
**МЕТОДОЛОГИЯ
И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

УДК 556.3+551.345+591[9(28)+951]

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КАРТИРОВАНИЯ
ГИДРОМЕРЗЛОТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ
ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

© 2015 г. Ф. И. Еникеев

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Недорезова 16а, а/я 521,
г. Чита, 1672014, Россия.
E-mail: iprec.sbras@mail.ru*

Поступила в редакцию 13.01.2014 г.
После исправления 31.03.2014 г.

Для детализации гидрологической, гидромерзлотной и гидрогеологической обстановки в горных районах Забайкалья предлагается использовать ихтиометоды как составную часть методов ландшафтной индикации. Выявлены особенности сезонной и многолетней миграции пресноводных рыб отряда лососеобразных Забайкалья, обусловленные меняющимся стоком поверхностных и подземных вод в годовом и многолетнем режиме. Установлена специфика поведения рыб при модификации долиненной морфологии, перехватах рек и при изменениях направлений их течения. В палеогеографическом аспекте объяснены причины образования изолированных ареалов водных позвоночных, удаленных на различные расстояния от исторической среды обитания. Выявлена степень адаптации популяций семейства лососевых к сложившейся гидромерзлотной обстановке в регионе. Дана оценка их консервативному “поведению”, сохранившемуся со времени последнего оледенения этой части Азии.

Ключевые слова: гидрогеология, геокриология, ландшафтоведение, лососевые, палеогеография, изолированные ареалы, Забайкалье.

ВВЕДЕНИЕ

Многолетние региональные исследования подземных вод Восточного Забайкалья осуществлялись при проведении комплексной среднемасштабной (1:200 000) гидрогеологической съемки. Они охватили северные, юго-западные и юго-восточные пространства Забайкальского края, а также примыкающие части Восточной Бурятии, Южной Якутии, северо-востока Иркутской обл., северо-западных территорий Амурской обл. Общие и частные особенности природной среды в этих разнообразных физико-географических условиях устанавливаются различными способами и методами, предусмотренными в методических пособиях по гидрогеологической съемке [7, 8].

Очевидно, что применение современных мощных технических средств, геофизических исследований, разнообразных лабораторных анализов для решения поставленных задач в значительной степени отдаляет урбанизированного профессионала-исследователя от использования тех природных процессов, явлений и признаков, которые как

бы “лежат на поверхности”, но ускользают от его внимания. Объективно, чем выше техническая оснащенность человека, тем дальше он отдалется от природы. Довольно часто это приводит к излишним затратам времени, сил и средств.

Предлагаются некоторые приемы ландшафтной индикации природно-территориальных компонентов Забайкальского региона, основанные на особенностях поведения ихтиофауны, адаптированной к современным и предшествовавшим физико-географическим условиям. В данном случае рассматривается влияние динамики рельефообразующих процессов на формирование сложившейся орогидрографии, на состояние гидромерзлотной обстановки определенных участков, обусловленное взаимодействием температурных флуктуаций атмосферы, гидросферы и преобразованием литосферы, определившие в свою очередь оригинальные черты жизнедеятельности водных позвоночных. По некоторым аномалиям в поведении рыб уточняются условия формирования и режим подземных вод в области распространения многолетнемерзлых пород. Очевидно, что такой

метод выяснения гидромерзлотной обстановки основывается на принципах детерминизма климатических, естественно-природных биологических и палеогеографических факторов.

МЕТОДЫ ГИДРОБИОЛОГИИ

Своеобразие поведения пресноводных представителей отряда лососеобразных – сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*), валец обыкновенный (*Prosopium cylindraceum*), хариус (*Thymallus arcticus pallasi*), ленок (*Brachymystax lenok*), таймень (*Hucho taimen*), голец-даватчан (*Salvelinus alpinus erythrinus*), адаптированных к местным условиям, составляет основу ихтиометодов, раскрывающих гидромерзлотную обстановку, развитие речной сети, характер режима подземных вод и т.д.

Рассмотрим конкретные примеры, в которых специфическое поведение некоторых видов водной фауны позволяет получить информацию, содержащую сведения о преобразовании рельефа, соотношении талых и мерзлых пород, уровне взаимосвязи поверхностных и подземных вод и т.д.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ САРТАНСКОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ПУТЕЙ МИГРАЦИИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ НА МЕЖДУРЕЧЬЕ ЛУРБУН–КУАНДА СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Маршрутными исследованиями установлено, что по р. Куанда (правый приток р. Витим) валец обыкновенный не поднимается выше коллоидного изгиба долины от субширотного к субмеридиональному (13 км ниже истока). Здесь же в экологии ленков намечается некоторый рубеж (рис. 1). Ниже по долине ленки крупные и очень крупные – типично речные, а выше ленки в подавляющем большинстве мелкие, а крупные экземпляры по облику напоминают озерные разновидности, характерные для оз. Леприндокан. Их морфологически различающиеся формы, как правило, обусловлены контрастными различиями среды обитания и кормовой базы. В первом случае это река с быстрым течением, непостоянным годовым режимом и резкими изменениями расхода, особенно в период летней погодной нестабильности. Во втором – долина с зарегулированным

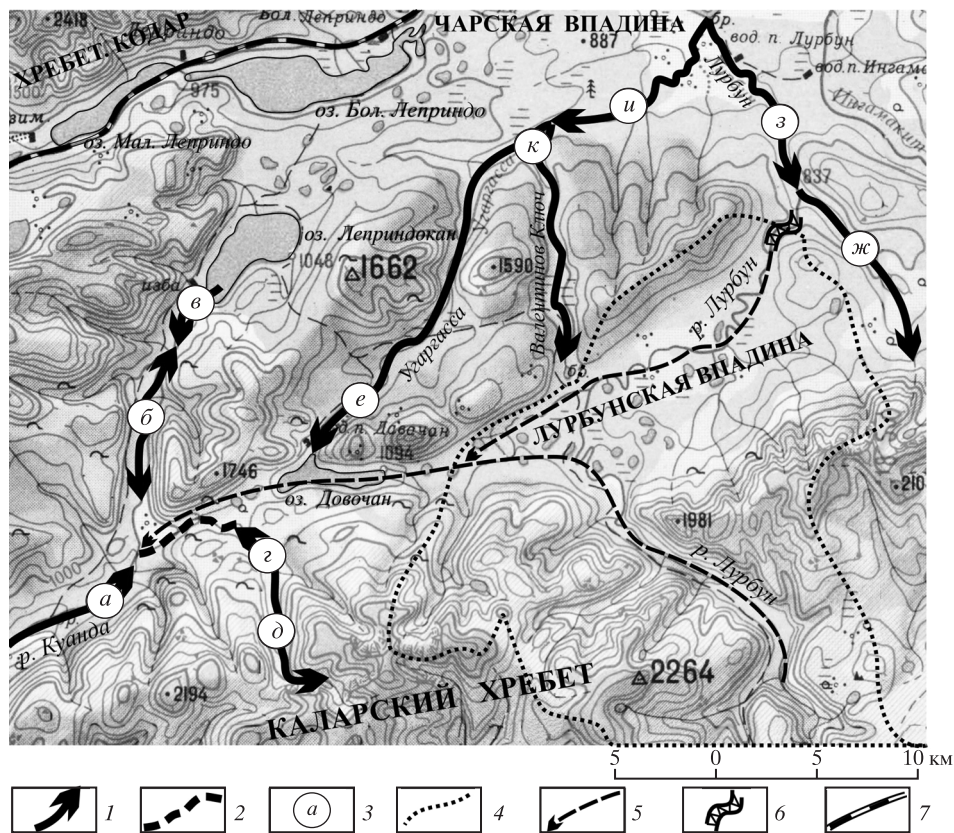


Рис. 1. Куанда – Лурбунское междуречье. 1 – участки рек с отличительными особенностями миграции рыб, 2 – сухое русло, 3 – популяции видов. Зимующих: а – хариус, ленок, валец; б, з – хариус, ленок; в – хариус, ленок озерный; д, е – хариус. Сезонно мигрирующих: ж, к – хариус, ленок; з, и – хариус, ленок, валец, таймень. 4 – территория без лососевых, 5 – досартанское направление поверхностного стока, 6 – ущелье, 7 – Байкало-Амурская магистраль.

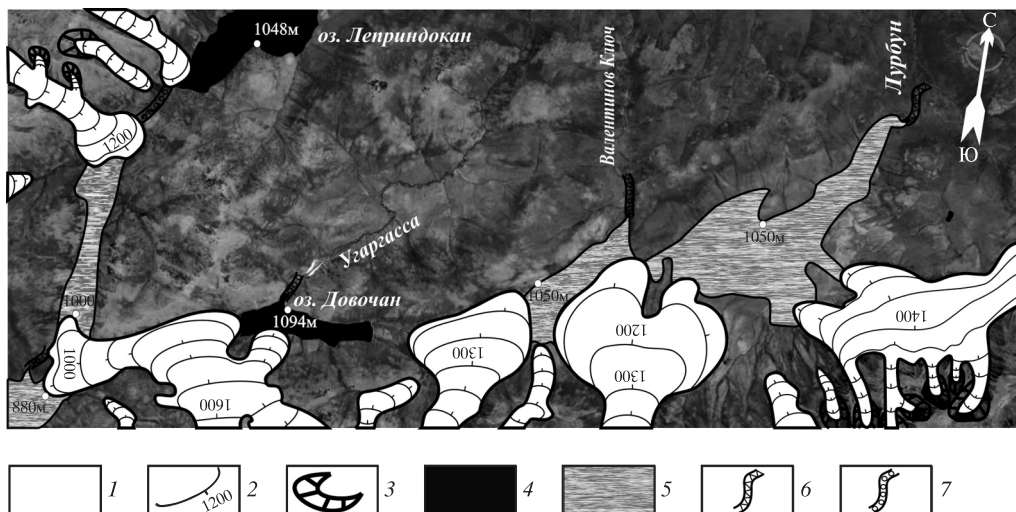


Рис. 2. Палеогеография максимальной фазы сартанского оледенения Куанда-Лурбунского междуречья. 1 – ледники, 2 – изолинии поверхности льда (через 100 м), 3 – кары. Озеро: 4 – современное, 5 – в эпоху оледенения. Долина прорыва: 6 – по морене, 7 – по скальным породам.

поверхностным стоком, находящимся в непосредственной связи с оз. Леприндокан, характеризующимся комплексным питанием поверхностными и подземными водами, с относительно слабым кругооборотом воды, в малой степени зависящим от сезонных колебаний атмосферных осадков и отличающимся собственным набором организмов низшего трофического уровня пищевой цепи.

На верхнем участке реки (3–5 км ниже истока) подрусловой поток совместно с круглогодичным поверхностным стоком формирует мощные талики. Вдольрусловые таликовые зоны подчеркнуты высокоствольной лесной растительностью. В зимнее время цепочки тальцов – своего рода “детсад” – пункты обитания хариуса и вызревания леноквой молоди. Эта часть долины в последнее оледенение формировалась в субаквальных условиях ледниково-подпрудного водоема, соединяющегося с оз. Леприндокан (рис. 2).

На упомянутом выше рубеже крупные разновидности речных ленков и в особенности валеков “пытаются” подняться вверх не по Куанде, а по руслу левого безымянного ручья, приуроченного к сквозной Куанда-Лурбунской долине с оз. Довочан.

В вегетационный период на нижнем участке ручья протяженностью 3.5–4 км, русловые воды фильтруются сквозь моренный перлювий и флювиогляциальные отложения, исключая возможность миграции рыб вверх по притоку (см. рис. 1). Открытый непродолжительный сток возникает только в отдельные годы с особо крупным паводком. В такие годы хариус и ленок могут подняться

вверх по долине. Об этом свидетельствуют достаточно замкнутые популяции лососеобразных в русле трога (рис. 3) в цунговом бассейне моренного амфитеатра и моренных озерах.

Зимой рыба концентрируется здесь же на участках выклинивания подземных вод, которые в головках наледей и подналедных каналах образуют водоемы глубиной 0.5 м с ямами в озеровидных расширениях русла глубиной до 2 м.

О широком развитии талых пород в днище трога и значительных запасах подземных вод в рыхлых отложениях, разгрузка которых обеспечивает зимовку рыб, можно судить по каскаду из четырех намерзающих в зимний период наледей размером до 0.7×0.2 км и мощностью льда до 4.5 м. Суммарный объем льда по годам изменяется от 1 до 1.2 млн м³. Таким образом, в годовую межень даже часть ресурсного потенциала подземных вод обеспечена родниковым стоком в 60–70 л/с.

Полупроходной валеков с нерестом от 25 сентября до 5 октября не мог освоить верховье долины, так как нет условий для схода мальков данного вида семейства сиговых. Это связано с отсутствием поверхностного стока по всей долине зимой и в ее приустьевой части летом.

С восточной стороны Куанда-Лурбунского междуречья также выявлена аномалия в поведении рыб. В мае, после возрождения открытого водотока в долинах рек Чарской системы, ленков и хариус, поднимаясь по р. Лурбун, уходят в небольшой правый безымянный приток, впадающий непосредственно напротив дистального



Рис. 3. Трог с обширной наледной поляной в верховье безымянного ручья с изолированной популяцией лососеобразных – г, д (см. рис. 1).

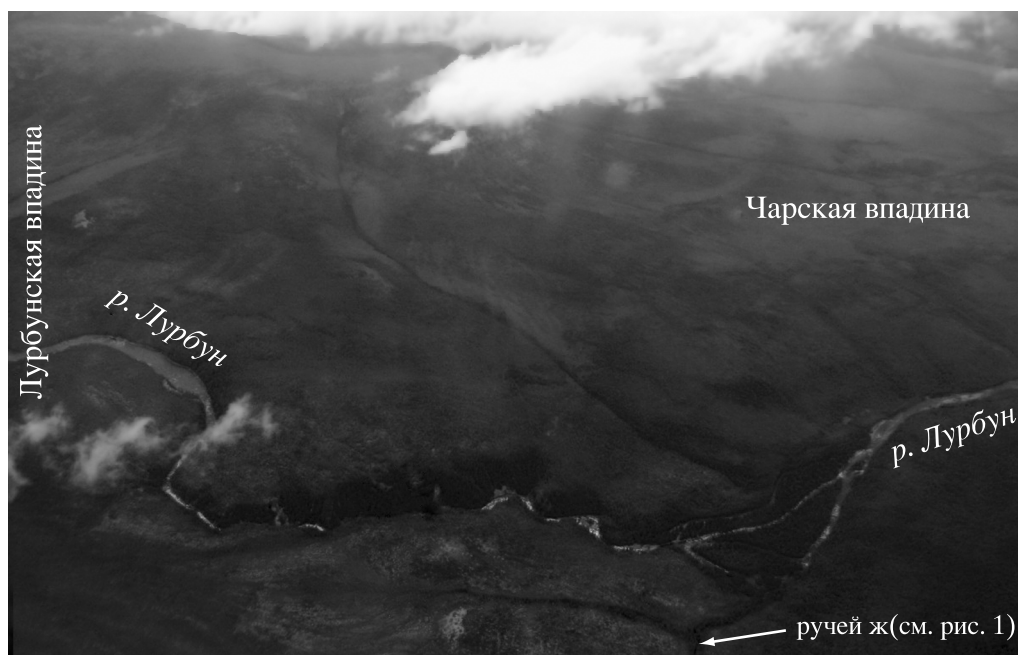


Рис. 4. Лурбунское ущелье в скальной Лурбун-Чарской перемычке.

конца Лурбунского ущелья (рис. 4). Этот приток, по сведениям местных жителей, является нерестилищем ленка и в первой половине прошлого века слыл “родовым участком” эвенков.

Осмотр ущелья протяженностью 1.5 км, прорезающего Лурбун-Чарскую коренную перемычку, не выявил непреодолимых преград, исключая проникновение рыб в Лурбунскую внутри-

горную впадину, несмотря на обеспеченный высокодебитный круглогодичный сток главной реки. Тем не менее утверждение старожилов, что в этой впадине нет рыбы, нами было проверено. Попытки определить ее наличие в самых перспективных местах (улова, плесы, изгибы меандр, устья боковых притоков, моренные озера, каналы стоков из озер) не увенчались успехом. Кроме мелкого речного гольяна (*Phoxinus phoxinus*) других рыб не обнаружено. И это при том, что в днище Лурбунской впадины ширина водотока в августе–сентябре достигала 30–50 м при глубине воды до 3.0 м. Зимний расход Лурбуна на много превышает 0.5 м³/с, который, по аналогии с другими водотоками Кодаро-Удоканской зоны, необходим и достаточен для зимовки даже тайменя.

Возникла своеобразная обстановка, когда высокая концентрация рыб в долинах западной и восточной части Куанда-Лурбунского междуречья оказалась разделенной бассейном Лурбуна (выше ущелистого участка), не заселенным представителями отряда лососеобразных. Такая аномалия в распределении ихтиофауны этого района обусловлена следующими причинами. До последнего сартанского оледенения в каргинское межледниковье 24–25 тыс. лет назад вся система водотоков Лурбунской впадины разгружалась на запад в долину р. Куанда (см. рис. 1). Лурбунская впадина от Чарской отделялась коренной перемычкой высотой 200–300 м. Ущелья не существовало. В Чарской депрессии верховьем долины Лурбуна служил современный небольшой правый приток – нерестилище ленка. В максимум последнего оледенения (18–20 тыс. лет назад) ледники, стекавшие по долинам северных склонов Каларского хребта, сформировали в Лурбунской впадине три конечно-моренных комплекса, которые закрыли сток водотоков на запад (см. рис. 2). В результате подпруды в западном межморенном пространстве сквозной долины возникло оз. Довочан, сохранившееся практически в неизменном виде. Подпрудное озеро центральной части сдренировалось на север по долине Валентинового Ключа. В восточной части днища Лурбунской впадины существовало еще одно подпрудное озеро. Сток из него привел к разработке ущелья в коренной перемычке между впадинами. В конечном итоге глубокий врез обеспечил сброс ледниково-подпрудного водоема и обусловил перехват рек Лурбунской межгорной котловины и формирование современной ориентировки гидросети с восточным направлением стока (см. рис. 1).

Биологией (совместно с палеонтологией) установлено, что степень зависимости той или иной

популяции от своего прошлого может быть разной [9]. Эту степень зависимости условимся называть “памятью”. В этом контексте можно считать, что “рыбья память” на Лурбуне сохраняется 18–20 тыс. лет, а “вальково-ленковая память” в Куандинской системе рек – 24–25 тыс. лет.

Очевидно, что аналитический подход к экологии водных позвоночных и палеогеографическая реконструкция начальных условий в рамках выявления специфических черт природной среды корректны в принципе. Фактически налицо решение как прямой, так и обратной задач – от ихтиофауны к палеогеографии и от палеореконовструкций рельефа к распределению рыбных резервов и ресурсов подземных вод, что существенно повышает достоверность установленных особенностей поведения некоторых видов водной фауны. В данном случае утилитарный подход к особенностям формирования речного стока, условиям гидромерзлотной обстановки и аномалиям в сезонной миграции водных позвоночных дает возможность оценить ресурсы внутренних пресноводных водоемов.

ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ РАЗОРВАННЫХ И ИЗОЛИРОВАННЫХ АРЕАЛОВ ИХТИОФАУНЫ

В рамках классической парадигмы, сложившейся к настоящему времени о динамической системе оледенение-межледниковье, интегрируем установленные природные взаимосвязи в обратном направлении времени с целью восстановления ее предыстории. Геодинамическое моделирование палеогеографической обстановки в данном случае трудно считать “линейным” и не лишенным необратимых процессов и явлений. В последние 300 тыс. лет циклические изменения климата приводили к неоднократному формированию, развитию и исчезновению громадных ледниковых полей и не менее обширных подпрудных водоемов на юге Восточной Сибири [4]. Они существенно повлияли на условия жизнедеятельности и миграции многих организмов, определили возникновение изолированных ареалов животных, адаптированных к сложившимся реалиям.

На этом фоне рассмотрим только одну разновидность водной фауны – гольца-даватчана (*Salvelinus alpinus erythrinus*). На генетическом уровне он прямой “потомок” северного гольца (*Salvelinus alpinus*), распространенного циркумполярно в прибрежной зоне Северного Ледовитого океана [5]. В пределах исторического ареала

этот вид отличается множественностью форм – проходные, полупроходные, озерно-речные и типично озерные, демонстрируя высокую степень адаптации даже к таким контрастным условиям обитания, как морская среда и пресные водоемы.

Проникновение гольца в озера Байкало-Станового нагорья на расстояние до 1800–2000 км от побережья океана не могло осуществиться без прямой связи. Эту связь обеспечивали гигантские приледниковые озера, занимавшие в разные эпохи оледенений бассейн р. Лена [3, 4]. Крупные подпрудные трансгрессии в среднем неоплейстоцене достигали территории Кодаро-Удоканской зоны. В максимальное самаровское оледенение (290–230 тыс. лет назад) уровень так называемого “Якутского моря” в бассейне Лены во время наивысшего стояния имел абс. отметку около 500 м. Альтитуда зеркала “Якутского моря” в тазовское оледенение (180–130 тыс. лет назад) достигала уровня 390–400 м в современной топографии [4]. Таким образом, и флора, и фауна полярных областей были “отжаты” циркумполярными ледниковыми покровами на юг. Впоследствии адаптированные к пресной воде водные организмы выжили и создали изолированные ареалы в водоемах Байкало-Станового нагорья.

К этой же категории мобильных организмов относится и байкальская нерпа (*Pusa sibirica*) – прямая “родственница” кольчатой нерпы Заполярья (*Pusa hispida*). Вероятно, ледниково-подпрудный характер развития приледникового стока в эпохи циркумполярных оледенений в Восточной Европе обусловил миграцию на юг и возникновение изолированного ареала каспийской нерпы (*Phoca caspica*) и волжской белорыбицы (*Stenodus leucichthys leucichthys*) – генетической “наследницы” нельмы (*Stenodus leucichthys nelma*), обитающей в Северном Ледовитом океане.

Нерешенной остается проблема выборочного расселения гольца в озерах Кодаро-Удоканской зоны. При большом количестве разнообразных озер (каровые, троговые, ледниково-подпрудные и др.) гольцы обнаруживаются не во всех из них. Причина такого явления не зависит от характера кормовой базы, размеров и генезиса озера, их ландшафтной приуроченности и состава воды. В Кодаро-Удоканской зоне голец обитает в озерах (но не во всех), расположенных выше абсолютной отметки 979 м (оз. Бол. Леприндо). Попытки как-то объяснить такой феномен не увенчались успехом. Тем более что впоследствии в бассейне р. Тора (левый приток Чары) и в районе оз. Ничатка выявили два небольших озера с гольцами на абсолютных высотах 700 и 650 м. Сведения

о гольцах в оз. Фролиха (отметка уровня 520 м) в Прибайкалье также способствовали отказу от идеи “высотной стратификации” обитания.

Возможно, их проникновение в начальный этап образования современных озер обусловлено наличием открытого стока. Однако палеогеографические методы не обладают необходимой точностью реставрации динамики деградации оледенения для установления такой детали, как характер стока из озера – поверхностный или фильтрующий сквозь рыхлые отложения. А современная картина разгрузки озерных вод не всегда отвечает былой гидрологии.

Таким образом, изолированные ареалы эндемиков служат дополнительным доказательством развития циркумполярного покровного оледенения и подпруживания северных рек. Подпрудно-приледниковые озера, возникавшие в бассейнах северных рек Азии с разгрузкой в юго-западном направлении, представляли собой громадный каскадно-озерный приледниковый сток протяженностью от Лены до Каспия и далее в Атлантический океан: подпруда Лены (Якутское озеро) со спиллвеем Вилюй-Нижняя Тунгуска [4]; подпруда Енисея с Кеть-Касским спиллвеем [11]; подпруда Оби (Мансийское озеро) с Тургайским спиллвеем [1]; Арало-Каспий со спиллвеем Узбой; Каспий и Черное море с Кумо-Маньчским спиллвеем (Абескунский пролив) [6]; Черное море и проливы-спиллвеи Босфор и Дарданеллы; Средиземное море [10] и, наконец, Гибралтарский пролив [2].

ВЫЯСНЕНИЕ ГИДРОМЕРЗЛОТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ДОЛИННОЙ СИСТЕМЕ ГОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ

При проведении средне- и крупномасштабных геолого-съёмочных и гидрогеологических работ, охватывающих большие территории, традиционными методами изучения криолитозоны с использованием горных выработок (шурфы, шахты, штольни), буровых работ (визуальная оценки керна, термометрия), геофизических методов (термокартаж, резистивиметрия, ВЭЗ, электропрофилирование и др.) фактически получаем “точечные” сведения о характере и глубинах залегания подошвы многолетнемерзлых пород. Интерполяция этих сведений по латерали во многом зависит от квалификации и опыта исследователя. В частности, электропрофилирование на площади развития слабльдистых отложений и тем более грунтов с “сухой мерзлотой” крайне неэффективно. Зачастую интерпретация результатов определения электросопротивления пород

приводит к прямо противоположным выводам. Ошибки в анализе данных электроразведки и резистивиметрии возрастают с повышением температуры мерзлых грунтов, особенно, когда она не на много ниже минус 1 °С. Кроме того, проведение электропрофилирования в горных районах крайне затруднено или невозможно.

На этом фоне знание особенностей сезонной миграции и зимовки проходных, полупроходных и местных представителей ихтиофауны оказывает существенную помощь в дешифрировании гидромерзлотной ситуации. Поведение их напрямую и тесно связано с режимом поверхностных и подземных вод, а также с геокриологической обстановкой исследуемой территории. Наиболее эффективна информация об условиях зимовки ихтиофауны.

В Забайкалье водотоки долин 1–4-го порядков полностью перемерзают или дренируются в подрусловые потоки. Условия для зимовки рыб сохраняются только на участках выклинивания подземных вод на дневную поверхность. Многие долины 5-го порядка также не имеют обеспеченного поверхностного стока. Возможности существования водной фауны сохраняются в “зимовальных ямах”, расположенных, как правило, в головках наледей. Если на юго-западе Забайкальского края пункты выклинивания подземных вод глубокой циркуляции контролируются в основном трещинной тектоникой, то на севере они связаны главным образом с особенностями фильтрации подруслового потока (перегибы тальвега, выступы коренных пород, барраж из слабопроницаемых отложений, плотины из моренных валов и др.).

В речных системах горных районов выше всех по долинам располагаются “зимовальные ямы” с хариусом (рис. 5). Круглогодичное выклинивание подземных вод обусловлено наличием компактного сквозного талика (1-й тип). Дебит родника, обеспечивающего его сохранность, незначителен. В особо суровые зимы талик перемерзает, и рыба гибнет. Весной, после восстановления поверхностного стока, останки хариусов можно увидеть по берегам ручья или речки.

Ниже по долине, в местах зимовки хариуса совместно с ленком, локальный сквозной талик формируется большим дебитом подмерзлотных вод, и он никогда полностью не перемерзает (2-й тип). После зимнего возрождения речного стока среди погибшей рыбы не обнаружен ни один прихваченный морозом ленок.

Еще ниже по течению в реках Байкало-Станового нагорья в тальцах совместно с хариусом

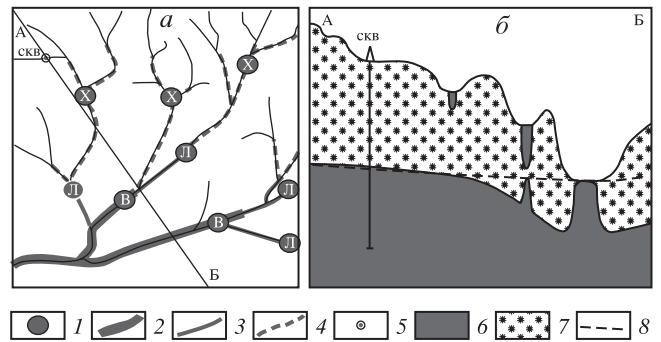


Рис. 5. Схема гидромерзлотной обстановки: *а* – план, *б* – разрез: 1 – “зимовальные ямы”: X – хариус, Л – хариус, ленок, В – хариус, ленок, валеж. Талики подрусловые: 2 – сквозные; 3, 4 – ложковые (соответственно крупный и мелкий); 5 – скважина. Горные породы: 6 – тальцы, 7 – мерзлые, 8 – региональный уровень подземных вод.

и ленком зимуют вальки. Самые верхние “зимовальные ямы” с вальками приурочены к участкам речных долин, где начинается обеспеченный круглогодично поверхностный сток. В ямах даже более обширных и глубоких, но расположенных выше, валеж не зимует. Такой факт объясняется тем, что ниже по течению есть участки русла, где водоток фильтруется сквозь косовые отложения, т.е. отсутствуют условия для схода мальков валька, нерестящегося “в зиму”. Наличие постоянного водотока служит надежной гарантией сохранения сформировавшегося вдоль русла постоянного сквозного талика в толще многолетнемерзлых пород (3-й тип). Выше по долине талик постепенно сужается и превращается в ложковый с компактными, описанными выше, изолированными сквозными таликами.

В пределах Зачикойской горной страны юго-запада Забайкалья непрерывный сквозной талик контролируется “зимовальными ямами” с хариусом, ленком и сигом-пыжьяном.

На практике применение ихтиометодов сводится к следующему. При использовании материалов по региональной характеристике криолитозоны, видно, что вначале отображается максимальная (потенциальная) мощность многолетнемерзлых пород, характерная для данной территории. Затем в контуре многолетнемерзлой толщи выделяются зоны талых пород, выявленные по особенностям гидрологии, гидрогеологии и гидробиологии речных долин (см. рис. 5).

В самых верховьях долин по мере продвижения вниз формируются ложковые талики. Ниже, когда водосборная площадь возрастает до нескольких десятков квадратных километров, глубина ложковых таликов возрастает до 30 м, а в благопри-

ятных местах возникают сквозные талики 1-го типа. Еще ниже, до таликов 2-го типа, в русле долины прослеживается возрастающий по ширине и глубине несквозной талик. Далее о начале уже сквозного подруслового талика 3-го типа свидетельствует самая верхняя “зимовальная яма” с сиговыми. Необходимо иметь в виду, что в северных регионах Забайкалья мощные подрусловые талики по контуру приповерхностной части осложнены мерзлотными “kozyрьками”, иногда даже с мерзлой “крышкой” мощностью от 5 до 20 м.

Очевидно, что основные сложности в строении криолитозоны концентрируются на площади отрицательных форм рельефа горных стран Забайкалья. Динамическое взаимодействие талых и мерзлых пород напрямую обусловлено характером циркуляции подземных вод, как теплоносителя. В свою очередь, очень тесная связь поверхностных и подземных вод “записана” в природных особенностях миграции и сезонного поведения, главным образом рыб отряда лососеобразных.

При объемной реконструкции контуров распространения многолетней мерзлоты необходимо дополнительно учитывать установленные кратковременными и многолетними режимными наблюдениями особенности взаимоотношений мерзлых и талых пород. В частности, в пределах водораздельных пространств разного порядка мощность криолитозоны определяется температурой пород на уровне нулевых годовых колебаний (на глубине 10–15 м) и геотермической ступенью, различной для кристаллических, плитных и рыхлых пород. Чаще всего в Забайкалье подошва мерзлой толщи в первом приближении контролируется региональным уровнем подземных вод. Вместе с тем в пределах интенсивно расчлененного рельефа на участках, сложенных плитными нередко карстующимися породами, в годовую межень установлен отрыв поверхности подземных вод от подошвы мерзлой толщи, который восстанавливается в весенне-летнее время. Ближе к основаниям склона и в днищах долин подмерзлотные воды приобретают напор в связи с промерзанием горных пород на значительную глубину – до 100 м и более.

Очевидно, что сведения об условиях зимовки водных позвоночных совместно с геоботаническими, зоологическими методами (оляпка – *Cinclus cinclus*, выдра – *Lutra lutra*, норка – *Mustela vison*) и со всем комплексом прямой информации о мерзлотной обстановке позволяют показать соотношение мерзлых и талых участков и восстановить гидромерзлотную ситуацию, близкую к реальной.

ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОВЕДЕНИЕ РЫБ

Помимо описанных ранее методов расшифровки условий разгрузки подземных вод в долинных таликах речной системы, отчетливо проявляется приуроченность рыбных косяков к участкам подошровой разгрузки подземных вод. Яркий пример такого поведения водной фауны – южная оконечность оз. Ничатка. Очевидная концентрация сиговых в конкретном глубинном интервале непосредственно связана с пластовой субаквальной разгрузкой подруслового потока р. Эльгер. Как правило, такие участки дна озера благоприятны для интенсивного развития беспозвоночных, обеспечивающих рыбам кормовую базу. Самый нижний трофический уровень с богатым представительством растительных и животных сообществ (от водорослей, простейших и до членистоногих) обязан своим развитием высокой концентрации растворенного кислорода, повышенной по сравнению с ультрапресными метеорными и поверхностными водами минерализации и богатому содержанию микрокомпонентов. Если нижняя граница водоносного горизонта обусловлена изменением состава водоносных отложений и уменьшением их фильтрационных свойств, то верхняя явно организована экранированием подруслового потока мерзлотной “покрышкой”. Эта вертикальная стратификация водопроводящих пород определяет установленную эхолотированием концентрацию сиговых в этом глубинном интервале.

Довольно часто по ихтиофауне можно выявить условия питания современных озер. В разнообразных озерах по размерам, глубине, происхождению и режиму лососевые сообщества водятся только в определенных водоемах. При этом чем “капризнее” вид к природной среде, тем он более информативен. В частности, сиг-пыжьян обитает в озерах глубиной не менее 4 м, питание которых осуществляется за счет подземных вод. Естественно, что это озера с прозрачной бесцветной водой и открытой протокой, соединяющейся с рекой. Сезонные изменения уровня воды в реке, особенно в высокие паводки, приводят к проникновению по протоке речного стока в озеро и образованию песчаной дельты. Промытые отложения субаквальной дельты используются сигадами для икрометания.

Знание этих особенностей позволяет решить дистанционным методом обратную задачу. К примеру, в днище Чарской котловины и на обширных

конечноморенных комплексах наблюдаются сотни разнообразных озер, различающиеся параметрами акватории, условиями питания и разгрузки, а также органолептическими свойствами и химическом составом вод. На аэрофотоснимках (АФС) озера с водой цвета заваренного чая (гумусовые кислоты, закисное и окисное железо, нитраты и нитриты) дешифрируются как однотонные пятна, так как не просвечиваются дно, подводная растительность и морфология субаквальных прибрежных отложений. Эти озера, а их подавляющее большинство, не имеют подземного питания и исключаются из анализа. Из ограниченного количества оставшихся не рассматриваются озера глубиной менее 4.0 м, в которых на АФС просматриваются все особенности дна. В конечном итоге остается минимальное количество – не более 4–5 озер, в которых высока вероятность обитания сигов.

У менее требовательных к физико-химическим свойствам воды ленка и хариуса бóльший выбор водоемов, хотя также неширокий. Крайне неприхотливый к условиям водной среды голяян обитает во многих, но не во всех, озерах. Определенное влияние природные условия оказывают на распределение соровых разновидностей ихтиофауны (окунь, щука, карась, плотва) и пресноводных тресковых (налим). Часто это приводит к заселению озера тремя или только двумя видами рыб, а иногда все сводится к популяции из одной разновидности, особенно при ухудшении качества воды в озере.

Решение прямой и обратной задач подтверждает достоверность выявленных особенностей экологии водных позвоночных, значимых для расшифровки элементов палеогеографии, выяснения гидромерзлотной обстановки, определения участков формирования месторождений подземных вод и даже качественной оценки их ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетняя практика по комплексному изучению гидрологических, гидрогеологических, геокриологических условий, геологического строения с привлечением палеогеографических реставраций Восточного Забайкалья показала тесную связь водных организмов с современным состоянием крио-, гидро- и литосферы и их динамикой в геисторическом плане. Характер миграции и адаптации водных позвоночных содержит информацию об условиях становления рыхлого чехла, многовековых изменениях режима и питания поверхностных и подземных вод. Использование этой информации лежит в основе

гидробиологических способов и приемов “дешифрирования”, как составной части ландшафтно-индикационного метода. С помощью ихтиометода в некоторых случаях достаточно просто и однозначно уточняются или решаются частные, региональные и даже глобальные проблемы, такие как выявление различных генетических типов таликов в криолитозоне; определение некоторой части ресурсного потенциала подземных вод и характера субаэрального и субаквального выклинивания подмерзлотных вод; установление мест перехватов речных систем и изменений направления поверхностного стока; возникновение локальных современных и реликтовых запрудных бассейнов и формирование в магистральных реках северного стока громадных приледниковых бассейнов, определивших миграцию водных организмов арктической зоны в водоемы средних широт и др.

На территориях, не затронутых человеческой деятельностью или со слабым техногенным воздействием, существующая всеобщая обусловленность объективных явлений базируется на устойчивых, выработанных тысячелетиями причинно-следственных связях естественно-природных компонентов. Эффективность использования их в расшифровке геологических, геоморфологических и географических условий в значительной степени зависит от “близости” исследователя к природе. Знание взаимообусловленности природных факторов на чувственном уровне было присуще древним людям или жителям современных кочующих племен. В какой-то мере им обладают также промысловики-охотники, тесно и непосредственно связанные с природой. У представителей современного цивилизованного общества эти качества в значительной степени утеряны. В силу этого познание определенных природных закономерностей достигается затратными средствами там, где ландшафтная индикация (в широком понимании) позволяет получить необходимую информацию доступными, не требующими больших усилий, способами.

На этом фоне, по мнению автора, ихтиометоды служат дополнением к известным геоботаническим, зоологическим и другим методам ландшафтоведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова В.С. Стратиграфия и история развития растительности Западной Сибири в позднем кайнозое. М.: Наука, 1977. 240 с.
2. Гросвальд М.Г. Последнее великое оледенение территории СССР. М.: Знание, 1989. 48 с.

3. *Еникеев Ф.И.* Плейстоценовые оледенения Восточного Забайкалья и юго-востока Средней Сибири // Геоморфология. 2009. № 2. С. 33–49.
4. *Еникеев Ф.И., Старышко В.Е.* Гляциальный морфогенез и россыпеобразование Восточного Забайкалья. Чита: ЧитГУ, 2009. 370 с.
5. Жизнь животных / Под ред. Л.А. Зенкевича. М.: Просвещение, 1971. Т. 4. Ч. 1. 655 с.
6. *Маруашвили Л.И.* Палеогеографический словарь. М.: Мысль, 1985. 367 с.
7. Методические рекомендации по гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1983. 105 с.
8. Методические рекомендации по составлению и подготовке к изданию Государственной гидрогеологической карты СССР масштаба 1:200 000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1985. 83 с.
9. Основы общей биологии: Пер. с нем. / Под общей ред. Э. Либберта. М.: Мир, 1982. 440 с.
10. *Свиточ А.А., Селиванов А.О., Янина Т.А.* Палеогеографические события плейстоцена Понто-Каспия и Средиземноморья (материалы по реконструкции и корреляции). М.: Изд-во МГУ, 1998. 292 с.
11. Четвертичные оледенения Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 120 с.

HYDROBIOLOGICAL METHODS OF MAPPING HYDROCRYOLOGICAL SITUATION IN MOUNTAINOUS AREAS OF EAST TRANSBAIKALIA

F. I. Enikeev

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, ul. Nedorezova 16a, Chita, 672014 Russia.
E-mail: iprec.sbras@mail.ru*

For specifying hydrological, hydrogeological, and hydrocryological conditions in mountainous areas of Transbaikalia, we propose to use ichthyological methods as a part of landscape indication.

The peculiarities of seasonal and perennial migration of freshwater salmon in Transbaikalia are revealed caused by the changing annual and perennial surface- and groundwater flows. The specific features of fish behavior are noticed upon modifying the valley morphology, river catchment, and river flow turn. The reasons of forming isolated habitats of aquatic vertebrates distant from their historical environment are explained in terms of paleogeography.

The adaptation degree of salmon population to the current hydrocryological conditions is revealed in this region. Their conservative “behavior” preserved since the last glaciation in this part of Asia is assessed.

Keywords: *hydrogeology, geocryology, landscape study, salmon family, paleogeography, isolated habitats, Transbaikalia.*