

**СОСТОЯНИЕ ГИДРОБИОЦЕНОЗА РЕК  
С ПРОМЫШЛЕННЫМ ОСВОЕНИЕМ РУСЛОВОЙ ЧАСТИ**

**В.И. Космаков, А.В. Дитерле\***

*Изложены результаты исследований гидроценоза рек, нарушенных разработкой россыпного золота. Рассматриваются типы воздействия на гидробиоценозы и восстановительные мероприятия, способствующие снизить период сукцессионной задержки на трансформированных территориях.*

***Введение***

Добыча полезных ископаемых оказывает непосредственное воздействие на все структурные уровни внутри экосистемы. Прежде всего это проявляется в изменениях ландшафтов, гидрологического, гидрохимического, гидробиологического и климатического режимов. Масштабы воздействия зависят от величины территории разрабатываемых участков и срока эксплуатации месторождений. Изменяются естественный круговорот вещества и энергии, динамика природных процессов, структура и продуктивность биосистем. При этом основной пресс негативного воздействия испытывают организмы водной фауны, поскольку структура этих сообществ, режим их функционирования и количественные характеристики во многом определяются фракционным составом грунтов, качеством среды (водной толщи) и общим состоянием биотопов.

Россыпи золота имеют горный характер рассредоточения и, как правило, приурочены к русловой части ручьев и рек верхнего порядка, которые относятся к горно-таежным водотокам низкогорного рельефа. Для них характерны общие черты – каменистый грунт, высокая прозрачность воды и значительная скорость течения. Малые реки очень тесно связаны с окружающим ландшафтом. Каждое изменение в ландшафте водосбора сразу же отражается на их режиме. Сведение лесов и изменение структуры территории (в т.ч. распашка почвы) в бассейне водотока значительно влияет на режим при нарушении даже 1/5 водосборной площади. Главная причина этого состоит в неравномерности гидрологического режима малых рек, вызванной одновременным по всей площади водосбора поступлением талых и дождевых вод, быстрым прохождением паводков, пониженным подземным питанием рек в лесной зоне.

Преимущественная приуроченность месторождений к долинам водотоков приводит к воздействию на поверхностные водные источники. Далеко не все участки реки, которые могут подвергаться нарушениям,

---

\* © В.И. Космаков, Научно-исследовательское предприятие по экологии природных систем (НИП "ЭПРИС"); А.В. Дитерле, Научно-исследовательское предприятие по экологии природных систем (НИП "ЭПРИС"); Красноярский государственный университет, 2004.

устойчивы, и не все факторы, такие как донные и береговые грунты, остаются неизменными. На месте изъятия грунта происходит потеря сообществ, слагающих донную фауну (фито-, зообентос, перифитон). Перенос исторически сложившегося русла в руслоотвод и последующее поступление высоких концентраций взвесей с места разработки не дают развиваться планктонным и нектонным организмам.

### *Методика*

В первые годы после отработки, до смыкания полого возобновляющихся насаждений, выполнение водоохранно-защитных функций нарушенными территориями во многом зависит от проводимой рекультивации. Рекультивация предусматривает ликвидацию негативных экологических последствий золотодобычных работ, формирование наиболее продуктивных и емких экосистем, снижение сукцессионной задержки возобновления биоценозов. Рекультивацию обязаны проводить предприятия, занятые в промышленном освоении месторождения золота согласно ГОСТу 17.5.3.04-83 "Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель".

Во многом время и характер восстановления русла зависит от проводимой во время золотодобычных работ системы обогащения пород. Оработка месторождений, как правило, проводится по оборотной схеме водоснабжения открытым гидромеханическим способом с промывкой песков при помощи гидромониторов или драг. Промышленные стоки при этом поступают в пруд-отстойник, изолированный от внешних водотоков, вода из которого вновь подается на промывочные приборы. После завершения работ большая часть прудов-отстойников спускается и оставшиеся рекультивируются. Ложе спущенных прудов-отстойников представляет собой заболоченные участки. Грунты слагаются определяющими илистыми фракциями.

Исследования воздействия разработок месторождений россыпного золота на гидроценозы Северо-Енисейского, Мотыгинского, Курагинского районов, как наиболее активно осваивающих сферу промышленной золотодобычи, проводились в 2000-2003 годах на реках Б. Пит, Енашино с притоками, Левая Вершина Мурожной, Удерей, Амыл. Обследованные реки относятся к горно-таежным водотокам низкогорного рельефа с характерными для них общими чертами – каменистым грунтом и значительной скоростью течения. Высокая прозрачность воды наблюдается на всех естественных и ряде восстанавливающихся после разработки месторождения водотоках. Проводилось сравнение биологических показателей гидробионтов нарушенных участков водотоков и естественных, расположенных по течению выше разрабатываемого участка; также велось сравнение с близлежащими водотоками, на которые не оказывалось механического воздействия (фоновые районы).

Пробы зообентоса отбирали количественным скребком Г.Д. Дулькейта. Сходство видового состава зообентоса исследуемых участков рассчитывали по коэффициенту Серенсена-Чекановского [5]. При оценке качества воды использовали индекс сапробности (S, балл) по методу Пантле и Букка в модификации Дзюбана и Биотическому индексу Вудивисса согласно ГОСТу 17.1.3.07-82 [1]. Всего на участках исследуемых водотоков в 2000-2003 гг. было отобрано 245 проб зообентоса.

Вся рыба после отлова подвергалась биологическому анализу со статистической обработкой усредненных результатов выборки. Сравнивали размерно-половую структуру популяций рыб нарушенных и естественных водотоков районов ведения разработки месторождения; оценивали упитанность, жирность, наполнение желудочно-кишечного тракта, плодовитость рыбы сравниваемых зон. Главными критериями при оценке восстановления рассматривались период разработки территории, период рекультивационных работ и протяженность нарушаемого русла.

### *Результаты и обсуждение*

Результаты наблюдений позволяют заключить, что под влиянием определенных критериев происходит обеднение видового состава групп, составляющих донный биоценоз; значительно снижаются их численность, биомасса и продуктивность. К критериям, отвечающим за наличие тех или иных групп организмов на данном участке, относятся взвешенные вещества, химический состав воды, скорость течения, глубина. В зоне гидромеханизированных работ уменьшается стабильность субстрата и повышенная мутность воды из-за размыва, разрыхления дна оказывает негативное влияние на перифитон и высшую водную растительность. Снижение прозрачности воды вызывает уменьшение биопродукции фито- и зообентоса, что в конечном итоге снижает способность воды к самоочищению.

Продукционные свойства планктонных организмов таежных малых рек минимальны – быстрое течение служит сдерживающим фактором их развития. Поэтому основным биопродукционным материалом гидрофауны восточно-сибирских горных речных комплексов считаются ценозы, прикрепленные к субстрату, такие как фито-, зообентос и перифитон, и рыбы, способные противостоять быстрому течению.

При оценке воздействия гидромеханических работ на биоценозы нарушаемых водотоков проводилось исследование тех сообществ, которые представлены наиболее массово, т.е. зообентоса и ихтиофауны.

Анализ структурно-функциональных характеристик зообентоса восстанавливаемых рек Мотыгинского и Северо-Енисейского районов показал, что численность бентофауны варьировала в пределах от 196 до 2057 экз/м<sup>2</sup>; биомасса – от 0,35 до 8,19 г/м<sup>2</sup>. Минимальные значения численности и биомассы зообентоса отмечались в верховье реки, на месте проведения золотодобычных работ, максимальные – в районе устья, на зна-

чительном удалении от места добычи полезных ископаемых. Деструкция зообентоса варьировала от 12,5 до 361,0 кал/м<sup>2</sup>сутки; продукция – до 248,0 кал/м<sup>2</sup>сутки.

Пространственная динамика численных и продукционных показателей донного сообщества обнаруживает изменения по протяженности водотока для большинства исследованных районов. Так, в составе зообентоса р. Панимба (Северо-Енисейский район) на разрабатываемом участке произошло упрощение с 28-30 видов в фоновом районе до 13-15 видов в районе на 3 км ниже разработанного участка. Численность зообентоса изменилась с 1498 до 754 экз/м<sup>2</sup>; биомасса – с 3,23 до 0,73 г/м<sup>2</sup>.

Естественные водотоки этого района имеют показатели более высокие: численность – 2,8-5,8 тыс.экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 11,4-18,5 г/м<sup>2</sup>, средние значения – 4,6 тыс.экз/м<sup>2</sup> и 14,1 г/м<sup>2</sup> соответственно [2].

Большинство исследуемых районов оценены II и III классом качества воды – от "чистых" до "умеренно-загрязненных". Необходимое условие для повышения качества воды до такого уровня – оставление речного участка без продолжения работ на период не менее четырех лет.

При полном "уничтожении" реки и последующем строительстве водоотводного русла замечена общая для водотоков Енисейского кряжа структура заселения субстрата донными организмами. Видами-вселенцами, определяющими состав формируемого сообщества для большинства исследованных водотоков, являются некоторые представители двукрылых, поденок, веснянок и ручейников - отр. Diptera (*Orthocladus saxicola* Kieffer, *Orthocladus gr dentifer*), отр. Ephemeroptera (*Ephemerella aurivillii* Bengtsson, *Rhithrogena cava* Ulmer), отр. Plecoptera (*Taeniopteryx nebulosa* Linne), отр. Trichoptera (*Oligoplectrodes potanini* Mart.). Обусловлено это, прежде всего, их высокой пластичностью и широкой толерантностью к условиям абиотической среды.

Основные факторы, влияющие на период восстановления гидроценозов: продолжительность периода нарушения русла, протяженность нарушаемого русла, наличие других добычных участков в районе ведения горных работ, выполнение водоохранно-защитных функций нарушаемыми территориями, наличие притоков в зоне ведения горных работ, структура формируемого водного комплекса, скорость восстановления кормовых ресурсов района золотодобычи и другие.

Рыба как активное животное способна выбирать более качественные для жизнедеятельности участки. На участках, подверженных влиянию гидромеханизированных работ, при значимом загрязнении русла взвесью происходит смена сообществ ихтиоценоза. Виды, наиболее требовательные к условиям среды во время разработки месторождения, при больших концентрациях взвешенных частиц в воде, спускаются из района ведения работ в низовья либо заходят в придаточные системы.

Воздействие гидромеханизированных работ на ихтиоценозы носит многоуровневый характер. Оно заключается как в прямой гибели ихтиопланктона (икра и личинки), так и в нарушениях физиологических показателей взрослой рыбы, в частности это проявляется в изменении функционирования репродуктивной системы. Выделяется несколько аспектов вредного влияния тонкодисперсных взвесей на ихтиоценоз: 1) гибель или замедление роста; 2) снижение сопротивляемости болезням; 3) ухудшение условий развития икры и личинок рыб; 4) изменение естественных перемещений и миграции рыб; 5) сокращение количества доступного рыбам корма; 6) заиливание нерестового субстрата или его разрушение (для фитофильных рыб).

Гидромеханические работы оказывают значительное распределение внутри видового состава ихтиоценоза. Строительство прудов-отстойников, использующихся в системе оборотного водоснабжения, меняет структуру гидрологической сети района разработки месторождения. Вследствие этого изменяется соотношение видов в данной зоне; в Мотыгинском районе для участков месторождений характерно доминирование видов, не занимавших в прошлом здесь промысловых скоплений. К ним относятся представители сем. карповых (плотва, елец) или не числившиеся ранее в ихтиоценозе (щука, окунь).

Совместное обитание окуневых, лососевых и карповых в одной экосистеме позволяет существовать без нанесения ущерба ценным породам. Данная особенность обеспечивается разнородностью биотопов, в которых происходит развитие и жизнедеятельность тех или иных групп ихтиоценоза. Историческое развитие этих фаунистических комплексов шло в различных условиях. Ихтиоценоз рек Восточной Сибири сформирован на базе автохтонной фауны Палеарктики. Средой обитания бореального предгорного комплекса (таймень, ленок, хариус, голец, подкаменщики) служит горный ландшафт. Представители подобного ихтиоценоза – оксиреофилы, т.е. обитатели холодных водотоков с быстрым течением и высоким насыщением кислородом. Нерестилища также располагаются на участках рек с быстринами и богатых перекатами.

Ледниковое похолодание в Сибири создало условие для развития бореального равнинного комплекса (елец, пескарь, щука, окунь), связанного с зоной тайги и изначально имеющего приуроченность к долинным ландшафтам. Излюбленные места обитания этого комплекса в реке – глубокие ямы с замедленным течением, заводи, местами заросшие водной растительностью.

Таким образом, разнородность условий существования регулирует стабильность отношений между типами ихтиоценоза и позволяет продуктивно использовать площадь речной системы.

Создание проточности между прудом-отстойником системы водоснабжения и руслом увеличивает водность реки, вследствие чего повышается кормность водотока, расширяются участки нагула и площадь нерестового субстрата. Распространение рыбы не ограничено размерами прудов, система взаимосвязи между

прудом и руслом реки может формироваться как в процессе разработки прилегающей к водотоку территории, так и во время рекультивационных работ. Возможны варианты и при создании типа пруда в связи с целями их будущего рыбохозяйственного использования. Пруд может быть непроточный, усиленный дамбами во избежание промывки во время весеннего половодья; со слабой проточностью (связь с руслом только во время "большой" воды); имеющий проточность, т.е. имеющий рукавную связь с руслом.

В системе водотоков Левая Вершина Мурожной и Удерей елец встречался, в основном, в созданных прудах-отстойниках. Сравнение размерных показателей между особями пруда-отстойника и русла реки фонового участка показало различие величин длины и массы тела. Достоверно большими величинами обладает рыба пруда.

В системе русло-пруд на р. Мане (Манский район) и р. Панимбе (Северо-Енисейский район) на бывших разработках численность хариуса значительно возросла именно на этих участках. По жирности, упитанности, наполнению желудочно-кишечного тракта хариусов русла и пруда-отстойника достоверных различий не обнаружено, несмотря на различие условий обитания и обеспеченности кормом. Осмотр желудочно-кишечных трактов рыб выявил, что в основную группу объектов питания хариуса включены организмы бентоса, приуроченные к русловой части основной магистрали реки. Значит, можно констатировать факт пребывания хариуса в пруду-отстойнике, служащего для рыбы не столько местом нагула, сколько местом, где рыба может отдохнуть и восполнить энергетические затраты на преодоление течения. При глубине более трех метров зимой пруд-отстойник будет служить зимовальной ямой для некоторых видов рыб. При переходе на внешнее питание личинки рыб используют богатую зоопланктонными организмами водную толщу пруда, задерживаясь на участке до возраста, когда они могут избегать естественных хищников в русле.

Таким образом, промышленное освоение золотых запасов не обязательно причиняет ущерб территориям, занятым в разработке месторождений, как принято считать. С помощью мероприятий, с экономической стороны оправданных и эффективных с экологической точки зрения, можно добиться стабильных результатов, выражающихся в увеличении продукционного потенциала водного объекта. Это достигается при оставлении прудов-отстойников, которые по "Инструкции по рекультивации земель..." [4] необходимо было ликвидировать.

Дополнительным качеством оставления прудов-отстойников, допускаемыми в "Инструкции по рекультивации..." [3], является сокращение времени восстановительного периода нарушенного района речной системы в результате осветления воды под действием естественного осаждения взвешенных частиц из-за полного отсутствия течения или его значительного снижения. В биологической рекультивации учитывается снижение периода сукцессионной задержки восстанавливающегося водотока и мер по созданию более тесных связей между сообществами гидроценоза. Основная концепция рекультивационных работ, заложенная в этом проекте, сводится к оптимизации ландшафтов, а не возвращение экосистемы к первоначальному состоянию, требующее значительных людских и материальных затрат.

При разработке проектов по рекультивации водного комплекса необходимо учитывать все факторы формирования водных биоценозов. Целью рекультивационных работ должно быть максимальное снижение периода формирования гидроценозов, создание наиболее емких водных систем.

Результатом нашей работы будет создание практических рекомендаций по проектированию сети гидрохимического мониторинга и разработке мероприятий по предотвращению негативных последствий золотодобывающих предприятий.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. ГОСТ 17.1.3.07-82. Гидросфера. Правила контроля и качества воды водоемов и водотоков. – М.: Госком СССР по стандартам, 1982.
2. Заделенов В.А. Влияние разработок россыпных месторождений на продукционные характеристики и ихтиофауну горных рек центральной части Красноярского края / В.А. Заделенов, С.Л. Бурнев, В.О. Клеуш, А.А. Куклин, Е.А. Штейнберг // Рыбохозяйственные исследования на водоемах Красноярского края. – М.: ГосНИОРХ, 1989. – Т. 296. – С. 113-119.
3. Инструкция по рекультивации земель Гослесфонда, нарушенных разработкой месторождений россыпного золота в Красноярском крае. - Красноярск, 2003.
4. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных при разработке россыпных месторождений производственным объединением «Енисейзолото». - Пермь, 1989.
5. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко - М.: Наука, 1982. – С. 162.

**RIVER HYDROBIOCENOSIS CONDITIONS UNDER INDUSTRIAL  
RIVER-BED DEVELOPING**

**V.I. Kosmakov, A.V. Dyterle**

*The results of hydrocenosis investigations of rivers, disturbed by alluvial gold mining, are presented. Different manners of influence on hydrobiocenosis as well as on reclamation, which make decrease the succession delay period on the disturbed territories, are considered.*