на видовом составе, количественных показателях, соотношениях отдельных таксономических групп и являются высокочувствительным

показателем степени загрязнения водоема.

Сбор и обработка проб зообентоса проводились по методике [2]: в полевых условиях качественные пробы были собраны путем смыва донных организмов с камней, количественные – собирались с помощью скребка с площадью захвата 0,05 м, биоматериал подвергался фиксированию. В лабораторных условиях производились выборка организмов из отмытых проб, взвешивание организмов на торсионных весах, определение качественного состава бинокля МБС-1 и микроскопа Laboval [3–4]. При определении видовой принадлежности донной фауны использовался определитель пресноводных беспозвоночных [5].

Расчет численности зообентоса на 1 м<sup>2</sup> осуществлялся по формуле:

$$N = \frac{N_{\text{общ}} \cdot 1 \text{ м}^2}{S},$$

где  $N$  – количество организмов на 1 м<sup>2</sup> исследуемого грунта;

$N_{\text{общ}}$  – общая численность встреченных особей в одной пробе;

$S$  – площадь собранного грунта.

Расчет биомассы каждой пробы на 1 м<sup>2</sup> проводили по формуле:

$$B = \frac{B_{\text{общ}} \cdot 1 \text{ м}^2}{S},$$

где  $B$  – вес организмов на 1 м<sup>2</sup> исследуемого грунта;

$B_{\text{общ}}$  – общая биомасса встреченных особей в одной пробе;

$S$  – площадь собранного грунта.

Качественный состав бентофауны складывается в основном из распространенных форм, присущих пресным водоемам Сибири. Всего, по результатам наших исследований, зообентос исследованных водоемов представлен 3 типами: кольчатыми червями (класс малощетинковых), членистоногими (класс насекомых) и моллюсками.

Зообентос водоемов района исследования представлен олигохетами, моллюсками, личинками хирономид, веснянок, поденок, ручейников, стрекоз, мошки.

Доминирующее положение как по частоте встречаемости, так и по биомассе занимали личинки ручейников и хирономид.

Основная часть видов зообентоса относится к амфибиотическим насекомым – на их долю приходится более 70 %.

Состав и обилие бентоса зависят от многих факторов, из которых наибольшее значение имеют гидрохимический состав воды, газовый режим, глубина, подвижность воды, колебания уровня.

Огромную роль в распределении различных форм бентоса также играет различие

скоростей течения воды, обуславливающее состав донных отложений на различных участках реки. В местах замедленного течения откладываются илистые грунты, а на участках ускоренного и быстрого течения, в зависимости от скорости – галечные и каменистые. Распределение бентических форм на различных биотопах водоема обусловлено целым рядом факторов и находится в тесной зависимости от гидрологического режима водоема, изменения температур, химического и газового состава вод по сезонам года и т.д.

Распределение бентофауны исследованных рек неравномерно. Наблюдается заметная приуроченность организмов к заливам, приустьевым районам впадающих речек. Исследованные водотоки типологически представляют собой ритраль.

Состав и количество бентоса сильно изменяется вместе с изменением характера грунта, причем при переходе к грунтам совершенно иного типа. Наряду с перечисленными факторами, состав отложений дна водоемов оказывает большое влияние на биоценологические группировки организмов.

На всем протяжении исследуемого района донные грунты можно разделить на 2 биоценоза. Это биоценозы каменистых и каменисто-песчаных грунтов, в заливах встречаются заиленные пески.

Биоценоз каменистого побережья (литореофильный) встречается почти на всех станциях, в нем обнаружены личинки хирономид, веснянок, поденок, ручейников, мошки, олигохеты, и моллюски.

Доминирующее положение по биомассе и численности занимали личинки ручейников и хирономид: на их долю приходилось на отдельных станциях иногда более 50 %. Затем следуют личинки поденок. Другие группы занимали второстепенное положение.

На каменисто-песчаном грунте также найдены фрагменты литореофильного биоценоза: личинки хирономид, поденок, ручейников, а так же олигохеты, и моллюски. Доминирующее положение, как по биомассе, так и численности занимали моллюски и олигохеты, все остальные группы были второстепенными.

По предварительным данным, количественные показатели донной фауны в районе исследования следующие: на р. Алдан общая численность составляет 451 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 12,23 г/м<sup>2</sup>; на р. Элькон численность – 12 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 0,9 г/м<sup>2</sup>; на р. Джелинда численность – 582 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 6,8 г/м<sup>2</sup>; на ручье Васька Юрюйэтэ численность составила – 24 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 0,98 г/м<sup>2</sup>; на р. Редерги численность – 24 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 0,98 г/м<sup>2</sup>.

В целом, в связи с возможным крупномасштабным освоением Эльконского уранового рудного поля и строительством горно-металлургического комбината необходимо проводить дальнейшие гидрологические, а также гидрохимические и гидробиологические исследования, а также организовать сеть мониторинговых наблюдений за качеством поверхностных вод

бассейна Алдана.

### Список литературы

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 296 с.
2. Жадин В.И. Жизнь в реках // Жизнь пресных вод СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – Т. 3. – С. 113-256.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах.– Л.: Наука, 1981. – 32 с.
4. Методы исследования качества воды водоемов. – М., 1990. – 231 с.
5. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / под ред. Л.А. Кутиковой и Я.И. Старобогатова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 512 с.
6. Шаталов В.В., Тарханов А.В., Никольский А.Л. Новая концепция освоения резервных месторождений Эльконского ураново-рудного района в Республике Саха (Якутия) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2006. – № 5.

### Рецензенты:

Журавская Алла Николаевна, д.б.н., главный научный сотрудник Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск;

Гермогенов Николай Иванович, д.б.н., зам. директора Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск.