Краткий доклад

НИР по теме: «Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера, определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС»
(1,2 этапы – основные результаты)

До настоящего времени комплексных системных исследований по проблеме влияния изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера с определением ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС не проводилось. С декабря 2021 г. по ноябрь 2022 г. были выполнены два из трех этапов исследований по названной теме НИР. В выполнении работ принимали участие институты Сибирского отделения РАН, Минобрнауки, Росгидромета и Росрыболовства (всего 10 институтов, более 160 чел.). Отв. исполнитель - ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова» (ИДСТУ) СО РАН.

1 этап. «Формирование информационно-аналитической базы в целях: определения влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий, включая экономические и социальные факторы; анализ методического обеспечения мониторинга уровня и прогнозирования полезного притока воды в озеро Байкал» (промежуточный отчет, 484 стр., в т.ч. 59 рис., 71 табл., 572 источника, 20 приложений).

1.Аналитическое обеспечение определения влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий.

Результаты анализа ранее выполненных исследований по влиянию изменения уровня озера Байкал на экосистему позволяют сделать следующие выводы:

Наиболее подверженными влиянию колебания уровня озера являются такие элементы экосистемы, как литоральная и прибрежно-соровая зоны и их сообщества. Негативное воздействие экстремально *низких уровней воды в озере Байкал* связано со значительными изменениями гидрологических и гидрохимических показателей в прибрежной зоне озера, мелководных заливах и прибрежных отчлененных озерах. *Экстремально высокие уровни озера* также в значительной мере негативно воздействуют на ряд элементов биоты: перемещение части нерестилищ прибрежно размножающихся рогатковидных рыб на большие глубинные горизонты с несвойственным температурным и газовым режимом, а также повышение доступности их производителей для хищников. Следует отметить негативное влияние несовпадения сроков и направленности хода изменения уровня при его естественном изменении и искусственном регулировании. Это связано с тем, что весеннее повышение уровня воды является сигналом (триггером) и физиологическим стимулом для начала нерестовой миграции, дозревания половых продуктов и начала нереста. Проведенный анализ литературных и фондовых материалов позволяет констатировать недостаточность знаний о влиянии изменений уровня Байкала на основные компоненты экосистемы (биоты литоральной и прибрежно-соровой зон).

На основании проведенного аналитического обзора влияния изменения уровня воды оз. Байкал на экологические, природно-технические и социально-экономические системы определены наиболее уязвимые к негативному воздействию территории в пределах административных границ Иркутской области и Республики Бурятия.

2.Анализ нормативно-правовой базы и материалов в области использования и охраны природных ресурсов и социально-экономических рисков при изменениях уровня воды оз. Байкал.

Основная проблема действующей нормативно-правовой базы по регулированию уровня озера Байкал, до сих пор нерешенная, заключается в отсутствии научно обоснованных и практически реализуемых допустимых границ диапазона колебаний уровня воды в озере Байкал и правил регулирования уровенного режима исходя из компромисса противоречивых интересов различных водопользователей и требований экосистемы в условиях значительной изменчивости притока. Действующие правила использования водных ресурсов (ПИВР) Иркутского водохранилища (озера Байкал) устарели по целому ряду положений, требуют уточнений и дополнений. При регулировании режимов в принципе отсутствуют какие-либо экономические критерии, в том числе возможные ущербы различных участников. Отсутствуют экологические требования. Одним из основных противоречий действующих ПИВР и всего современного законодательства по регулированию использования водных ресурсов оз. Байкал (Постановления, Методические указания и др.) является недостаточный учет рисков при выполнении требования сохранения метрового диапазона регулирования (Постановление №234). Первая группа рисков относится к допустимой верхней границе регулирования, вторая – к нижней. При этом, если обеспечение нижней допустимой границы регулирования оз. Байкал (456,00 м ТО) возможно, по крайней мере технически, при снижении расхода Иркутской ГЭС до 850 м^3/с (в настоящее время минимально допустимый расход ограничен 1300 м^3/с) в случае выполнения капитальной реконструкции водозаборов или перевода водопотребителей на альтернативные источники водоснабжения (подземные), то сохранение верхней границы регулирования (457,00 м ТО) в многоводные годы не возможно по естественной причине – пропускной способности истока р. Ангара (максимально возможный расход при отметке 457,00 м ТО составляет 4400 м^3/с). Основными социально-экономическими рисками при регулировании режимов Иркутской ГЭС (оз. Байкал) являются: в маловодные годы (периоды) – пониженные расходы через Иркутскую ГЭС с возможным нарушением работы водозаборов, а также нарушением требований водного транспорта; в многоводные годы – повышенные расходы через Иркутскую ГЭС с возможным затоплением территорий нижнего бьефа при одновременном форсировании уровня оз. Байкал и затоплениями на его побережье.

3.Аналитическое обеспечение оценки изменения водного баланса озера Байкал.

Выполнен анализ многолетней динамики притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории. Приведены показатели среднемесячного притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории с выделением периодов средней, низкой и высокой водности. Представлена оценка изменения основных параметров естественных составляющих водного баланса в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия. Приведены количественные оценки изменения параметров естественных составляющих водного баланса за период 1996-2020 гг. по сравнению с периодом до 1995 г. и выделением маловодных периодов 2014-2017 гг. и 1976-1982 гг. Анализ показал значительные колебания всех составляющих водного баланса озера. Проблемой остается точность их определения, особенно полезного притока. Сделан вывод, что основными факторами, определившими изменения составляющих водного баланса в современный период, являются региональные климатические изменения в бассейне озера, которые проявились в уменьшении поверхностного притока в озеро и увеличении испарения в предзимний период.

Выполнен анализ действующей методики мониторинга уровня озера Байкал, в том числе методики расчета среднесуточных показателей уровня озера с оценкой погрешности при их использовании. Методики мониторинга уровня озера Байкал и расчета среднесуточных показателей уровня озера требуют уточнения не только по подбору весовых коэффициентов для разных постов, но и учета значительных внутрисуточных

колебаний уровня по отдельным постам (до 5-15 см), что связано с сейшевыми волнами, нагонами, сгонами. Для их учета необходимо использование автоматических станций с автоматизированной обработкой данных наблюдений за уровнями и расходами воды.

2 этап. «Научно-обоснованные оценки влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий, и обоснование для экологической, социально-экономической оценки последствий (ущербов) при изменении уровня Байкала и регулировании расходов Иркутской ГЭС» (промежуточный отчет, 641 стр., в т.ч. 196 рис., 122 табл., 325 источников, 27 приложений).

1.Оценка влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий:

Корреляционный анализ общей фитомассы и колебаний уровня воды не показал устойчивых взаимосвязей между этими двумя параметрами.

При повышении уровня наблюдается «сокращение» некоторых негативных экологических процессов. Выявлены повышенные значения средней биомассы сообщества зоопланктона при среднем и низком уровнях водности в сравнении с таковыми для высокого уровня водности. Период массового размножения большинства эндемичных беспозвоночных и некоторых растений прибрежной зоны приурочен к весне (апрель–июнь). Резкие и значительные колебания уровня в этот период могут привести к их гибели.

Плавное повышение уровня воды весной в период размножения желтокрылки (основа кормовой базы омуля) увеличивает потенциальные площади, пригодные для нереста. Оптимальным в период размножения желтокрылки (с 1 мая по 20 июня) является постепенное повышение уровня, составляющее 2–5 см за декаду или 12–30 см за весь период.

Согласно проведенным экспедиционным гидрохимическим исследованиям, влияние колебаний уровня воды оз. Байкал и Иркутского водохранилища на химический состав устьевых зон притоков практически не прослеживается.

Установлены реакции разных видов животных, обитающих в прибрежных экосистемах озера Байкал, на воздействие изменений уровня воды. Так, быстрое повышение уровня оз. Байкал (более 1 см/сутки) в период с мая по июнь приводит к снижению успешности гнездования водоплавающих и ряда околоводных птиц, населяющих водно-болотные угодья Байкала.

Наибольший ущерб почвенному покрову происходит при интенсификации абразионных береговых процессов в периоды повышенного уровня воды, что наблюдается на восточном и северном побережье оз. Байкал и наиболее сильно на правом берегу Иркутского водохранилища.

2. Обоснование социально-экономической оценки последствий (ущербов) при изменении уровня Байкала и регулировании расходов Иркутской ГЭС.

Выполненные покомпонентные оценки социально-экономического ущерба позволяют сделать следующие предварительные выводы:

По результатам исследований значительный рост ущербов социально-экономическим объектам в верхнем бьефе (на побережье оз. Байкал) происходит при отметках уровня выше 457,4–457,5 м ТО, соответственно в нижнем бьефе - при расходах выше 4000–4400 м^3/с.

Используемая для оценки социально-экономического ущерба Методика ВИЭМС не дает возможности объективно и в полном объеме оценить последствия регулирования

уровенного режима озера. Анализ территориальных коэффициентов для Иркутской области и Республики Бурятия, указанных в Методике ВИЭМС, позволяет сделать вывод о несоответствии значений коэффициентов фактической динамике затрат. Предмет использования Методики ВИЭМС не связан с оценкой ущерба от береговой абразии в рамках правомерной деятельности в результате регулирования уровня озера Байкал, как и любого другого водного объекта.

Тем не менее, полученные количественные оценки социально-экономического ущерба будут использоваться в последующих исследованиях (на 3 этапе НИР) в качестве критических факторов для формирования социально-экономических требований при регулировании уровня озера Байкал и предложений по совершенствованию правил регулирования уровенного режима озера Байкал и Иркутского водохранилища с разработкой диспетчерского графика, определяющего текущие режимы Иркутской ГЭС с учетом данных требований и ограничений. минимизации рисков и потенциальных ущербов при регулировании уровня озера Байкал.

3. Моделирование режимов Иркутской ГЭС при разных уровнях озера Байкал и расходах через гидроузел для разных условий водности, с учетом уровней воды в нижнем бьефе показало, что:

- Действующие ПИВР требуют доработки из-за ряда противоречий, в том числе в части ограничения на установленный Постановлением Правительства № 234 диапазон регулирования оз. Байкал 456–457 м ТО и неопределенности понятий «средняя, малая, большая водность» по временному Постановлению № 379.

- По данным фактического притока за прошеший 123-х летний период непрерывных наблюдений, превышение уровня 457,00 м ТО происходит с вероятностью 27–35% и в значительной степени зависит от начальных условий (отметки уровня на 01.05). Вероятность нарушения отмеки 457,10 м существенно уменьшается и составит 10–20% за счет повышения расходов через ИГЭС до значений 3200–3600 м^3/с. Максимальный уровень озера составит 457,54–457,58 м ТО при условии повышения расхода через ИГЭС до 5600 м^3/с, что относится только к условиям одного катастрофически многоводного 1932 г. обеспеченностью 0,8% (при обеспеченности 0,1% расчетный максимальный уровень составит 455,77 м ТО). По всем остальным годам уровень озера не нарушает границу 457,50 м, а максимальный расход ИГЭС не превысит 4400–4600 м^3/с.

- Результаты расчетов показывают, что снижение уровня оз. Байкал ниже 456.00 м происходит в 4–9 годах из 123-х, т.е. имеют обеспеченность 97-93%. При обеспеченности притока 99% минимальная отметка уровня составит 455,80-455,89 м ТО (в зависимости от начального уровня на 01.05), При обеспеченности притока 99,9% - 455,76-455,66 м ТО. Для разных условий водности сохранение метрового диапазона 456–457 м ТО невозможно без нарушения ряда современных требований водопользования и других ограничений.

4. Обоснования разработки предложений по совершенствованию методики мониторинга уровня и прогнозированию полезного притока воды в озеро Байкал.

Моделирование и анализ процессов суточных и внутрисуточных циклов изменения уровня озера Байкал природного и техногенного происхождения на основе данных наблюдений на станциях УГМС и экспериментальных автоматических станциях ЛИН СО РАН (частота измерений уровня 1 сек.) за период 2015-2020 гг. показало, что диапазон колебаний между различными гидропостами в течение суток может достигать 15 см, что связано, прежде всего, с короткопериодными колебаниями уровня (сейши, приливные колебания и сгоны/нагоны или метеоцунами). Максимальная изменчивость уровня отмечается в Южной и Северной котловинах Байкала, изменчивость уровня в пределах Среднего Байкала менее значительна. Таким образом, для мониторинга уровня и

определения среднесуточного уровня озера Байкал, используемого при управлении уровенным режимом, необходимо учитывать его внутрисуточные изменения.

По результатам анализа подготовлены предложения для разработки методики и проведения комплексного гидрометеорологического мониторинга за уровенным режимом озера Байкал, включающие: определение среднего уровня оз. Байкал на конкретную дату; модернизацию системы наблюдений за уровнем озера; модернизацию системы наблюдений за притоком в озеро**,** включая автоматизированную обработку данных наблюдений и методику оперативного учета притока речных вод в озеро.

5. Разработка количественных характеристик показателя водности (полезного притока) озера Байкал.

Термины *«средняя водность», «высокая (большая) водность»* и *«низкая (малая) водность»* присутствуют в законодательных актах по регулированию уровня оз. Байкал и содержат значительный элемент субъективности. Поэтому количественные показатели водности должны устанавливаться в зависимости от целей нормирования.

При регулировании уровня озера Байкал, с учетом анализа данных непрерывных наблюдений за 123-х летний период, имеющихся нормативных документов, предлагается следующая градация водности притока (полезного притока) в оз. Байкал:

$P \leq 1\%$ - катастрофически высокая водность;

$1\% < P \leq 10\%$ - высокая водность;

$10\% < P \leq 40\%$ - умеренно высокая водность;

$40\% < P \leq 60\%$ - средняя водность;

$60\% < P \leq 90\%$ - умеренно низкая водность;

$90\% < P \leq 99\%$ - низкая водность;

$P > 99\%$ - катастрофически низкая водность.

Если следовать предложенной градациям водности, то к высокой водности относятся объемы годового полезного притока $\geq 73{,}2$ км^3 , а к низкой $\leq 41{,}7$ км^3.

Представленная градация водности не полностью соответствует действующим нормативным документам по регулированию уровня оз. Байкал, прежде всего регулированию уровня в пределах диапазона 456-457 м ТО в условиях средней водности (Постановление №379 от16.03.2022). Выполненные модельные расчеты и фактические режимы регулирования в последние годы показывают, что данный диапазон можно выполнить только для обеспеченностей в диапазоне от 90-93 до 30-35%. В этой связи, показатели средней водности необходимо уточнить либо в привязке к ограниченному (метровому) диапазону, либо должен быть расширен возможный диапазон регулирования озера, соответствующий предложенному понятию средней водности (обеспеченности притока от 90 до 10%), включающей умеренно высокую и умеренно низкую водность.

С учетом результатов выполненных исследований 1 и 2 этапа, на 3 этапе будут подготовлены рекомендации в целях внесения изменений в правила использования водных ресурсов Иркутского водохранилища и озера Байкал, территориального планирования и зонирования территорий, правила землепользования и застройки поселений, процедуры принятия решений о развитии застроенных территорий, прилегающих к Байкалу, с целью минимизации экологического и социально-экономического ущерба при изменении уровня Байкала. Рекомендации будут учитывать зависимости ущербов в прибрежной зоне озера Байкал, Иркутского водохранилища, нижнего бьефа Иркутской ГЭС от ее расходов при разных условиях водности.