

УДК 574.5 + 597-15 + 556

В.Д. Богданов
член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор
ФБГУН Институт экологии растений и животных Уральского
отделения РАН
Е.Н. Богданова
научный сотрудник
ФБГУН Институт экологии растений и животных Уральского
отделения РАН
И.П. Мельниченко
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
ФБГУН Институт экологии растений и животных Уральского
отделения РАН
Л.Н. Степанов
научный сотрудник
ФБГУН Институт экологии растений и животных Уральского
отделения РАН
М.И. Ярушина
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
ФБГУН Институт экологии растений и животных Уральского
отделения РАН

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ БИОРЕСУРСОВ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ БОВАНЕНКОВСКОГО ГАЗО-КОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ¹

¹ Статья подготовлена в рамках проекта Президиума РАН № 12-П-47-2013 и проекта Президиума УрО РАН «Арктика» № 12-4-3-012.

Приводятся данные по ихтиофауне и кормовой базе рыб на территории Бованенковского ГКМ. Дана оценка рыбохозяйственного значения и промысловый потенциал водных объектов, гидробиологическая характеристика водных объектов территории исследований. Показано, что обустройство БГКМ приводит к перепромыслу рыб и изменению состояния водных экосистем, связанному с нарушением стока, засыпкой пойменных водоемов, пересечением водотоков коммуникациями, водозабором, загрязнением, добычей песка. Выявлены реакции гидробионтов на антропогенное влияние в зоне обустройства месторождений газа и даны рекомендации по снижению воздействия на водные экосистемы в период проведения строительных работ.

Ключевые слова: водные экосистемы, гидробионты, зоопланктон, фитопланктон, бентос, ихтиофауна, сиговые рыбы, антропогенное воздействие, Бованенковское месторождение.

V.D. Bogdanov

**Corresponding Member of RAS, Doctor of Biological Sciences, Professor
Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Plant
and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS**

E.N. Bogdanova

Research scientist

**Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Plant
and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS**

I.P. Melnichenko

Candidate of Biology, Senior research scientist

**Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Plant
and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS**

L.N. Stepanov

Research scientist

**Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Plant
and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS**

M.I. Yarushina

Candidate of Biology, Senior research scientist

**Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Plant
and Animal Ecology, Ural Branch of the RAS**

PROBLEMS OF THE PROTECTION OF BIORESOURCES DEVELOPMENT OF THE BOVANENKOVO GAS CONDENSATE FIELD

The data on the fish fauna and fish food resources in the Bovanenkovo gas field are presented. The estimation of fishery and fishery potential of water bodies, hydrobiological characteristics of water bodies in the studied area is given. It is shown that the arrangement of the gas field leads to overfishing BGKM fish and change the state of aquatic ecosystems associated with the violation of runoff, backfilling flood waters, crossing streams communications, water diversion, pollution, sand mining. The hydrobionts reaction to anthropogenic influence in the area of the gas field development is identified and recommendations to reduce the impact on aquatic ecosystems in the period of construction are given.

Key words: *aquatic ecosystems, hydrobionts, zooplankton, phytoplankton, benthos, ichthyofauna, whitefishes, human impact, Bovanenkovo gas field.*

В последние годы интенсивное расширение обустройства и эксплуатации газовых месторождений на п-ове Ямал и в прилегающих к нему районах диктует необходимость экологического мониторинга, направленного на контроль влияния обустройства и эксплуатации месторождений на рыбное население и среду обитания.

Цель работы заключалась в составлении представления о современном состоянии гидробионтов водоемов и водотоков на территории Бованенковского ГКМ на этапе его

обустройства, определении рыбохозяйственного значения акватории по результатам мониторинга за период с 1989 по 2009 гг.

Бованенковское газовое месторождение расположено в западной части Среднего Ямала в бассейнах рек Мордыяха с притоком Сеяха и Надуйяха.

Водные пространства поймы рек, заселенные и используемые рыбами при нагуле, составляют более 18000 га, причем около половины этой площади приходится на русла рек, проток и связанных с ними мелководий, заливаемых в весенне-летний период.

Рыбохозяйственное значение водоемов, расположенных на территории БГКМ, по 10-балльной системе оценивается в 8 баллов [1]. Озерно-речные системы играют важную роль в воспроизводстве сиговых и других видов рыб, реки служат миграционными путями при сезонном распределении рыб с целью более эффективного использования кормовых ресурсов и избегания неблагоприятного воздействия внешних факторов (например, замора).

Для оценки текущего состояния гидробионтов и контроля изменений, происходящих в результате различных антропогенных факторов, использованы данные гидробиологического мониторинга, объектами которого являются фитопланктон, зоопланктон, зообентос и ихтиофауна.

Фитопланктон. Данные о качественном и количественном составе водных сообществ в любой водной системе являются необходимыми фундаментальными параметрами, определяющими функционирование водных экосистем в целом. В практике гидроэкологических исследований по качественным и количественным характеристикам сообществ гидробионтов осуществляется биологическая оценка качества вод. Фитопланктону, как основному продуценту органического вещества, зачастую отводится определяющая роль в формировании качества воды и оценке состояния водоемов.

В результате впервые проведенных нами флористических обследований рек и озер на территории БГКМ, выявлен видовой состав и изучена сезонная динамика численности и биомассы фитопланктона водоемов различного типа.

По обобщенным оригинальным данным установлено, что флора водорослей в бассейне р. Мордыяхи отличается обилием видов и включает свыше 400 видовых и внутривидовых таксонов. В большинстве обследованных водоемов основу флористического разнообразия составляют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, что характерно для водоемов высоких широт. Наибольшим видовым обилием отличаются озерные экосистемы. Основную роль в формировании численности и биомассы непойменных озер играют диатомовые и зеленые водоросли, в русле реки и притоках ведущее положение в сложении суммарной численности принадлежит синезеленым и диатомовым водорослям.

Наиболее высокие величины среднесезонной численности отмечены в притоках, где фитопланктон носит озерный характер, что обусловлено влиянием водосбора, поскольку обследованные притоки берут начало из озер. Снижение видового обилия и резкие межгодовые колебания численности и биомассы в русле самой реки объясняются высоким содержанием взвешенных веществ как естественного, так и антропогенного происхождения. Причем увеличение поступления биогенных элементов при антропогенном воздействии способствует развитию синезеленых - видов индикаторов органического загрязнения из рода *Oscillatoria*.

В бассейне р. Сеяхи во всех типах водоемов роль синезеленых водорослей в формировании численности и биомассы выше, чем в бассейне р. Мордыяхи. Наибольшее флористическое разнообразие отмечено в пойменных озерах. Резкие колебания минимальных и максимальных величин биомасс обусловлены

антропогенным воздействием, которое приводит к выпадению из планктона многих видов и снижению уровня их развития.

Для водоемов бассейна р. Надуйяхи характерна несколько иная картина развития фитопланктона – все водоемы отличаются высоким разнообразием. Наибольшим флористическим обилием отличаются диатомовые, золотистые и зеленые водоросли, которым принадлежит ведущая роль в формировании численности и биомассы. Высокой продуктивностью отличаются озера и протоки. Большую роль на формирование планктонной флоры оказывает значительная заболоченность обследованной территории.

Таким образом, для фитопланктона исследованных водоемов характерны пространственная неоднородность обилия и разнообразия водорослей, существенное участие случайных видов во флоре диатомовых и сходство ведущих представителей. В целом большинство рек обследованного региона характеризуется низким обилием диатомей и малым видовым богатством в планктоне, что характерно для рек как арктических [2], так и субарктических тундровых регионов полуостровов Ямал [3]. Выявленные различия видового богатства и структуры доминирующих комплексов зависят от условий места обитания в водоемах, разная степень развития фитопланктона обусловлена комплексом внутренних лимнологических факторов и внешних естественных и антропогенных воздействий. По результатам альгологических исследований к настоящему времени на территории БГКМ наименьшее антропогенное воздействие оказывается на водоемы бассейна р. Надуйяхи.

Зоопланктон. Зоопланктоценозы – это наиболее динамичные ценозы экосистем (особенно в водотоках), поддающиеся быстрому восстановлению, иногда, правда, с изменением структурных характеристик.

Уровень количественного развития зоопланктона на Ямале определяется различными факторами. Главные из них – тип водного объекта (река, придаточный водоем, пойменное озеро, непойменное озеро), температурный режим, характер перемерзания водоемов, выедание хищниками, включая рыб.

В весенне-летний период в большинстве водных объектов среднего Ямала, преобладают по численности веслоногие рачки, причем доля этой группы выше в водотоках, чем в водоемах. Второе место занимают коловратки, процент которых выше в пойменных озерах. Ветвистоусые рачки – самая малочисленная группа во всех, за редким исключением, водоемах и водотоках, но в придаточных водоемах их доля в общей численности зоопланктоценозов выше.

Наибольшей плотностью зоопланктонных организмов отличаются пойменные озера, наименьшей – водотоки и непойменные (плакорные) озера. Развитие зоопланктона в озерах начинается, как правило, с конца июня, в проточных водах (водотоках, сорах) несколько раньше.

Основной чертой сезонной динамики количественных показателей зоопланктона водоема любого типа является увеличение их значений в течение 1,5–2 месяцев после половодья, затем – резкое снижение. Максимальной численности зоопланктон в мелких озерах достигает раньше, чем в глубоких. Сезонная динамика речного зоопланктона определяется долей автохтонных (развивающихся на биотопах водотока) и аллохтонных (выносимых в водоток из водоемов) зоопланктеров.

В бассейне р. Мордыяхи в районе впадения в неё р. Сеяхи зарегистрировано 30 видов зоопланктонных организмов. По среднесезонным показателям зоопланктон реки можно считать многочисленным, коловраточного типа, но, несмотря на многочисленность, он не образует больших биомасс, поскольку в реке преобладают мелкие зоопланктонные формы.

Список обнаруженных зоопланктонных организмов в р. Сеяхе включает 33 вида рачков и коловраток. Наибольшим разнообразием в этом водотоке отличается рачковый планктон. Средесезонная численность зоопланктона в 1,7 раз ниже, чем в р. Мордыяхе.

Численность зоопланктона разнотипных водотоков территории в поздне-весенний период увеличивается в следующем направлении: малые реки → протоки → большие реки. То есть количественное обилие речного зоопланктона территории определяется, прежде всего, «мощностью» (величиной стока и площадью водосбора) водотока.

Зоопланктон разных типов водоемов, как и водотоков, не отличается разнообразием, а его количественное развитие, как правило, сцеплено с типом водоема. Комплексы наиболее массовых и часто встречаемых видов разных водоемов довольно близки и включают малое количество видов. Численность зоопланктонов увеличивается в следующем направлении: верховые болотные озера → плакорные озера → сори р. Сеяхи → пойменные озера р. Мордыяхи → заливы р. Сеяхи – пойменные озера р. Сеяхи и ее притоков. По численности зоопланктон большинства водоемов можно охарактеризовать как коловраточный или копеподный.

Для водотоков и водоемов бассейна р. Надуйяхи, расположенных на территории БГКМ, зафиксировано 53 вида зоопланктонных организмов, из которых более половины составляют коловратки. Но при значительном списке видов зоопланктоценозы отдельных озер не отличаются разнообразием, имеют сравнительно высокую численность и низкую биомассу.

Полученные данные биомасс и качественного состава зоопланктона разнообразных водоемов и водотоков территории БГКМ говорят о невысокой кормовой ценности зоопланктона для рыб-планктофагов. Большинство из водных объектов по имеющейся классификации [4] относятся к малокормным, лишь некоторые приближаются к средnekормным.

Следует отметить, что зоопланктон является кормом для личинок рыб. При переходе на смешанное и экзогенное питание именно он определяет выживаемость рыб на ранних этапах онтогенеза. Успех перехода личинок большинства видов рыб на потребление внешней пищи, а сиговых в первую очередь, зависит от обеспеченности пищей, температуры воды, величины и качества запасов желтка [5, 6]. Основой стартового корма для личинок сиговых рыб служат зоопланктонные организмы с пороговой концентрацией 15–20 тыс. экз./м³ [7, 8]. По нашим и литературным данным для большинства видов предпочитаемой пищей являются науплиусы и копеподиты веслоногих рачков, прежде всего, циклопидов. Из выше представленных данных следует, что зоопланктон большинства пойменных и придаточных водоемов рек Мордыяха и Сеяха по количественному развитию и составу благоприятен для откорма ранних личинок сиговых рыб.

Сравнение данных качественного состава и количественного развития зоопланктона разнотипных водоемов и водотоков на территории БГКМ в разные годы позволяет отметить отсутствие в настоящее время глобальных изменений в кормности для планктофагов большинства водных объектов. Считаем, что отмеченные сезонные и межгодовые колебания наблюдаемых параметров зоопланктона обусловлены в настоящее время, в основном, температурным фактором, а не техногенной нагрузкой.

Зообентос. Донные беспозвоночные животные играют важную роль в процессах трансформации веществ и энергии как внутри водных экосистем, так и между ними и наземными экосистемами. Участвуя в создании качественного и количественного разнообразия водной биоты, организмы зообентоса являются важными компонентами в питании ценных промысловых видов рыб.

Сообщества зообентоса – удобный объект для наблюдений за антропогенными изменениями, динамикой процессов самоочищения и эволюцией водных экосистем. Донное население различных типов водоемов и водотоков относительно постоянно, пока находится в условиях, в которых оно сформировано. В загрязненных водоемах и водотоках из его состава выпадают целые группы беспозвоночных животных, происходят изменения таксономического состава зообентоценозов. Видовой состав и количественные характеристики сообществ донных беспозвоночных служат хорошими, а в ряде случаев единственными, гидробиологическими показателями загрязнения грунта и придонного слоя воды и широко применяются в различных системах биоиндикации и гидробиологического мониторинга за состоянием водных экосистем.

За годы исследований в составе донной фауны водоемов различного типа на территории Бованенковского ГКМ в бассейне р. Мордыяхи определено 57, в бассейне р. Надуйяхи – 36, всего – 64 вида и таксона более высокого ранга. Видовое обилие гидробионтов определяют насекомые, что отмечено и в реках Южного Ямала [9, 10, 11]. По числу таксонов доминируют хирономиды.

В реках зарегистрировано 37 видов и форм организмов бентоса, в ручьях – 5. Видовой состав бентоса в протоках богаче, чем в притоках. При сходной численности донных беспозвоночных животных в данных водотоках их биомасса различается в 4 раза, что обусловлено вкладом различных организмов в создание биомассы. Наиболее разнообразен бентос озер – 46 видов.

Проведенные исследования показали, что видовое разнообразие зообентоса водоемов и водотоков Бованенковского ГКМ высокое и возрастает в ряду ручьи→протоки→ реки→ озера. Таксономический состав беспозвоночных животных бассейнов рек Надуйяха и Мордыяха сходен. Коэффициент общности видового состава Серенсена более 0,5. Все организмы донной фауны входят в пищевой спектр не только различных видов рыб, но и птиц – представителей отрядов пластинчатоклювых и ржанкообразных. Средние величины биомасс рек и ручьев соответствуют низкому уровню количественного развития зообентоса, озер и проток – умеренному. Согласно классификации М.Л. Пидгайко с соавторами [4], половина исследованных озер (8) относятся к малокормным для рыб-бентофагов водоемам, 6 – к средnekормным и 2 озера – к высококормным.

Ихтиофауна. Изменения в структуре рыбного сообщества водотоков и водоемов бассейна р. Мордыяхи при обустройстве месторождения происходят с высокой скоростью [12, 13, 14].

Общий список ихтиофауны водоемов и водотоков на территории БГКМ включает 15 пресноводных видов, относящихся к 9 семействам. Среди рыб различают проходных – переходящих для размножения из морской воды в пресную (корюшка, омуль); полупроходных – мигрирующих в пределах бассейна рек (сиговые, налим) и туводных – не совершающих больших миграций (щука, ёрш, хариус). Из морских видов в нижних течениях рек и устьевых зонах встречаются навага, полярная камбала и 4-рогий бычок.

По промысловой ценности, согласно государственным стандартам [15], рыбы подразделяются на 4 группы. Первая – группа особо ценных видов (виды, дающие продукцию особой ценности вне зависимости от масштабов и наличия их промысла в данном водном объекте). Вторая – группа ценных видов, являющихся важными объектами промысла или организованного любительского лова. Третья – группа рыб местного промыслового значения, служащая объектом неорганизованного любительского лова. Четвертая – группа непромысловых видов, являющихся объектами питания ценных хищных видов рыб, или используемых как наживка для промысла. В бассейнах исследуемых рек к промысловым относятся 10 видов, из которых большинство имеют статус особо ценных и ценных видов. Наибольшую

численность среди них имеют сиговые рыбы, составляющие большую часть рыбопродукции, что характерно для арктических и субарктических пресноводных экосистем.

В Красную книгу Ямало-Ненецкого автономного округа внесена популяция муксуна р. Мордыяхи (вид с сокращающейся численностью). Кроме неё, в настоящее время нуждаются в особой охране мордыяхинская популяция чира и арктического гольца.

В бассейне р. Мордыяхи встречаются 15 видов пресноводных рыб. Основные компоненты ихтиофауны – сиговые рыбы и корюшка. Среди сиговых доминируют ряпушка и сиг-пыжьян.

Состав рыбного населения в разных участках бассейна реки и в разные сезоны года имеет отличия. В зоне эстуария происходит нагул, главным образом, ряпушки, чира, муксуна, корюшки. В зоне дельты преобладают ряпушка, сиг-пыжьян, корюшка, муксун. Здесь в летнее время наблюдаются наибольшие концентрации рыб. В вышележащих участках реки доминирует ряпушка. В зимний период в низовье р. Мордыяхи заходят на зимовку омуль и навага, весной в период подъема воды поднимается для размножения корюшка.

Видовой состав рыб в пойменных озерах зависит от характера связи озера с рекой (бессточные озера, временно соединяющиеся, постоянно связанные). Ихтиофауна озер, не имеющих связи с рекой, бедна. Основной представитель рыб в них – колюшка девятииглая, изредка встречаются щука и ёрш. В пойме по ихтиомассе доминируют сиговые рыбы: ряпушка, пелядь, чир, которые в период половодья совершают миграции в системе «река – озера – река». Практически все пойменные водоемы используются для нагула сиговыми рыбами. В озерах, затапливаемых не ежегодно, при наличии условий для размножения, могут образовываться локальные группировки сиговых рыб, главным образом ряпушки и сига-пыжьяна.

Глубоководные озера играют огромную роль для зимовки сиговых рыб. В них скапливаются на зимовку рыбы всех возрастов. В основном озера используют чир, пыжьян, меньше – пелядь, ряпушка. В ряде озер обитает арктический голец и озерные формы муксуна и пыжьяна.

Озера в среднем течении Мордыяхи и Сеяхи, связанные с рекой, имеют значение как для нагула сиговых рыб (чир, пелядь, ряпушка, пыжьян), так и для размножения (пелядь, пыжьян, ряпушка). В нижнем течении рыба заходит на нагул лишь в несколько крупных озер, так как подавляющее большинство водоемов мелководны и быстро стекают, а зимой перемерзают.

В бассейне р. Надуйяхи на территории месторождения отмечено 9 видов пресноводных рыб. Северной границей распространения карповых рыб, щуки, репродуктивного участка ареала муксуна является р. Мордыяха, поэтому в Надуйяхе их нет. Среди рыбного населения доминирует ряпушка, значительна доля чира, самый малочисленный вид из сиговых – пелядь. Распределение рыб по акватории водоемов в разные сезоны года происходит так же, как и в р. Мордыяхе. Места нереста и зимовки расположены в среднем течении реки. Глубоких и неперемерзающих озер, пригодных для размножения рыб, немного.

Таким образом, к наиболее важным для жизни рыб участкам территории БГКМ следует отнести дельту р. Мордыяхи и участки среднего течения Мордыяхи и Надуйяхи. Это районы, определяющие воспроизводство популяций – нерестилища, миграционные пути, участки обитания ранней молодежи. Хозяйственная деятельность человека в таких районах может в кратчайшие сроки привести к уничтожению популяции.

Воздействие на гидробионтов. Среди антропогенных факторов по степени воздействия на пресноводную ихтиофауну наиболее существенными являются рыболовство и разрушение мест обитания.

Чрезмерный промысел не только снижает численность рыб, но и влияет на структуру рыбного сообщества, меняет пространственную и размерно-возрастную структуру популяций.

Основное воздействие обустройства месторождения на водные экосистемы оказывается в период строительства. При оборудовании переходов через водотоки производится строительство траншей, в результате чего, образуются наносы грунта, повышается мутность, что приводит к гибели или к угнетению гидробионтов, к ухудшению условий воспроизводства. Под объекты строительства отчуждается значительная площадь пойменных угодий, используемых для нагула рыб.

Проведение гидромеханизированных работ связано с негативным воздействием на состояние дна и берегов (изменение гидравлики потока и эрозия), а также физико-химическим изменением качества воды и грунтов, их разрушением, вторичным загрязнением, изменением биоты. При отсыпке площадок под объекты происходит полное изъятие пойменных угодий на постоянный срок.

Основными факторами воздействия на водные экосистемы, в том числе на ихтиофауну, при механических и гидравлических способах работ в руслах водоемов являются:

- загрязнение русел мелкодисперсными минеральными взвесями;
- изменения гидрологического режима;
- заиление естественных биотопов.

В некоторых случаях имеют место нежелательные изменения гидрохимического режима (повышение содержания в воде ионов железа, соединений азота).

Концентрация взвешенных веществ, образующихся при проведении дночерпательных работ, является одним из основных показателей загрязнения воды. Увеличение мутности сказывается главным образом на гидробионтах, но до настоящего времени отсутствуют биологически обоснованные ПДК для сброса взвесей в водоемы. Поэтому обычно исходят из имеющихся нормативов на мутность воды. Содержание взвешенных веществ в водоемах рыбохозяйственного назначения не должно быть выше 25 мг/л. Для водоемов, где проходит нерест, мутность воды не должна превышать фоновую более чем на 0,25 мг/л, а для других водоемов – на 0,75 мг/л [16]. Вместе с тем, если в водоеме естественное содержание минеральных взвешенных веществ более 30 мг/л, допустимо их увеличение в пределах 5 % от фоновых значений [17, 18]. Как показывает анализ результатов работ различных исследований, не существует, да и не может существовать, общего критерия по мутности для различных видов гидробионтов, поскольку они по-разному реагируют на повышение содержания взвешенных веществ.

При отступлении от правил заправки машин и механизмов возможно попадание горюче-смазочных материалов в водоем. Если поступления нефтепродуктов можно избежать при должном контроле и обеспечении безопасности, то поступления взвешенных веществ неизбежны. Поэтому одной из задач проекта транспорта газа при разработке мероприятий по охране водоемов нужно считать минимизацию загрязнения реки взвешенными наносами, что решается при проведении работ в зимний период, сильном заглублении трубы относительно ложа реки или оборудовании мостовых переходов, укреплении откосов берегов.

Проведение инженерно-строительных работ вблизи водоемов тундры неизбежно изменяет качество поверхностного стока, влияющего на химический состав воды озер. Для воспроизводства сиговых рыб опасно повышение минерализации более 3 г/л и pH

ниже 5,8 (наиболее благоприятный интервал рН воды для развития икры сиговых – от 6,6 до 6,9).

Ухудшения качества среды обитания гидробионтов и нарушения гидрологического и гидрохимического режимов водоемов и водотоков, влечет за собой перестройку в структуре фитопланктона, макрофитов, беспозвоночных животных и рыб. При этом общая тенденция проявляется в смене доминирующих видов, сокращении видового разнообразия и количественных показателей в местах непосредственного проведения работ, а также в зоне косвенного воздействия [19, 20, 21]. Данные процессы ведут к дальнейшей антропогенной трансформации экосистемы через трофические цепи и изменение продуктивности. Снижение численности и биомассы зоопланктона и бентоса обуславливает уменьшение кормовой базы рыб, что влечет за собой изменения в видовой, размерной, трофической, пространственной структуре рыбного населения.

Таким образом, отрицательное влияние строительства производства различных работ на рыбохозяйственных водоемах в большинстве случаев проявляется:

1) в снижении рыбопродуктивности пойменных водоемов, пересекаемых коммуникациями, до периода восстановления пойменной растительности (уничтожаются нерестилища фитофильных рыб, снижается кормовая база рыб, уменьшаются нагульные площади в водоемах);

2) в задержке миграций рыб или полной блокировки миграций на малых водотоках, пересекаемых трубопроводом и автодорогами вблизи него, снижении численности рыб в выше расположенных озерных системах;

3) в уменьшении биоразнообразия ихтиофауны и истощении запасов рыб.

В тех случаях, когда изъятия водоемов и водотоков под объекты ГКМ не происходит, после прекращения нагрузки возможно восстановление экосистем, то есть изменения в сообществах гидробионтов после гидромеханизированных работ обратимые. Период восстановления у разных групп гидробионтов различается. Восстановление речных экосистем происходит за более короткий период времени, чем озерных. Быстрее других гидробионтов в реках на нарушенных участках восстанавливается зоопланктон.

Многолетние исследования воспроизводства рыб, проводимые Институтом экологии растений и животных УрО РАН, показали, что нерестилища рыб в реках восстанавливаются спустя три года после окончания работ в зонах строительства переходов трубопроводов. Восстановление структуры водной экосистемы реки занимает гораздо больше времени, нежели восстановление нерестилищ (очистка грунта и водной растительности от "обрастаний"). Даже спустя десять лет после окончания горных работ наблюдаются нарушения структуры сообществ фитопланктона и зообентоса [22, 23].

На территории БГКМ определенных нарушений водных экосистем не избежать, но можно минимизировать наносимый им ущерб. Для этого при проектировании объектов должны предусматриваться природоохранные мероприятия (водоочистные сооружения, введение оборотных систем водоснабжения и водоемких технологий производства и др.), а также специальные предупредительные рыбохозяйственные меры (рыбозащитные устройства в водозаборных сооружениях и др.). Размещение объектов и производство работ должно предусматриваться в местах, в сроки и способами, оказывающими минимальное неблагоприятное воздействие на водные экосистемы и рыбные запасы. Наиболее высокие требования должны предъявляться к охране участков водоемов, где располагаются нерестилища ценных видов рыб. Все озера территории Бованенковского ГКМ, где происходит размножение сиговых рыб, необходимо полностью исключать из использования при строительстве и эксплуатации проектируемых объектов. Строительство дорог и промышленных объектов желательно

осуществлять вдали от них. Участки водоемов, где происходит нагул и зимовка рыб, могут быть использованы, но с определенными ограничениями, касающимися водозабора, сброса стоков и строительства в водоохранной зоне.

Многие рыбы, составляющие основной компонент ихтиофауны территории, - мигранты, заходящие в реки и пойму для нагула или размножения. Необходимо максимально сохранить возможность рыб совершать миграции в пределах эстуарных водоемов.

Если принятые меры не позволяют полностью избежать отрицательного влияния на экологические условия в водоемах и обеспечить сохранение и воспроизводство в них рыбных запасов, производится оценка наносимого рыбному хозяйству ущерба и разработка мероприятий, на основании которых при утверждении проектной документации принимается решение о необходимости выполнения дополнительных работ по сохранению рыбных запасов.

Изменение водных экосистем. В бассейнах рек до начала 90-х годов при освоении БГКМ специфического влияния на водные экосистемы не обнаруживалось. В последующие годы антропогенное воздействие выражалось главным образом в браконьерском промысле, который вели сотрудники строительных объектов. К середине 90-х годов пойменные участки, особенно в междуречье р. Мордыахи и р. Сёяхи, в результате строительства стали интенсивно изменяться. Наиболее значимые изменения коснулись положения озер, определенная часть которых изменила свои границы и площадь, что привело к снижению площади нагульных водоемов. В 2000-е годы на фоне продолжающегося промысла, специфические виды воздействия, неизбежные при обустройстве месторождения, стали усиливаться. Произошло физическое уничтожение нескольких водоемов из-за отсыпки территории, превращения пойменных озер в хасыреи. Изменения гидрологического и гидрохимического режимов стали определяющими при формировании рыбных запасов р. Пелхатосё: река имела большое значение для размножения корюшки, в настоящее время она в неё не заходит.

В результате к 2005 г. в районе БГКМ практически исчезли чир и арктический голец, очень редко стали встречаться муксун, сиг-пыжьян и пелядь. Резко снизилась численность еще в 90-х годах многочисленных видов – ряпушки и корюшки, несмотря на то, что их популяции менее подвержены влиянию промысла, и в силу расширенного репродуктивного ареала, по сравнению с чиром и муксуном (которые размножаются только в русле реки), могут быстрее восстанавливать численность. Меньше всего пострадали омуль, навага, рогатка – виды, заходящие во внутренние водоемы из Карского моря.

У большинства ценных видов рыб изменилась возрастная структура популяций: произошло сокращение возрастных рядов и омоложение преобладающих возрастных групп.

Воспроизводство сиговых рыб оказалось сильно нарушено. Изменилась видовая и пространственная структура населения молоди рыб. В отдельных озёрах, где ранее нерестился сиг-пыжьян, его личинки не встречаются. До 1990 г., судя по концентрациям личинок, основной район воспроизводства всех сиговых рыб находился в среднем и верхнем течениях р. Мордыахи. В настоящее время он переместился в р. Сёяху, хотя численность личинок сиговых понизилась и в ней.

К 2009 г. в структуре ихтиофауны произошли некоторые положительные изменения. При сохранении низкой численности ценных видов рыб, в дельте р. Мордыахи на местах нагула неполовозрелых рыб отмечены молодь муксуна и чира, доля которых в отдельных сетных уловах в конце июля-начале сентября составляла около 40 %.

Учитывая специфику освоения ГКМ, можно утверждать, что и в дальнейшем на территории Бованенковского месторождения будет продолжаться изъятие пойменных угодий и их загрязнение. Большая часть поймы междуречья р. Морыяхи и р. Сёяхи уже потеряла свое рыбохозяйственное значение из-за размещения в ней объектов БГКМ. Причем альтернативы нет, так как только в пойме возможно обеспечение безопасности объектов. Поэтому можно предположить, что в дальнейшем рыбохозяйственное значение этой части поймы будет полностью потеряно.

Мероприятия по охране рыб и мест их обитания. Для нормального функционирования водных экосистем необходимо:

- сохранение естественного режима перемещения водных масс по пойменным водоемам в период паводка (строительство водопропускных систем);
- ограничение сроков проведения работ в руслах и поймах рек зимним периодом;
- ограничение мест размещения оголовков водозаборов;
- контроль качества воды рыбохозяйственных водоемов;
- запрет промысла рыб для работников газодобывающих организаций на водоемах и водотоках бассейнов рек Мордыяха и Надуйяха;
- запрет на движение судов по протокам дельты Мордыяхи – Варраяха и Еряха на протяжении всего времени строительства и эксплуатации БГКМ;
- организация ихтиологического заказника на озерах Халевто, Нейто, Ямбуто, Мордымалто и Ерто.

Рекомендации по снижению воздействия на водные экосистемы. Ценные виды рыб, как правило, совершают большие миграции в пределах бассейнов ямальских рек. В связи с этим в периоды интенсивной миграции рыб на участках рек Юмбадыяха, Мордыяха и Сёяха, протекающих по территории БГКМ, требуются ограничения строительства и водозабора в весенний период на протяжении 15 суток после ледохода (период нерестовых миграций корюшки и ската молоди). Механические виды работ на «площадках» рекомендуется проводить в зимнее время.

Для ликвидации последствий негативного воздействия строительства подводных переходов на водный объект и его берега в рабочем проекте должны быть приняты специальные природоохранные мероприятия. Места складирования и захоронения загрязняющих веществ и отходов необходимо размещать вне водоохраных зон.

Жидкие бытовые отходы собираются в водонепроницаемом выгребе, а затем вывозятся в места, согласованные с санитарной службой района.

Переходы трубопроводов через водотоки по возможности нужно строить в надземном варианте, что значительно снижает влияние на кормовую базу рыб и миграции рыб.

При сбросе воды после гидравлического испытания трубопровода может произойти загрязнение воды в реке веществами, находящимися в трубе. Для исключения их попадания в реку проектом предполагается сливать воду в котлован-отстойник и выдерживать воду не менее 3 суток. Сброс воды предусмотрен на рельеф. Перед сбросом качество воды в отстойнике проверяется. Разрешение на сброс необходимо получить в соответствующих органах. После сброса котлован засыпается землей, подвергается планировке и рекультивации. Котлован должен быть расположен за пределами водоохранной зоны.

Испытания трубопроводов на БГКМ лучше проводить сжатым воздухом.

Для исключения загрязнения поверхностных и подземных вод промышленными и бытовыми стоками рабочим проектом должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- проезд строительной техники – только в пределах полосы отвода для производства работ;

- применяемые строительные материалы должны иметь сертификат качества;
- запрещается на берегу реки слив нефтепродуктов и других производственных и бытовых отходов;
- после окончания строительства бытовой мусор должен быть вывезен за границу водоохранной зоны на санкционированную свалку.

Для исключения негативного воздействия на водную среду заправку строительной техники необходимо выполнять на специально оборудованной для этого площадке с твердым покрытием из дорожных плит, уложенных с уклоном к лотку для сбора в герметическую емкость объемом не менее 1 м³ случайно пролитых нефтепродуктов. Рабочим проектом должна быть предусмотрена эксплуатация машин и механизмов в исправном состоянии, поэтому разлива нефтепродуктов не должно быть.

Временная площадка стоянки и заправки техники должна быть размещена за пределами прибрежной полосы рек.

Заключение. Бованенковское месторождение газа расположено в наиболее продуктивной части бассейна р. Мордыяхи и р. Надуйяхи на особо охраняемой территории (Ямальский заказник).

Размещение объектов на территории БГКМ привело к нарушению водных экосистем вследствие изменения поверхностного стока, засыпки пойменных водоемов под дороги и кусты скважин, пересечения водотоков коммуникациями, забора воды, загрязнения. Нарушенные земли (дороги, поселки, зарастающие карьеры, свалки, вертолетные площадки и пр.) занимают 4 % от общей площади отвода.

Первый этап обустройства БГКМ (конец 80-х – начало 90-х годов) при отсутствии существенных изменений водной среды привел к резкому снижению численности промысловых видов рыб. Основная причина – браконьерство. Главный "удар" по популяциям рыб р. Мордыяхи был нанесен тем, что несколько лет подряд в 80-х и 90-х годах осуществлялся тотальный вылов рыб в верховых озерах, в которых рыба зимует. На втором этапе обустройства месторождения БГКМ отмечены некоторые признаки восстановления рыб – в дельте р. Мордыяхи появилась молодь муксуна и чира. В то же время, в результате уничтожения ряда озер в пойме р. Сёяхи уменьшились площади нагула и размножения рыб. Бассейн р. Пелхатосё потерял рыбохозяйственное значение.

Большинство нарушений водных экосистем несут обратимый характер. При единовременном воздействии восстановление условий воспроизводства рыб и их кормовой базы произойдет через 3–5 лет после окончания воздействия (в зависимости от типа водоема или водотока). Восстановление численности популяций рыб займет гораздо больший период времени и потребует мероприятий по искусственному воспроизводству. Одно из них – строительство за счет компенсационных средств рыбопроизводного завода в п. Харп, ориентированного на инкубацию икры сиговых рыб, собранных от производителей, зашедших для размножения в реки, где плохие условия инкубации (рр. Сось, Харбей и Лонготъеган). Посадочный материал, полученный на рыбозаводе, можно будет использовать для восстановления популяций сиговых рыб р. Мордыяхи. Решение о строительстве данного завода принято Администрацией ЯНАО в 2011 г. и началось его проектирование.

Сравнение данных качественного состава и количественного развития зоопланктона и зообентоса разнотипных водоемов и водотоков на территории БГКМ в разные годы позволяет отметить отсутствие в настоящее время глобальных изменений в кормности ненарушенных водных объектов, обусловленной развитием гидробионтов. Считаем, что отмеченные колебания численности, биомассы и структуры зоопланктона и бентоса в большей степени являются отражением сезонных и межгодовых изменений в развитии гидробионтов, обусловленных на Ямале в основном температурным фактором.

Стратегия восстановления численности рыб должна быть основана на охране, как самих рыб, так и водных экосистем. основополагающим принципом природопользования на Севере должно быть обязательное сохранение или восстановление структурно-функциональной сущности природных экосистем.

Список источников

1. *Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А., Мельниченко И.П.* Ретроспектива ихтиологических и гидробиологических исследований на Ямале. – Екатеринбург, 2000. – 88 с.
2. *Ярушина М.И.* К изучению диатомовых (Bacillariophyta) в реках полуострова Ямал // Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия. – М.: "Унив. книга", 2011. – С. 158-160.
3. *Ярушина М.И.* Фитопланктон водоемов бассейна р. Морды-Яхи // Современное состояние растительного и животного мира полуострова Ямал. – Екатеринбург: УИФ "Наука", 1995. – С. 37-40.
4. *Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И.* и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР // Известия ГосНИОРХ. – Л., 1968. – Т. 67. – С. 205-228.
5. *Богданов В.Д., Богданова Е.Н.* Выживание сиговых рыб Нижней Оби в первый год жизни // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб: мат-лы научно-производ. совещ. – Тюмень, 2001. – С. 14-17.
6. *Богданов В.Д.* Выживание сиговых рыб Нижней Оби на ранних стадиях онтогенеза // Научный вестник. Растительность и животный мир Урала и Западной Сибири. – Салехард, 2008. – Вып. 1 (53). – Ч.1. – С. 65-71.
7. *Веснина Л.В.* Динамика доступного зоопланктона в биологических сезонах года при выращивании пеляди в озере Долгом Алтайского края // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1985. – Вып. 233. – С. 70-74.
8. *Богданова Е.Н.* Питание обской пеляди *Coregonus peled*, Gmelin в раннем онтогенезе // Деп. в ВИНТИ 16.07.1986. № 5128-В. – Киев, 1986. – 20 с.
9. *Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А., Мельниченко И.П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И.* Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Харбей, Лонготъеган, Щучья). – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2005. – 236 с.
10. *Степанов Л. Н.* Зообентос водоемов Полярного Урала // Научный вестник ЯНАО. – Салехард, 2002. – Вып. 10. – С. 60-63.
11. *Шишмарев В.М., Гаврилов А.Л., Госькова О.А., Колесникова Н.В., Степанов Л.Н.* К гидробиологической характеристике бассейна р. Ензор-Яхи // Изучение экологии водных организмов Восточного Урала. – Свердловск: УрО АН СССР, 1992. – С. 128-138.
12. *Богданов В.Д.* Пространственная структура популяций и промысел рыб в бассейне р. Морды-Яхи // Современное состояние растительного и животного мира полуострова Ямал. – Екатеринбург, 1995. – С. 49-54.
13. *Богданов В.Д., Мельниченко И.П.* Промысловые рыбы низовьев р. Морды-Яхи. // Современное состояние растительного и животного мира полуострова Ямал. – Екатеринбург, 1995. – С. 55-67.
14. *Богданов В.Д., Мельниченко И.П.* Основные принципы рационального использования рыбных ресурсов полярной части Урала и Ямала // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 10. – С. 85-87.
15. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов: ГОСТ 17.1.2.04-77. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 17 с.

16. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения (САНПиН 4630-88). – М., 1988. – 142 с.
17. Гусев А.Г. Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнений. – М., 1975. – 367 с.
18. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. – М.: Стройиздат, 1971. – 207 с.
19. Биологические методы оценки природной среды. – М.: Наука, 1978. – 274с.
20. Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоемы. – Ленинград, 1986. – Вып. 255. – 183 с.
21. Лесников Л.А. Влияние перемещения грунтов на рыбохозяйственные водоемы // Сб. науч. тр. Промрыбвод. – Л., 1986. – Вып. 255. – С. 3-9.
22. Богданов В.Д., Добринская Л.А., Лугаськов, А.В. Ярушина М.И., Госькова О.А., Мельниченко С.М., Смирнов Ю.Г., Степанов Л.Н. Аспекты изучения экосистемы реки Маньи. – Свердловск, 1984. – 69 с.
23. Богданов В.Д., Ярушина М.И., Богданова Е.Н., Госькова О.А., Мельниченко И.П., Степанов Л.Н. Комплексная гидробиологическая оценка влияния разработок россыпных месторождений на экосистему р. Маньи // Деп. в ВИНТИ 08. 07.96. № 2207-В96. – Екатеринбург, 1996. – 62 с.