



УДК 574(571.54+517)+502.12

## **Возможные эколого-биологические последствия сооружения гидроэлектростанции на реке Селенге и её притоках в Монголии**

Л. Л. Убугунов, Н. Г. Борисова, О. А. Аненхонов, Д. Р. Балданова,  
Н. В. Базова, В. Л. Убугунов

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ  
E-mail: [ioeb@biol.bsnet.ru](mailto:ioeb@biol.bsnet.ru)*

**Аннотация.** Общеизвестен факт, что Байкал признан объектом всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Кроме того, дельта Селенги является объектом международного значения под эгидой Рамсарской конвенции. В связи с этим любые проекты строительства ГЭС на Селенге и/или её притоках должны подлежать тщательнейшей экспертизе. В свете появления планов Монголии по строительству Шуренской ГЭС на Селенге рассмотрены возможные негативные последствия для водных, прирусловых и береговых экосистем. Предполагается, что последствия с высокой вероятностью будут весьма многочисленными, крайне сложными и необратимыми. Более того, они, несомненно, окажут серьёзное негативное воздействие не только на Селенгу и её дельту, но и на Байкал. Для решения энергетических проблем путём паллиативных решений необходима разработка всеобъемлющей эколого-экономической «дорожной карты» промышленного развития как российской, так и монгольской частей Байкальского региона. При этом сохранение Байкал и другие экологические аспекты должны выступать в качестве неотъемлемого элемента этой «дорожной карты».

**Ключевые слова:** Байкал, дельта Селенги, объект мирового наследия ЮНЕСКО, Рамсарская конвенция, Шуренская ГЭС, экология и энергетика, биологическое разнообразие, экологические риски, деградация биоты.

Решение проблем экономического развития в современной цивилизации неизбежно вступает в противоречие с необходимостью сохранения биологического разнообразия, поддержания функционирования природных экосистем, неистощительного природопользования. Одно из крупнейших противоречий такого рода возникает при удовлетворении энергетических потребностей человечества. Именно такой проблемой, вызывающей в потенциале эколого-биологические последствия глобального уровня, является проект строительства одной или даже каскада ГЭС на Селенге – крупнейшем притоке озера Байкал. В конце 2014 г. на интернет-сайте совместного проекта правительства Монгольской Народной Республики и Всемирного банка (ВБ) в лице Международной ассоциации развития МАР (International

Development Association IDA) по содействию развитию инфраструктуры горнодобывающей индустрии Монголии ([www.minis.mn](http://www.minis.mn)) в числе основных целей соглашения между правительством МНР и МАР были опубликованы намерения по строительству Шуренской ГЭС на р. Селенге [27]. В рамках этих намерений предполагается привлечение инвестиций ВБ для реализации данного проекта. Однако в Инспекционную комиссию ВБ было направлено заявление с жалобой от имени экологических организаций Монголии и России, а также местных жителей, жизненные интересы которых будут затронуты в результате реализации проекта. Для оценки обоснованности этого заявления в мае 2015 г. комиссия ВБ предприняла инспекционную поездку в Бурятию и Монголию. Один из выводов, сделанных по результатам этой поездки, следующий: «*The Panel notes that the majority of concerns heard during its field visit emerge directly or indirectly from downstream impacts. These impacts could result from the alteration of water flows in the Selenge River because of the possible construction and operation of the Shuren HPP or of water diversion resulting from the OGP, with consequent impacts on the hydrology and ecology of the Selenge River Delta on Lake Baikal in Russia.* – Инспекция отмечает, что большинство из выслушанных во время поездки опасений возникает в связи с прямыми или косвенными воздействиями, которые будут иметь место вниз по течению (от плотины ГЭС<sup>1</sup>). Эти воздействия могут являться следствием изменения стока воды в р. Селенге из-за возможного строительства и эксплуатации ГЭС «Шурен» или водозабора (из бассейна р. Селенги) в результате реализации проекта переброски вод р. Орхон в Гоби, с последующим воздействием на гидрологию и экологию р. Селенги и её дельты на озере Байкал в России» [29]. Инспекционный отчёт, включающий вывод, был опубликован 27 июля и утверждён Советом директоров ВБ банка в августе 2015 г. Окончательное решение по заявлению отложено максимум на один год.

Сложившаяся ситуация демонстрирует необходимость оперативного анализа возможных последствий строительства и функционирования Шуренской ГЭС. Согласно современным экспертным оценкам, 67 % описанных эколого-биологических последствий сооружения и эксплуатации ГЭС являются негативными [25]. Представляемая нами работа – попытка предварительного анализа, в которой мы сознательно оцениваем только неизбежные негативные воздействия на экосистемы Байкальского региона вследствие планируемого строительства и функционирования ГЭС на Селенге и её притоках. Такой акцент, на наш взгляд, оправдан, поскольку речь идёт об экологических рисках для двух объектов, имеющих международное экосистемное значение: для объекта всемирного природного наследия – оз. Байкал и для охраняемого объекта Конвенции о водно-болотных угодьях (Рамсарской конвенции) – дельты Селенги.

Поскольку конкретной информации о планируемом строительстве на данном этапе не имеется, предлагаемый анализ отражает лишь наиболее

---

<sup>1</sup> Здесь и далее перевод с английского – О. А. Аненхонов.

общие эколого-биологические последствия зарегулирования стока путём строительства ГЭС и не претендует на полноту и законченность. Кроме того, следует иметь в виду, что, несмотря на вот уже почти 65-летний мировой опыт строительства и эксплуатации ГЭС, до сих пор 35 % реальных последствий такой деятельности вообще не ожидается на стадии проектирования, хотя точность их прогнозирования и возросла за этот период вдвое [25].

При строительстве ГЭС с блокированием русла и созданием резервуара (сооружение станции именно такого типа планируется в Монголии), наиболее достоверно прогнозируемыми в любой экологической обстановке являются гидрогеологические изменения. Вначале кратко охарактеризуем эти изменения, а затем рассмотрим, какое влияние они могут оказать на экосистемы, располагающиеся вниз по течению Селенги.

*Снижение объёма стока.* Создание и поддержание резервуара приводит к снижению показателей динамики речного потока. Так, максимальный расход Волги после зарегулирования снизился до 25 тыс. м<sup>3</sup>/с против 52 тыс. м<sup>3</sup>/с до строительства плотин; расход Енисея после строительства каскада ГЭС сократился на 1/5 в летний период и в 3–5 раз весной; объём годового стока Дона после зарегулирования Цимлянкой ГЭС снизился в 1,3 раза – с 27,6 км<sup>3</sup> до 21,7 км<sup>3</sup> [12].

*Нарушение естественной динамики речного потока.* Функционирование ГЭС приводит к тому, что объём, скорость течения и температура речной воды полностью определяются режимом работы ГЭС. Выявлены следующие изменения естественной динамики речного потока на реках после их зарегулирования:

– увеличивается объём зимнего стока и соответственно сокращается объём стока в теплые периоды года. Например, с вводом в действие Волгоградской ГЭС объём зимнего стока увеличился с 30 до 65 км<sup>3</sup>, а весенне-летнего – снизился с 135 до 106 км<sup>3</sup>, при этом продолжительность половодья сократилась с 84 до 60 суток, а в экстремально маловодные годы она уменьшалась до 19–31 суток [14]. На Енисее с вводом Красноярской ГЭС сток воды в период весеннего половодья сократился в 3–5 раз [11]. Расход вод Нижнего Дона после зарегулирования Цимлянкой ГЭС существенно снизился – до 2,4 раза с марта по июнь, и вырос в 0,4–0,6 раза с июля по февраль [12];

– температура воды ниже плотин ГЭС падает летом и возрастает в остальные месяцы в сравнении с периодом до зарегулирования. Так, температура в Енисее на участках ниже плотины понизилась в среднем на 10 °С в летний период и повысилась на 2–3 °С зимой [11];

– нарушенный температурный фон продолжает удерживаться на значительном удалении от плотин. Например, пониженная температура воды летом сохраняется на протяжении более 450 км вниз по течению от створа Красноярской ГЭС, а существенные среднесезонные изменения этого показателя прослеживаются на расстоянии до 900 км [6];

– проявляется дополнительная изменчивость объёма потока в течение суток. На Красноярской ГЭС колебания уровня воды достигают 1,5 м [11], а

на Нижнекамской ГЭС – 4 м [21]. Зона влияния суточного регулирования захватывает верхнюю часть нижнего бьефа, составляя на крупных реках десятки километров: 60 км в нижнем бьефе Цимлянской ГЭС, 50 км в нижнем бьефе Нижегородской ГЭС, 50–60 км – в нижнем бьефе Камской ГЭС. Зона влияния недельного регулирования по протяжённости в 1,5–2 раза больше зоны влияния суточного регулирования [22];

- утренние попуски воды с ГЭС приводят к ежедневным изменениям скорости течения и уровня воды, эрозии берегов за счёт ежедневного обсыхания и намкания, выплескам рыбы на берег [16];

- снижается скорость течения (даже во время половодья), что приводит к повышению температуры верхних слоёв воды;

- относительно высокие температуры воды в глубинных горизонтах водохранилищ, а также глубинное расположение водозаборных окон ГЭС являются основными причинами образования значительных по протяжённости участков открытой воды в нижнем бьефе ГЭС в зимний период. Так, ниже плотины Красноярской ГЭС образуется незамерзающая полынья, кромка которой в отдельные годы может спускаться на более чем 270 км от плотины [11].

Установлено, что последствия изменений динамики стока наблюдаются на протяжении огромных расстояний. Так, влияние на уровенный и ледовый режимы Енисея прослеживается на участке более чем 900 км вплоть до устья реки Подкаменная Тунгуска [11], а на режимы Вилюя в условиях эксплуатации Вилуйской ГЭС-I-II – до 600 км [2].

*Изменения гидрохимического состава.* Химический состав вод существенным образом меняется после строительства плотины и образования резервуара. В нижнем бьефе ряда североамериканских гидроэлектростанций, на которых проводились детальные гидрохимические анализы до и после строительства плотин, было отмечено появление около 17 экотоксических веществ [26]. Следует отметить, что появление большинства компонентов обуславливают отнюдь не технологические процессы выработки электроэнергии сами по себе, а, по-видимому, малоизвестные пока процессы, запускающиеся при создании водохранилищ. Например, было установлено повышение концентрации (превышение ПДК) ртути в мышечных тканях рыб во всех случаях, когда концентрация измерялась до и после сооружения плотин с водохранилищами как в умеренных, так и в тропических широтах [28]. Причём такой рост в течение не менее десятка лет прослеживался на значительном (до 100 км) удалении от самой ГЭС. Выдвинутой для объяснения появления ртути гипотеза об интенсификации синтеза метилртути водными микроорганизмами в присутствии огромного количества разлагающейся органики до сих пор не проверена.

Значимым фактором для водной биоты является содержание кислорода в воде. В накопительных резервуарах ГЭС, в зависимости от их объёма и площади поверхности, происходит стратификация вод по содержанию кислорода и температуры. Поскольку концентрация кислорода зависит от температуры воды, этот показатель в нижнем бьефе будет определяться тем, с

какого уровня резервуара будет производиться забор воды на турбины. При заборе холодной воды в ней будет понижено содержание кислорода. При пропусках воды через турбины происходит перенасыщение воды воздухом, что приведёт к резкому увеличению концентрации растворённого азота в воде. Такая перенасыщенная газами вода может попасть в организм рыб, а при перемещении в зоны с более низким содержанием газов у них будет проявляться газовая эмболия, приводящая к нарушениям вплоть до летального исхода.

*Задержание седиментов в водохранилище.* Известно, что резервуар плотины служит ловушкой для седиментов, содержащихся в толще воды. Так, на р. Дон после зарегулирования Цимлянкой ГЭС годовой сток взвешенных наносов упал почти втрое – с 4,67 до 1,86 млн т [12]. Задержание седиментов ведет к изменениям характеристик морфодинамических процессов в нижнем течении реки: усилению эрозии берегов и русла, а также снижению темпов осадения седиментов в устье, вследствие чего меняется морфология дельты. Дефицит наносов приводит к ухудшению условий обитания водных животных. Захват песчано-гравийных компонентов в резервуаре также может привести к ухудшению условий обитания водных животных ниже по течению.

*Фрагментация единого водного бассейна.* Плотина блокирует свободное перемещение питательных веществ и водных организмов. Для ряда водных животных перекрываются пути естественных регулярных миграций.

При переходе от выделения наиболее точно прогнозируемых гидрогеологических параметров к рассмотрению их воздействия на экосистемы определённость прогноза последствий резко падает – это обусловлено сложностью экологических процессов и недостаточным уровнем знаний об их ходе в настоящее время.

### **Возможное воздействие на водные экосистемы**

*Экосистемы Селенги, расположенные ниже по течению от планируемой ГЭС.* Изменённые суточные, недельные, сезонные колебания стока и температуры воды приведут к гибели многих компонентов водных сообществ и, как следствие, к общему обеднению реофильной биоты. Микробные сообщества станут нестабильными, снизится их способность к очищению воды. Вследствие появления мелководий и функционирования водохранилища ГЭС можно ожидать расширение присутствия сине-зелёных водорослей в Байкальском регионе, что приведёт к пагубным изменениям в водных экосистемах (аналогично тому, что происходит в оз. Котокель) [18].

Ухудшатся условия обитания и размножения для многих видов рыб. Зимовальные местообитания рыб будут подвергаться отепляющему влиянию вод, сбрасываемых из водохранилища. Катастрофическим для ряда видов (в частности, ценных и занесённых в Красные книги осетра и лососевидных рыб) будет возникновение непреодолимой преграды в виде плотины ГЭС на пути их ежегодных миграций. От снижения объёма стока Селенги в летний период пострадает воспроизводство частичковых.

Возникнет угроза трансформации приустьевых участков впадающих в Селенгу рек, которые важны для нереста. Негативное влияние на нерест и

инкубацию икры ценных осетра и белого байкальского хариуса, а также частичковых рыб окажет и то, что в весенний период температура воды окажется ниже естественной для этого сезона.

Отсутствие половодий в период нереста весенне-нерестующих фитофильных по типу нерестового субстрата видов рыб многократно сокращает нерестовые площади для последних, поскольку не происходит заливания наземной растительности на островах и в прибрежной зоне реки.

Значительные по амплитуде суточные колебания уровня воды окажут крайне негативное влияние в период нереста фитофильных по типу нерестового субстрата рыб. Отложенная в период высокого уровня в прибрежной зоне реки на залитую наземную растительность икра при снижении уровня воды будет обсыхать и погибать. При сбросах больших объёмов воды из водохранилища икра рыб будет выноситься с находящихся ниже по течению нерестилищ, заливаться, попадать в зоны промерзания и обсыхания.

Пониженная температура воды летом, в вегетационный период, сдвинет сроки нереста, увеличит период инкубации икры весенне-нерестующих рыб и её гибель, связанную, в первую очередь, с выедаемостью другими рыбами.

Известно, что сокращение объёмов вылова в 1980–1990-х гг. в бассейне Енисея относительно периода до зарегулирования, несмотря на интенсивный промысел, составило около 20 %, преимущественно за счёт ценных полупроходных видов рыб [11]. В Волго-Каспийском районе уловы полупроходных и речных рыб сократились в среднем в 2,9 раза [14]. В Азово-Донском районе уже к концу 1950-х гг. уловы проходных и полупроходных рыб снизились в 5, к концу 1970-х – в 20, а в современный период – в 260 (проходных) и 1 700 (полупроходных) раз по сравнению с 1930-ми гг. [12].

*Экосистемы дельты Селенги.* При впадении в Байкал Селенга образует огромную дельту – луговую и болотистую равнину, разделённую на островки многочисленными протоками и старицами. Её площадь составляет более 600 км<sup>2</sup>, из них около 85 % – угодья, регулярно затапливаемые при половодьях. Дельта Селенги сформирована многокилометровой толщей рыхлых осадков, вынесенных рекой на крутой склон Байкальского рифта. Подводная часть дельты достигает западного берега озера, а мощность осадков в дельте Селенги оценивается в 5 000–5 500 м.

Дельта выполняет экосистемную роль мирового значения – является основным биологическим фильтром огромного объёма вод, попадающих в Байкал [10]. Вследствие прогнозируемого в случае строительства ГЭС снижения уровня реки площадь дельты сократится, изменится её водный режим. Вследствие недостатка твёрдого стока следует ожидать эрозии грунтов. Все эти изменения отрицательно скажутся на способностях почвенно-растительного покрова и гидробиологического сообщества выполнять свои экологические функции.

Неестественные колебания уровня воды приведут к изменениям состава биоты водотока и к невозможности поддерживать существование околоводных животных: амфибий, птиц и млекопитающих.

Предположительно, снизятся биомасса и разнообразие околоводной растительности, что усилит загрязнённость воды антропогенными поллютантами.

Высокие весенние паводки, обычные до зарегулирования стока, способствуют промыву многочисленных протоков, затонов, стариц, где обитают преимущественно представители лимнофильной группы видов рыб (щука, язь, карась, плотва, окунь). При снижении стока эти биотопы обмелеют, зарастут в летний период высшей водной растительностью и станут малодоступны для обитания. Сокращение нагульных площадей и возможное ухудшение показателей кормовой базы заметно снизит значение дельты как места нагула многих видов рыб.

В дельте располагаются местообитания 298 видов гнездящихся и мигрирующих птиц, из которых 70 занесены в Красную книгу. Это один из крупнейших в Евразии пунктов остановки на пути перелётных птиц, поэтому дельта Селенги занесена в список водно-болотных угодий, подпадающих под действие международной Рамсарской конвенции. К числу наиболее редких видов птиц, обитающих в дельте, относятся чёрный и даурский журавли, орлан-белохвост, сапсан, азиатский бекасовидный веретенник [15]. Помимо этого, дельта Селенги входит в Центральную охранную зону озера Байкал как объекта всемирного природного наследия.

В случае падения уровня воды в дельте на 0,5 м произойдёт осушение на расстоянии до нескольких сот метров. Обмеление приведёт к снижению численности гнездящихся околоводных птиц как минимум в 1,5–2 раза (цифры получены при сравнении результатов наблюдений в маловодные и многоводные годы [8]) из-за сокращения гнездовых площадей, возрастания пресса хищничества, а также роста антропогенной нагрузки за счёт использования благоприятных для гнездования биотопов под выпас скота и заготовку сена.

*Экосистемы Байкала.* В Байкале содержится 23 тыс. км<sup>3</sup> жидкой пресной воды, что составляет 26 % запасов пресной озёрной воды планеты и около 5,5 % запасов всей пресной воды мира, включая озёра, реки, ледники и т. п. [5; 13]. В среднем за год Селенга приносит в Байкал около 30 км<sup>3</sup> воды, что составляет около половины всего годового притока в озеро. Наиболее многоводна река летом, наименее – в январе, феврале и марте. Селенга несёт в Байкал огромное количество твёрдой взвеси – песка и т. п., в среднем 3,6 млн т в год, при этом во время паводков твёрдый сток может достигать 7 млн т за один месяц.

В настоящее время уровень озера весьма низок вследствие маловодья последних лет. В 2014 г. приток воды в Байкал по совокупным причинам снизился до 68 % от нормы. При снижении стока Селенги после строительства ГЭС уровень Байкала, несомненно, станет еще ниже, поскольку река обеспечивает 50 % объёма воды, поступающей в озеро. Известно, например, что после создания ГЭС на Волге в 30-е гг. XX в. уровень Каспийского моря упал на 3,5 м.

Из-за необходимости обеспечения жизнедеятельности населения и удовлетворения нужд производства согласно «эффекту домино» прогнозируются дальнейшие снижения уровня озера.

Как на это отреагирует экосистема Байкала? Мы можем надеяться, что система обладает запасом прочности и инерционности. Но, может быть, предположительно развивающаяся уже сейчас экологическая катастрофа [9] является следствием антропогенной деятельности на озере в течение последних десятилетий?

В Байкале установлено обитание 2 595 видов и разновидностей животных, из которых не менее 56 % являются эндемичными [1], а состав флоры насчитывает 1 376 видов [7]. Биологическое разнообразие Байкала выявлено далеко не полностью. Прогнозируется, что при дальнейших исследованиях число известных в Байкале видов животных может достичь 3 500, а растений – более 1 500.

Искусственное регулирование основного уровня источника Байкала повлияет на ход жизненных циклов, продукционные характеристики, структуру трофических сетей гидробионтов всего озера.

Увеличение площади хорошо прогреваемых мелководий приведёт к развитию чуждых для Байкала сообществ, функционирование которых скажется неизвестным образом на условиях существования коренной биоты. Учитывая уже наблюдаемый отклик экосистемы озера в виде массового развития зелёных нитчатых водорослей [17], гибели брюхоногих моллюсков, отмирания байкальских губок [23], негативных процессов в оз. Котокель [18] и т. п., вряд ли эти последствия будут благоприятны или хотя бы нейтральны.

При современном уровне знаний можно прогнозировать ухудшение качества воды озера вследствие снижения биофильтрационной роли дельты Селенги и попадания продуктов жизнедеятельности чужеродных организмов и пр.

Прогнозируется снижение таксономического разнообразия биоты мелководных участков из-за изменений в годовой динамике уровня Байкала. Например, существуют риски снижения разнообразия организмов зоны заплеска, которое в настоящий момент вообще слабо изучено [4]. Характер и масштабы негативных последствий для сообществ гидробионтов открытого Байкала пока непредсказуемы.

Более определённые прогнозы можно сделать только относительно рыб, так как эта часть водных сообществ исследована значительно лучше. В прибрежье озера возможно осушение мелководных соров (заливов), где нерестятся, нагуливаются и зимуют многие виды так называемых сорových рыб. Уменьшатся площади нагульных акваторий промысловых видов рыб вследствие трансформации или исчезновения существующих гидробиоценозов, нарушатся нерестовые участки эндемичных коттоидных рыб (желтокрылка, длиннокрылка и др.).



В ихтиофауне Байкала есть виды, непосредственно зависящие от ситуации в р. Селенге, поскольку здесь располагаются их нерестилища. Это ценные осетр, байкальский омуль, белый байкальский хариус.

Подробнее остановимся на возможных последствиях для таких видов на примере омуля, поскольку мониторинг его нерестового стада в Селенге проводится уже 84 года [3].

Байкальский омуль представлен тремя популяциями. Самая многочисленная из них – селенгинская – заходит на нерест в Селенгу. Состояние популяции в настоящее время оценивается как близкое к неблагоприятному: по сравнению с началом XIX в. численность нерестового стада омуля Селенги упала не менее чем в 10 раз и имеет тенденцию к дальнейшему снижению [24].

Массовый заход нерестового стада в реку происходит 22 августа – 10 сентября. Выявлена тесная обратная зависимость между протяжённостью нерестовой миграции и средним уровнем воды в Селенге в сентябре: чем выше уровень воды в реке, тем короче нерестовая миграция.

Так как после зарегулирования уровень воды в реке упадёт, можно прогнозировать продвижение омуля дальше вверх по реке и нерест на участке, приближенном к нижнему бьефу предполагаемого водохранилища. В этом случае икра омуля будет подвергаться отепляющему воздействию сбрасываемых вод, что негативно повлияет на ход её инкубации: понизится выживаемость, увеличится процент морфофизиологических нарушений. При воздействии повышенной температуры и сброса больших объёмов воды (в естественной ситуации весенний резкий подъём воды при таянии льда является триггером для окончания инкубации) произойдёт более ранний выклев личинок и начало ската. Личинки, скатившись в дельту реки и далее для нагула на Селенгинское мелководье, окажутся в крайне неблагоприятных для их развития условиях, поскольку вода здесь к этому времени еще не прогреется. При недостаточном объёме воды в весеннее половодье ряд проток дельты не промоются, вследствие чего многие особи омуля не смогут выйти в Байкал и погибнут на мелководье или в изолированных временных водоёмах. Таким образом, численность селенгинской популяции омуля после зарегулирования неизбежно сократится, что, в свою очередь, отрицательно скажется на общем состоянии вида.

Следует также учитывать, что Селенга является не только основным притоком Байкала, но и фундаментальным средообразователем значительной части экосистем, обеспечивающих функционирование озера в целом. Снижение экосистемных функций в части, касающейся обеспечения потребностей человека: рыба, дичь, качество пастбищ, пахотных земель, приведёт к ещё большей эксплуатации ресурсов и разрегулированию сообществ, в том числе экосистемы озера в целом, в ещё больших масштабах.

#### **Возможное воздействие на наземные экосистемы**

*Почвенный покров.* Снижение водности Селенги приведёт к: 1) снижению уровня грунтовых вод и осушению луговых экосистем, что повлечёт засоление верхнего плодородного слоя почв; 2) переходу заболоченных

пойменных экосистем в мезофитные луговые и вызовет активизацию процессов минерализации перегнойно-гумусового горизонта; 3) снижению плодородия аллювиальных луговых почв вследствие изменений гидротермического режима и снижения поступления плодородных иловатых наносов; 4) возрастанию риска выгорания перегнойного горизонта пойменных почв при весенних низовых пожарах; 5) дефляции участков со свеженанесённым аллювием, прежде всего песком.

Снижение уровня вод Байкала приведёт к: 1) увеличению площади опесчаненных территорий на его побережье вследствие наступления озёрных песков на прибрежные ландшафты; 2) нарушению биосферных функций прибрежных болотных и заболоченных экосистем, включая биогенные и физические фильтрационно-осаждающие процессы; 3) осушению торфяных и оторфованных почв Прибайкалья и, вследствие этого, повышению опасности возникновения торфяных пожаров.

*Растительный мир в долине Селенги.* Снижение водности Селенги приведёт к: 1) ксерофитизации растительного покрова днища долины реки с возможным дальнейшим опустыниванием; 2) засолению почв и галофитизации растительного покрова в долине и на прилегающих территориях из-за снижения уровня грунтовых вод и ослабления промывного режима; 3) деградации значительной части пойменных лугов, кустарников, болотных участков в пойме и дельте Селенги; 4) обеднению разнообразия флоры и растительных сообществ долины реки; 5) прогрессирующему снижению биологической продуктивности растительного покрова в долине Селенги; 6) значительному ослаблению биофильтрационных свойств растительного покрова дельты Селенги с соответствующим ухудшением санитарно-гидрологических свойств дельтовых экосистем.

Можно предполагать, что снижение уровня вод Байкала повлечёт за собой: 1) снижение разнообразия флоры и растительности лугово-болотных экосистем вследствие сокращения их площадей; 2) повышение угрозы существованию популяций редких и эндемичных растений, произрастающих на побережьях Байкала и занесённых в Красные книги Бурятии, России, Международного союза охраны природы (МСОП); 3) значительное снижение биологической продуктивности растительного покрова прибрежных лугов, болот, лесов; 4) значительное ослабление биофильтрационных свойств растительного покрова побережий Байкала с соответствующим ухудшением естественных санитарно-гидрологических свойств экосистем; 5) замещение части типов лесов (в особенности из тёмнохвойных пород – кедра, пихты, ели) на малоценные мелколиственные леса, а также на травяные сообщества деградационного ряда вследствие ухудшения условий увлажнения из-за снижения уровня грунтовых вод; 6) значительное возрастание пожарной опасности в прибрежных лесах.

*Животный мир в долине Селенги.* Вследствие снижения уровня вод в Селенге и Байкале могут пострадать околотоводные животные: млекопитающие, птицы, амфибии, насекомые и другие беспозвоночные. Поскольку все эти группы животных обладают значительными мобильностью и адаптив-

ностью, то самым неблагоприятным для их существования фактором будут резкие непредвиденные изменения уровня воды. Особенно значимой может оказаться деградация дельты Селенги. В настоящее время это территория, где располагаются гнездовья водоплавающих птиц и проходят миграционные пути огромного количества видов птиц, в том числе включённых в охранные списки Бурятии, России, Монголии, МСОП.

### *Заключение*

Таким образом, проекты строительства Шуренской ГЭС на Селенге и любых ГЭС на её притоках в Монголии несут в себе огромный потенциал развития многочисленных проблем. В настоящее время с экономической точки зрения чистая пресная вода – более ценный ресурс по сравнению даже с нефтью [20]. Следовательно, проект, несущий риски ухудшения, вплоть до утери бесценного для мировой цивилизации резервуара пресной воды [19], является, по меньшей мере, недалёковидным.

С экологической точки зрения речь идёт о воздействии на два объекта, имеющих наивысшую биосферную значимость и экологическую ценность в силу их незаменимости и уязвимости:

1) озеро Байкал, объект всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО, резервуар чистой пресной воды мирового значения и один из важнейших в мире центров эволюции биологического разнообразия;

2) дельта реки Селенги, водно-болотное угодье международного значения, включённое в список объектов Рамсарской конвенции (Конвенции о водно-болотных угодьях, Конвенции о водоплавающих видах некоторых птиц).

Байкал в настоящее время находится далеко не в лучшем состоянии – в основном из-за влияния антропогенных факторов. Ситуация настолько остра, что мы должны всеми силами минимизировать оказываемое в настоящее время воздействие и уж тем более – не создавать новые проблемы. Дельта Селенги в результате строительства планируемых объектов может потерять свою ценность как водно-болотное угодье международного значения. Согласно стандартам, разработанным крупнейшими природоохранными организациями (например, Всемирным фондом дикой природы WWF), любые проекты, если они угрожают объектам, имеющим международную ценность, должны быть отвергнуты.

В настоящее время с экологической точки зрения Байкал и окружающие его экосистемы представляют собой сбалансированную систему, пока ещё справляющуюся с постоянно растущей антропогенной нагрузкой. Уровень современных экологических знаний не позволяет дать абсолютно однозначные прогнозы развития экосистем при том или ином воздействии, но несомненно то, что при попытках регулирования функционирования объектов планетарного значения постановки «экспериментов», подобных обсуждаемому проекту, недопустимы. Превалирующий в настоящее время в развитых странах принцип приоритета экологии обусловлен именно предположением, что любое вмешательство в сбалансированную систему не может остаться без негативных последствий. Поэтому мы считаем, что экологиче-

ские риски проектов строительства Шуренской ГЭС и ГЭС на притоках Селенги неоправданны и намного превосходят ожидаемые экономические дивиденды.

Сохранение экосистемы Байкала должно обеспечиваться обоими государствами, на территории которых расположен его бассейн – и Россией, и Монголией. Поэтому представляется, что для разрешения энергетических проблем в регионе путём паллиативных решений, исключающих строительство ГЭС, необходима разработка всеобъемлющей «дорожной карты» развития и функционирования эколого-экономических систем Байкальского региона, включая и российскую, и монгольскую его части. Она должна учитывать интересы всех сторон, обеспечивая при этом сохранение уникального и имеющего глобальное значение оз. Байкал. Более того, её императивом должно быть рассмотрение и решение любых вопросов через «призму» минимизации экологических рисков в регионе.

#### Список литературы

1. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. В 2 т. Т. 1. Озеро Байкал. – Новосибирск : Наука, 2001. – 832 с.
2. Арсеньев Г. С. Основы управления гидрологическими процессами: водные ресурсы : учебник / Г. С. Арсеньев. – СПб. : Изд. РГГМУ, 2005. – 231 с.
3. Базов А. В. Характеристика нерестовой миграции байкальского омуля в реку Селенгу по данным многолетних наблюдений (1920–2014 гг.) / А. В. Базов, Н. В. Базова // Вест. рыбохозяйств. науки. – 2015. – Т. 2, № 2 (6). – С. 18–28.
4. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 75–110.
5. Водные ресурсы Российской Федерации : ст. сб. / под ред. Н. Г. Рыбальского, А. Д. Думнова. – М. : НИИ-Природа, 2007. – 203 с.
6. Гайденок Н. Д. Изменение гидрологических свойств водотоков бассейна р. Енисей в результате гидростроительства / Н. Д. Гайденок, Г. М. Чмарова, А. И. Пережилин // Реки Сибири : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2011. – С. 70–76.
7. Галазий Г. И. Байкал в вопросах и ответах / Г. И. Галазий. – Иркутск : Форвард, 2012. – 320 с.
8. Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал / отв. ред. А. К. Тулохонов. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1999. – 280 с.
9. Грачев М. А. Что грозит Байкалу? / М. А. Грачев // В мире науки. – 2015. – № 1. – С. 4–15.
10. Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2008. – 314 с.
11. Долгих П. М. Влияние Ангаро-Енисейских ГЭС на водные биоресурсы и среду их обитания / П. М. Долгих, Е. Н. Шадрин // Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения : материалы заседания темат. сообщества по проблемам больших плотин и науч. консультатив. совета Межведомств. ихтиол. комис. Москва, 25 февр. 2010 г. – М. : WWF России, 2010. – С. 68–71.

12. Жукова С. В. Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания при эксплуатации Цимлянского и Манычских водохранилищ / С. В. Жукова // Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения : материалы заседания темат. сообщества по проблемам больших плотин и науч. консультатив. совета Межведомств. ихтиол. комис. Москва, 25 февр. 2010 г. – М. : WWF России, 2010. – С. 47–67.
13. Иванов О. П. К вопросу о действительной роли озера Байкал в мировом балансе пресной воды / О. П. Иванов // Бюл. Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2009. – № 3. – С. 14–15.
14. Катунин Д. Н. Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания Волжско-Камского каскада ГЭС / Д. Н. Катунин, И. А. Хрипунов, В. Г. Дубинина // Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения : материалы заседания темат. сообщества по проблемам больших плотин и науч. консультатив. совета Межведомственной ихтиологической комиссии, Москва, 25 февр. 2010 г. – М. : WWF России, 2010. – С. 8–18.
15. Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / отв. ред. Н. М. Пронин. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 688 с.
16. Люшвин П. В. Регламентация работы ГЭС с целью исключения суточных изменений попусков / П. В. Люшвин // Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения : материалы заседания темат. сообщества по проблемам больших плотин и науч. консультатив. совета Межведомств. ихтиол. комис. Москва, 25 февр. 2010 г. – М. : WWF России, 2010. – С. 93–100.
17. Массовое развитие зелёных нитчатых водорослей родов *Spirogyra* Link и *Stigeoclonium* Kutz. (Chlorophyta) в прибрежной зоне Южного Байкала / О. А. Тимошкин [и др.] // Гидробиол. журн. – 2014. – № 5. – С. 15–26.
18. Озеро Котокельское: природные условия, биота, экология / отв. ред. Н. М. Пронин, Л. Л. Убугунов. – Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 340 с.
19. Рогов В. Ю. Байкальский геоэкономический регион водного типа как глобализированный производитель природной питьевой воды / В. Ю. Рогов // Изв. ИГЭА. – 2010. – № 2 (70). – С. 35–40.
20. Тулохонов А. К. Еще раз о цене Байкала / А. К. Тулохонов // ЭКО. – 2013. – № 2. – С. 61–68.
21. ФБУ «Камводпуть» [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – URL: [http://www.kamvodput.pp.ru/index\\_NN.html](http://www.kamvodput.pp.ru/index_NN.html).
22. Шестова М. В. Гидрологический режим нижних бьефов ГЭС и его влияние на условия судоходства : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.19 / М. В. Шестова. – Н. Новгород, 2006. – 174 с.
23. Экологический кризис на Байкале. Ученые ставят диагноз / О. А. Тимошкин [и др.] // Наука из первых рук. – 2014. – № 5. – С. 74–91.
24. Bazov A. V. Long-term number of spawning populations Baikal omul (Coregonidae) in the Selenga River / A. V. Bazov, N. V. Bazova // Abstracts 12th International symposium on the biology and management of coregonid fishes 25-30 August, 2014. – Иркутск : Аспринт, 2014. – С. 15.
25. Dams and development: a new framework for decision-making: the report of the world commission on dams. – London and Sterling, VA : Earthscan Publications Ltd., 2000. – 404 p.
26. Frischknecht R. Ökoinventare für Energiesysteme. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz / R. Frischknecht, H. Müller-Lemans. – Zürich, Switzerland :

Bundesamt für Energiewirtschaft. Sozio-ökonomische Energieforschung, Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt/Energy-Materials-Environment Group (ESU); Überarbeitung: Schlussbericht des BEW/NEFF-Forschungsprojektes «Umweltbelastung der End- und Nutzenergiebereitstellung, 1996. – VIII. – 63 p.

27. Mining Infrastructure Investment Support Project: Terms of reference for environmental and social impact assessment of «Shuren Hydropower Plant» project [Electronic resource]. – Ulaanbaatar City, 2014. – URL: <http://www.minis.mn>.

28. Rosenberg D. M. Environmental and social impacts of large scale hydroelectric development: Who is listening? / D. M. Rosenberg, R. A. Bodaly, P. J. Usher // Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions. – 1995. – Vol. 5 (2). – P. 127–148.

29. The Inspection Panel. Report and recommendation on a request for inspection. Mongolia: Mining infrastructure investment support project (P118109) and Mining infrastructure investment support project – Additional financing (P145349) [Electronic resource]. URL: [http://ewebapps.worldbank.org/apps/ip/PanelCases/102%20-%20Eligibility%20Report\(English\).pdf](http://ewebapps.worldbank.org/apps/ip/PanelCases/102%20-%20Eligibility%20Report(English).pdf).

## Probable Biological and Ecological Consequences of Hydropower Plant Constructing on the Selenga River and its Tributaries in Mongolia

L. L. Ubugunov, N. G. Borisova, O. A. Anenkhonov, D. R. Baldanova,  
N. V. Bazova, V. L. Ubugunov

*Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude*

**Abstract.** It is well known that UNESCO recognized Lake Baikal as the World Heritage Site, and «Ramsar Convention» recognized the Selenga River delta as the Wetlands of International Importance. In this relation, any projects of hydropower plants (HPP) constructing on the Selenga river and/or Selenga's tributaries needs to be carefully considered. Taking into account the project of Shuren Hydropower Plant announced by Mongolia, we tried to consider possible negative consequences of projected dam on aquatic, riparian and coastal ecosystems and their biodiversity. As a result we supposed that potential affects very probably will be numerous, complicated and irreversible, causing serious negative consequences for Lake Baikal. This is the reason why any projects concerning dam constructing on Selenga and/or its tributaries should be examined very carefully. To provide sufficient energy supply in the region development of comprehensive roadmap is strongly required. Environmental issues targeted to protecting the unique and globally important Lake Baikal ecosystem should be declared as the necessary background for that roadmap.

**Key words:** Lake Baikal, Selenga River delta, the World Heritage Site of UNESCO, the Ramsar Convention, Shuren hydropower plant, ecology and power industry, biological diversity, ecological hazards, degradation of biota.

*Убугунов Леонид Лазаревич  
доктор биологических наук, профессор,  
директор института  
Институт общей и экспериментальной*

*Ubugunov Leonid Lazarevich  
Doctor of Sciences (Biology), Professor,  
Director of the Institute  
Institute of General and Experimental*

биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
тел.: (3012) 43-42-10  
e-mail: ioeb@biol.bsnet.ru

Борисова Наталья Геннадьевна  
кандидат биологических наук, заве-  
дующая лабораторией  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
тел.: (3012) 43-32-47  
e-mail: nboris@list.ru

Аненхонов Олег Арнольдович  
кандидат биологических наук, заве-  
дующий лабораторией  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
тел.: (3012) 43-32-56  
e-mail: anen@yandex.ru

Балданова Дарима Ринчиновна  
кандидат биологических наук,  
заместитель директора по науке,  
заведующая лабораторией  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
тел.: (3012) 43-42-25  
e-mail: drb@biol.bsnet.ru

Базова Наталья Владимировна  
кандидат биологических наук, научный  
сотрудник  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
тел.: (3012) 43-42-29  
e-mail: selengan@yandex.ru

Убугунов Василий Леонидович  
кандидат биологических наук,  
заведующий лабораторией  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
тел.: (3012) 43-31-65  
e-mail: ubugunovv@mail.ru

Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047  
tel.: (3012) 43-42-10  
e-mail: ioeb@biol.bsnet.ru

Borisova Natalia Gennadievna  
Candidate of Sciences (Biology),  
Head of Laboratory  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047  
tel.: (3012) 43-32-47  
e-mail: nboris@list.ru

Anenkhnov Oleg Arnoldovich  
Candidate of Sciences (Biology),  
Head of Laboratory  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047  
tel.: (3012) 43-32-56  
e-mail: anen@yandex.ru

Baldanova Darima Rinchinovna  
Candidate of Sciences (Biology),  
Deputy Director, Head of Laboratory  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047  
tel.: (3012) 43-42-25  
e-mail: drb@biol.bsnet.ru

Bazova Natalia Vladimirovna  
Candidate of Sciences (Biology),  
Research Scientist  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047  
tel.: (3012) 43-42-29  
e-mail: selengan@yandex.ru

Ubugunov Vasilii Leonidovich  
Candidate of Sciences (Biology),  
Head of Laboratory  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047  
tel.: (3012) 43-31-65  
e-mail: ubugunovv@mail.ru