

## ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ БАЙКАЛА

УДК 911.3:621.81

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-4(74-83)

**В.М. НИКИТИН\***, \*\*, **Н.В. АБАСОВ\***, **И.В. БЫЧКОВ\*\***, \*\*\*, \*\*\*\*, **Е.Н. ОСИПЧУК\***\*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 130, Россия, [nikitin1310@mail.ru](mailto:nikitin1310@mail.ru), [nva@isem.irk.ru](mailto:nva@isem.irk.ru), [eugene.os@mail.ru](mailto:eugene.os@mail.ru)\*\*Иркутский научный центр СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, [nikitin1310@mail.ru](mailto:nikitin1310@mail.ru), [bychkov@icc.ru](mailto:bychkov@icc.ru)\*\*\*Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, [bychkov@icc.ru](mailto:bychkov@icc.ru)\*\*\*\*Иркутский государственный университет,  
664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, Россия, [bychkov@icc.ru](mailto:bychkov@icc.ru)

## УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ ОЗЕРА БАЙКАЛ: ПРОБЛЕМЫ И ПРОТИВОРЕЧИЯ

*Рассмотрены современные проблемы регулирования уровня оз. Байкал. Выполнен сравнительный анализ изменения уровня озера, диапазона его колебаний и внутригодовой амплитуды за 120-летний период наблюдений в естественных и зарегулированных условиях. Проанализирован период экстремального маловодья 2014–2017 гг. Отмечено, что наряду с климатическими факторами на снижение устойчивости функционирования водохозяйственной системы повлияла также противоречивость действующего законодательства и системы управления водными ресурсами в бассейнах Байкала и Ангары. Выявлено, что, вполне справляясь в целом с обеспечением требований водопользователей и водопотребителей в условиях нормальной и близкой к ней водности, она не может обеспечить нормативные потребности и ограничения в периоды экстремальной водности. Рассмотрены риски и противоречия при регулировании уровня оз. Байкал в мало- и многоводные годы. Выполнены количественные оценки возможных максимальных уровней оз. Байкал при прохождении наводков для разных ограничений расходов воды в нижнем бьефе. Даны оценки ожидаемых площадей затопления. Отмечено, что наряду с водохозяйственными и социально-экономическими рисками при регулировании уровня озера необходимо учитывать климатические и экологические факторы. Проанализированы экологические требования, которые учитывались при установлении ограниченного метрового диапазона регулирования уровня оз. Байкал (Постановление Правительства РФ от 26.03.2001 г. № 234). Отмечается противоречивость данных требований, а в ряде случаев невозможность их выполнения. Даны количественные оценки последствий возвращения Постановления № 234 с 1 января 2021 г. Показано, что выполнение данного Постановления в полном объеме невозможно без нарушения требований водопользователей. В годы повышенной водности неизбежны затопления г. Иркутска. Предлагается использовать «социальный» вариант регулирования уровня оз. Байкал, не нарушающий действующее законодательство и обеспечивающий незаопление в нижнем бьефе. Для определения обоснованного диапазона регулирования уровня оз. Байкал с учетом современных экологических и социально-экономических факторов необходимо выполнение специальной научно-исследовательской работы.*

Ключевые слова: уровень оз. Байкал, диапазон регулирования, маловодные и многоводные годы, риски, противоречия законодательства, экологические требования.

**V.M. NIKITIN\***, \*\*, **N.V. ABASOV\***, **I.V. BYCHKOV\*\***, \*\*\*, \*\*\*\*, **E.N. OSIPCHUK\***\*Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 130, Russia, [nikitin1310@mail.ru](mailto:nikitin1310@mail.ru), [nva@isem.irk.ru](mailto:nva@isem.irk.ru), [eugene.os@mail.ru](mailto:eugene.os@mail.ru)\*\*Irkutsk Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 134, Russia, [nikitin1310@mail.ru](mailto:nikitin1310@mail.ru), [bychkov@icc.ru](mailto:bychkov@icc.ru)\*\*\*Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory, Siberian Branch,  
Russian Academy of Sciences, 664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 134, Russia, [bychkov@icc.ru](mailto:bychkov@icc.ru)\*\*\*\*Irkutsk State University,  
664003, Irkutsk, ul. Karla Marksa, 1, Russia, [bychkov@icc.ru](mailto:bychkov@icc.ru)

## LEVEL REGIME OF LAKE BAIKAL: PROBLEMS AND CONTRADICTIONS

*We examine the current problems of Lake Baikal level regulation. A comparative analysis is made of the changes in the lake level, the range of its fluctuations and in the intra-annual amplitude for the 120-year-long period of observations in natural and regulated conditions. The period 2014–2017 with an extremely low water level is analyzed. It is pointed out that the inconsistency between existing legislation and the water resource management system within the Baikal and Angara drainage basins has also contributed to the decline in sustainability of the water economy, along with the climatic factors. It was found that while generally quite well complying with the requirements of water users and water consumers in conditions of normal and almost normal water availability, it cannot meet the regulatory needs and restrictions in periods of extreme water availability. The risks and contradictions in the regulation of the Lake Baikal water level in low- and high-water years are considered. Quantitative assessments are made of the possible maximum levels in Lake Baikal during floods for different restrictions of water flow in the downstream water. The estimates of expected areas of flooding are given. It is pointed out that along with water management and socio-economic risks, climatic and environmental factors should also be taken into account in the lake level regulation. An analysis is made of the environmental requirements which were taken into account when setting the limited meter range of Lake Baikal level regulation (Decree of the Government of the Russian Federation of 3.26.2001 No. 234). There is an inconsistency in these requirements and, in some cases, the impossibility of meeting them. Quantitative assessments are made of the implications of the re-enforcement of Decree No. 234 on January 1, 2021. It is shown that the enforcement of this decree in full necessarily involves violating the requirements of water users. The years of elevated water levels are necessarily accompanied by flooding of the city of Irkutsk. It is suggested that the “social” option of regulating the level of Lake Baikal water level regulation be used in order to avoid infringement of existing legislation and flooding by the downstream water. Special research work should be done to determine a reasonable range of Lake Baikal water level regulation having regard to the current environmental and socio-economic factors.*

*Keywords: Lake Baikal level, range of regulation, low-water and high-water years, risks, contradictions of legislation, environmental requirements.*

## ВВЕДЕНИЕ

Вопрос регулирования уровня оз. Байкал активно обсуждается уже более 20 лет. Его актуальность определяется уникальностью природного объекта, интересами прилегающих территорий, многочисленных водопотребителей и водопользователей. Дискуссии второй половины 1990-х – начала 2000-х гг. были связаны с требованиями изменения законодательства (правил регулирования уровня оз. Байкал). Рассматривалась необходимость при регулировании уровня учитывать воздействие на экосистему озера и прибрежную территорию [1–6]. В этот период оз. Байкал было признано объектом Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (1996 г.), вышел Федеральный закон «Об охране озера Байкал» от 01.05.1999 г. № 94-ФЗ [7]. В соответствии со статьей 7 данного закона, в целях охраны уникальной экологической системы озера Байкал устанавливается запрет на повышение уровня воды в озере Байкал выше максимальных значений и снижение уровня воды в озере Байкал ниже минимальных значений, установленных Правительством Российской Федерации. В дальнейшем на основании этой статьи было принято Постановление Правительства РФ от 26.03.2001 г. № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» (далее Постановление № 234) [8]. В соответствии с этим документом минимальные и максимальные значения уровней воды в оз. Байкал с 2001 г. были ограничены метровым диапазоном — 456 и 457 м Тихоокеанской системы высот (ТО).

В последние годы повышенное внимание к данному вопросу со стороны органов управления, научно-экспертного сообщества и общественных организаций было связано с проектом новых «Правил использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС» (далее ПИВР-2013) [9], подготовленного взамен действующих ПИВР 1988 г. [10]. На основании старого варианта Правил уровень оз. Байкал регулировался до 2001 г. По результатам обсуждений проект ПИВР-2013 не был принят, а ПИВР-1988 действовали в части, не противоречащей Постановлению № 234. Особую актуальность проблеме придало начавшееся в 2014 г. и продолжавшееся четыре года экстремальное маловодье в бассейнах оз. Байкал и р. Ангары. Период маловодья на практике наглядно показал недостаточную обоснованность и невозможность выполнения Постановления № 234 в условиях водности, не относящихся к нормальным. В этой ситуации Правительство РФ вынуждено было выпустить три временных постановления, регулирующих уровень озера: № 97 от 04.02.2015 г., № 626 от 01.07.2016 г. и № 1667 от 27.12.2017 г. [11–13]. Последнее из них (№ 1667) [13] действует до 1 января 2021 г. и предусматривает возможность расширения диапазона регулирования уровня оз. Байкал с 1 до 2,3 м в зависимости от складывающихся гидрологических условий (при том что метровый диапазон в нормальных условиях водности сохраняется). В этот период данной проблеме был посвящен

ряд публикаций и научно-исследовательских работ, выполненных Иркутским научным центром (ИНЦ) и Институтом систем энергетики им. Л.А. Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН, другими организациями и экспертами [14–20]. С 1 января 2021 г. вновь вступит в силу Постановление № 234, что с наступлением маловодных или многоводных периодов неизбежно приведет к новым проблемам, а следовательно, потребуется выпуск новых Постановлений Правительства РФ или введение режимов чрезвычайных ситуаций.

В настоящей статье рассматриваются предпосылки и причины сложившейся ситуации, противоречия в законодательстве, оцениваются возможные риски и последствия возвращения Постановления № 234, сформулированы предложения по снижению отрицательных последствий и решению названных проблем.

## МЕТОДЫ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

При исследовании уровня режима оз. Байкал применялась разработанная в ИСЭМ СО РАН система моделей комплексного использования водных ресурсов бассейна р. Ангары [19]. Она включает гидрологическую, гидравлическую, водохозяйственную и другие модели и позволяет выполнять моделирование режимов регулирования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС. На основе данных о притоках воды, характеристик водохранилищ, гидроузлов и других параметров, требований водопользователей и водопотребителей, допустимых ограничений рассматриваются различные варианты управления водными ресурсами. В качестве исходных гидрологических данных были взяты показатели притока в оз. Байкал, его уровня, расхода в истоке р. Ангары за 120-летний непрерывный период наблюдений.

**Уровень озера Байкал.** Первые наблюдения за колебанием уровня воды в оз. Байкал проводились в с. Култук в 1868–1871 гг. [21]. Этот период совпал с экстремально высокой водностью 1869 г., когда была достигнута отметка 457,1 м ТУ, а внутригодовая амплитуда колебания уровня воды составила 1,66 м — рекордные значения за весь последующий период наблюдений до строительства Иркутской ГЭС (ИГЭС) и заполнения ее водохранилища. С открытием в 1898 г. постоянно действующего водомерного поста — ст. Байкал — начались регулярные наблюдения уровня озера. 120-летний период непрерывных наблюдений можно разделить на два этапа, примерно равных по продолжительности: естественный (1899–1959 гг.) и зарегулированный (1960–2018 гг.).

В естественных условиях уровень озера определялся притоком (имеется в виду полезный приток, учитывающий поверхностный приток всех рек, выпадающих в Байкал, осадки, выпадающие на поверхность озера, подземный сток и испарение) и пропускной способностью р. Ангары в истоке. В зарегулированных условиях к названному показателю добавился расход через Иркутскую ГЭС, ставший основным управляющим параметром, регулирующим уровень оз. Байкал. В естественном режиме межгодовой диапазон колебаний уровня озера составил 2 м (2,18 м с учетом уровня 1869 г.) при средней многолетней внутригодовой амплитуде 85 см и среднем многолетнем уровне 455,62 м ТУ. После зарегулирования и создания подпора плотиной Иркутской ГЭС средний многолетний уровень озера поднялся на 0,8 м (см. рисунок). Межгодовой диапазон и внутригодовая амплитуда колебаний уровня в зарегулированных условиях изменились незначительно относительно естественных — 2,15 и 0,87 м соответственно. Как в естественных, так и в зарегулированных условиях эти показатели существенно отличались в маловодные и многоводные годы.

В 2001 г. Постановление № 234 в два раза уменьшило допустимый диапазон регулирования уровня озера относительно фактических данных предшествующего столетия. Выход Постановления совпал с начавшимся в 1996 г. и продолжавшимся до 2013 г. мягким маловодным периодом в бассейне оз. Байкал (полезный приток в озеро в данное время был в среднем лишь на 10 % ниже нормы). Прежде всего по этой причине и не возникало проблем с его выполнением. Ситуация кардинально изменилась в 2014 г.

**Маловодный период 2014–2017 гг.** До последнего времени, за весь период с начала эксплуатации Иркутской ГЭС и Ангарского каскада, наиболее известное маловодье было в период 1976–1982 гг. Тогда в течение шести лет низкие притоки воды наблюдались во всех районах юга Сибири и в бассейне Амура, особенно на оз. Байкал. Это привело к значительным социально-экономическим ущербам в регионе. Современный маловодный период оказался существенно глубже экстремального маловодья 40-летней давности. В 2014–2017 гг. приток воды в озеро составил в среднем 39 км<sup>3</sup>/год, или 60–65 % от нормы (в 2015 и 2017 гг. приток воды в озеро был рекордно низким за весь 120-летний период наблюдений и имел обеспеченность 99 %), в то время как в 1976–1982 гг. — 46 км<sup>3</sup>/год.

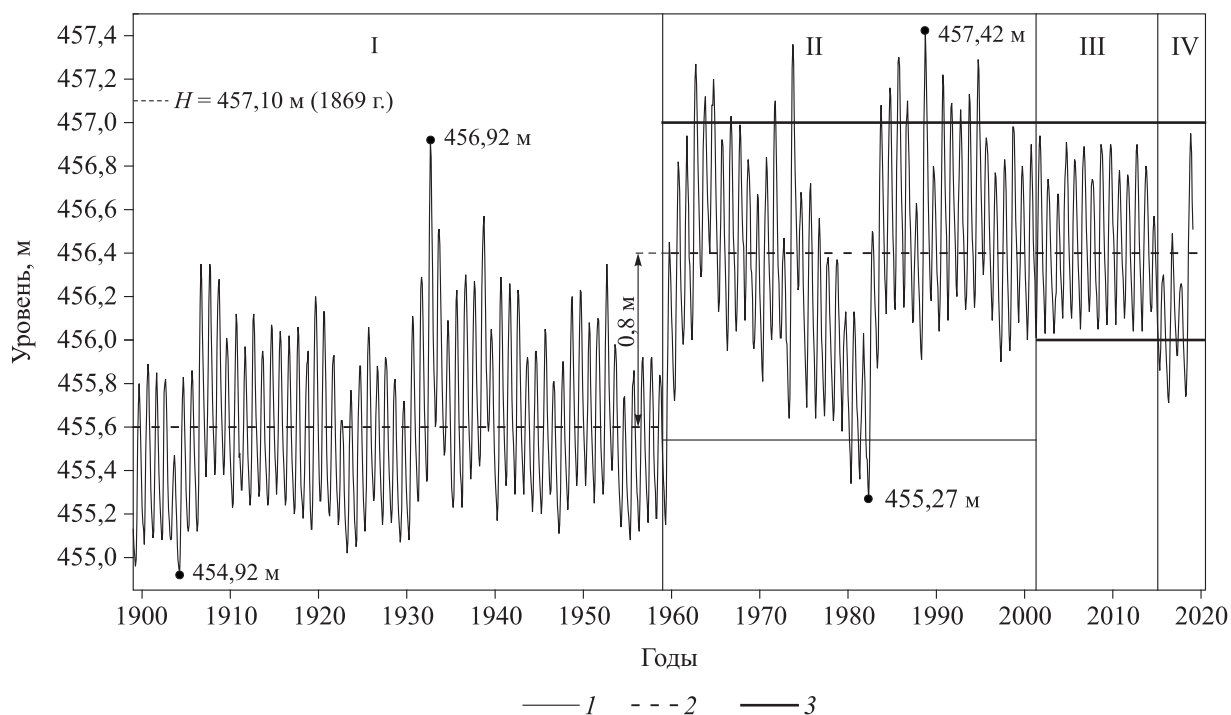


График изменения уровня оз. Байкал.

I — естественный режим; II — режим регулирования уровня озера до 2001 г.; III — регулирование в соответствии с Постановлением № 234; IV — регулирование по временным постановлениям. 1 — динамика изменения уровня; 2 — средние уровни по периодам (1899–1959, 1960–2018 гг.); 3 — границы регулирования (уровень мертвого объема — 455,54 м ТО, нормальный подпорный уровень — 457 м ТО).

Несмотря на установленные с октября 2014 г. минимально допустимые расходы воды через Иркутскую ГЭС в объеме 1300 (1250) м<sup>3</sup>/с по условиям обеспечения нормальной работы водозаборов в нижнем бьефе, поддерживаемые рекордно длительный период — 49 мес. подряд (за весь период эксплуатации Иркутской ГЭС в период 1960–2013 гг. такие низкие расходы были только в течение 4 мес. из 650: в ноябре–декабре 1979 г. и в январе, мае 1980 г.), уровень оз. Байкал не удавалось удерживать на установленной законодательством минимально допустимой отметке 456 м ТО: он опускался до отметки 455,7 м ТО. С наступлением критической гидрологической ситуации для выполнения требований действующего законодательства ежегодно выпускались специальные временные Постановления Правительства РФ.

Следует отметить, что маловодье затронуло не только оз. Байкал, но и бассейн Ангары в целом. Так, в последние годы, особенно в 2017 г., наблюдался экстремально низкий боковой приток в Братское водохранилище, его наполнение в летний период не превышало 2–3 м при проектной призме регулирования 10 м. Крупнейшее в России и одно из самых больших в мире водохранилище, выполняющее функции главного регулятора для всех гидроэлектростанций энергосистемы Сибири и обеспечивающее наполнение нижележащих водохранилищ (Усть-Илимского и Богучанского) и навигационные расходы на Нижней Ангаре и Енисее, практически полностью сработало свои многолетние гидроресурсы.

В результате в бассейнах Байкала и Ангары существенно снизилась общая надежность и устойчивость работы водохозяйственной и энергетической систем. В связи с длительным периодом экстремально низких уровней воды ухудшились санитарно-гигиенические условия, состояние экосистемы. Аналогичные проблемы наблюдались на Братском водохранилище, где резко ухудшилась ситуация с водоснабжением в населенных пунктах, находящихся в береговой зоне. В итоге возникли проблемы практически у всех участников водохозяйственного комплекса: промышленного и коммунально-бытового водоснабжения, водного транспорта, электроэнергетики, других водопользователей.

Главная причина сложившейся ситуации — природно обусловленные климатические факторы, сформировавшие условия экстремально маловодного периода. Однако свою роль играет и действующая нормативно-правовая база и основанная на ней система управления водными ресурсами в бас-

сейнах Байкала и Ангары, в том числе уровнем режимом озера. В целом вполне справляясь с обеспечением требований водопользователей и водопотребителей в условиях нормальной и близкой к ней водности, она не может обеспечить нормативные потребности, ограничения и устойчивое функционирование водохозяйственной системы в периоды экстремальной водности, что наглядно показало маловодье 2014–2017 гг. С наступлением критической гидрологической ситуации в качестве инструмента решения проблемы используется выпуск специальных временных постановлений Правительства. Но маловодный период может закончиться и смениться на многоводный, как это неоднократно бывало в прошлом, что снова потребует внесения изменений в действующее законодательство. В выполненных ранее исследованиях еще на стадии подготовки и согласования Постановления № 234, а также в более поздних работах отмечалось, что обеспечение метрового диапазона регулирования возможно в нормальных условиях, но не может быть выполнено в маловодные и многоводные годы. Модельные расчеты, проведенные нами на основе всего ряда наблюдений, показывают, что метровый диапазон регулирования не может быть достигнут в 37 годах из 100 без нарушения нормативных требований и ограничений [17].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже представлены результаты расчетов, проведенных с использованием указанной системы моделей, и их анализ, включающий риски, проблемы и факторы, связанные с регулированием уровня озера.

**Риски и противоречия при регулировании уровня оз. Байкал.** Озеро Байкал, Иркутское водохранилище, гидроузел и нижний бьеф Иркутской ГЭС представляют собой единую взаимосвязанную природно-техническую и социально-экономическую систему. Каждая ее часть имеет свои особенности, а следовательно, и риски сохранения устойчивости при регулировании уровня озера. Для данной системы можно выделить следующие возможные риски: в многоводные годы — повышенные расходы через Иркутскую ГЭС с возможным затоплением территорий в нижнем бьефе при одновременном форсировании уровня оз. Байкал выше допустимых значений, в маловодные — пониженные расходы через Иркутскую ГЭС с возможным нарушением работы водозаборов в нижнем бьефе при сработке уровня оз. Байкал ниже допустимых значений, а также нарушением требований к эксплуатации водного транспорта.

**Затопление территорий в верхнем бьефе (оз. Байкал).** Основные зоны периодического затопления в верхнем бьефе Иркутской ГЭС расположены, главным образом, на прибрежной территории оз. Байкал в Республике Бурятия. Негативному воздействию при изменении уровня озера подвергаются территории четырех муниципальных районов (Северобайкальский, Баргузинский, Прибайкальский и Кабанский) и г. Северобайкальска, входящих в Центральную экологическую зону Байкальской природной территории. При этом территории затопления населенных пунктов и объектов инфраструктуры находятся на отметках выше 458 м ТО, вероятность достижения которых очень незначительна (0,1 % и ниже). К зонам периодического затопления на побережье Байкала в диапазоне отметок 456–457,5 м ТО относятся территории дельты рек Селенги, Верхней Ангары, Баргузина, Кичеры, Култука, а также побережье залива Посольский Сор (везде в основной территории сельскохозяйственных угодий) [22].

**Затопление территорий в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.** В многоводные годы в случае превышения отметки уровня оз. Байкал в 457,00 м ТО, в соответствии с действующими ПИВР-1988 и Постановлением № 234, требуется обеспечить максимальный сброс воды через Иркутскую ГЭС (до 6000 м<sup>3</sup>/с с учетом расходов р. Иркут), что может привести к значительным затоплениям территорий ее нижнего бьефа и многомиллионным ущербам.

В настоящее время затопление территории нижнего бьефа начинается уже при расходах через Иркутскую ГЭС объемом 2800 м<sup>3</sup>/с. Пропуск паводков через Иркутский гидроузел, в первую очередь, зависит от уровня воды и притока в оз. Байкал, а также от паводковых расходов на р. Иркут и других притоках в нижнем бьефе ГЭС. Максимальный зафиксированный среднесуточный расход воды через гидроузел за время эксплуатации Иркутской ГЭС составил 4180 м<sup>3</sup>/с (1973 г.), который продолжался всего одни сутки и принес значительный ущерб на территории г. Иркутска.

В ранее выполненных авторами работах с использованием цифровых моделей рельефа были определены границы зон затоплений при пропуске паводков разной обеспеченности для участка нижнего бьефа «Плотина Иркутской ГЭС — устье р. Белой» [23]. Определение площадей затопления и перечня затапливаемых объектов выполнено для трех показателей расходов воды в нижнем бьефе Иркутской ГЭС: 3000, 4700 и 6000 м<sup>3</sup>/с с учетом расходов р. Иркут (табл. 1).

Результаты моделирования показали, что при расходах в нижнем бьефе Иркутской ГЭС в диапазоне от 3000 до 6000 м<sup>3</sup>/с в зону затопления попадают значительные территории с жилыми зданиями, объектами социальной сферы, инфраструктуры, промышленными предприятиями. Наиболее высокому риску затопления подвержена территория г. Иркутска. При максимальных расходах 6000 м<sup>3</sup>/с с учетом расхода р. Иркут в зону затопления попадают более 260 многоэтажных жилых домов, около 1600 малоэтажных, большое количество социальных и промышленных объектов.

**Водозаборы нижнего бьефа Иркутской ГЭС.**

Основное ограничение при регулировании уровня режима в маловодные периоды — это требование устойчивой работы водозаборов. В настоящее время она обеспечивается поддержанием минимально допустимых расходов в нижнем бьефе Иркутской ГЭС в объеме 1300 м<sup>3</sup>/с (1250 м<sup>3</sup>/с в период ледостава), учитывающих минимальные проектные отметки водозаборов. Данные расходы приняты в качестве минимально допустимых значений в действующих ПИВР-1988.

Основное противоречие ПИВР-1988 и Постановления № 234 заключается, прежде всего, в недостаточном учете названных рисков (первая группа рисков относится к допустимой верхней границе регулирования, вторая — к нижней). При этом, если обеспечение нижней допустимой границы регулирования (456 м ТО) возможно по крайней мере технически при выполнении капитальной реконструкции водозаборов или переводе водопотребителей на альтернативные источники (подземные) и при условии выделения миллиардных инвестиций, допущения нарушений в маловодные годы работы водного транспорта, не соблюдения в отдельные периоды минимального объема санитарного попуска и других ущербов, то с наступлением многоводных лет верхняя граница регулирования (457 м ТО) не может быть обеспечена в принципе. Причины этого — ограничение по максимальным расходам в нижнем бьефе по условию незатопления г. Иркутска и ограниченность пропускной способности истока р. Ангара.

В табл. 2 приведены значения максимальных уровней воды в оз. Байкал при прохождении паводков разной вероятности (обеспеченности) для различных вариантов допустимых расходов в нижнем бьефе Иркутской ГЭС. Видно, что в годы экстремальной водности уровень Байкала может превышать не только 457 м, но и 458 м. Даже если допустить возможность пропуска через гидроузел максимальных расходов, предусмотренных Техническим проектом Иркутской ГЭС (6000 м<sup>3</sup>/с), без учета требований по незатоплению г. Иркутска, ситуация принципиально не изменится [16, 23]. Это связано с ограничениями естественной пропускной способности истока р. Ангары, минимально допустимыми уровнем воды у плотины и напором. При уровне оз. Байкал 457 м ТО, минимально допустимом уровне у плотины 454 м ТО и минимальном напоре 25 м расход через Иркутскую ГЭС не превысит 4300–4400 м<sup>3</sup>/с. Расходы свыше 5500 м<sup>3</sup>/с могут быть пропущены через гидроузел только при дости-

Таблица 1

**Площади затопления при различных расходах воды в нижнем бьефе Иркутской ГЭС**

Участок	Площадь затопления, га		
	Расход воды через ГЭС, м <sup>3</sup> /с		
	3000	4700	6000
Плотина Иркутской ГЭС – устье р. Китой,	2065	4790	8910
в том числе:			
объекты инфраструктуры, промзоны	103	450	1065
населенные пункты и дачные участки	119	215	830
прочая территория	1843	4125	7015
Устье р. Китой – устье р. Белая	663	2026	3760
Нижний бьеф, всего	2728	6816	12670

Таблица 2

**Максимальные уровни воды оз. Байкал при прохождении паводков различной обеспеченности для разных ограничений расходов воды в нижнем бьефе Иркутской ГЭС, м ТО**

Предельный расход, м <sup>3</sup> /с	Уровни воды при процентной обеспеченности полезного притока в оз. Байкал						
	0,01 с г.п.*	0,1	0,3	1,0	3	5	10
6000 (5000 + 500)**	458,02	457,68	457,62	457,52	457,38	457,31	457,20
4500 (4200 + 300)	458,23	457,82	457,74	457,59	457,40	457,32	457,21
3500 (3200 + 300)	458,45	457,97	457,89	457,72	457,48	457,35	457,23
3000 (2800 + 200)	458,58	458,07	457,98	457,80	457,54	457,41	457,26

\* Гарантийная поправка.

\*\* Первое значение — расход через гидроузел, второе — расход р. Иркут.

жении уровня оз. Байкал выше отметок 457,3–457,5 м ТО. Таким образом, не только в годы экстремально высокой, но и в периоды повышенной водности превышение отметки 457 м ТО становится невозможным.

**Уровенный режим и экологические требования.** Наряду с перечисленными выше водохозяйственными и социально-экономическими рисками, существуют еще климатические и экологические.

Климатические риски, безусловно, относятся к наиболее значимым по влиянию на полезный приток в оз. Байкал и его уровенный режим. Существуют основные факторы, определяющие полезный приток: распределение осадков и приземных температур воздуха, изменение показателей влажности, температуры, скорости и направления ветра, характеристики циркуляции атмосферы по территории бассейна оз. Байкал в различные сезоны, а также изменение солнечной активности и других глобальных процессов. В общем случае климатические факторы формируют условия водности, в том числе условия для наступления периодов малой и высокой водности. Особенность и главная проблема учета данных факторов при управлении уровенным режимом озера — это их вероятностный (стохастический) характер и, как следствие, невозможность получения достоверных прогнозов даже на относительно близкую перспективу.

Экологические риски выражаются в возможном негативном влиянии уровенного режима на экосистему озера и его прибрежной территории.

В соответствии с действующими в сфере водных отношений нормативными документами [24], экологические требования должны учитываться при анализе и планировании режимов водохозяйственных систем. Однако в ПИВР-1988 экологические требования отсутствуют. В самом общем виде в них сформулированы только требования рыбного хозяйства. Учет экологических требований при регулировании уровня предусмотрен и Федеральным законом «Об охране озера Байкал» [7].

Экологические требования, касающиеся оз. Байкал, представляют собой предмет дискуссий с середины 1990-х гг. Специальных исследований по влиянию уровенного режима на экосистему Байкала с количественными оценками и результатами фактического мониторинга до сих пор не проводилось. Научное обоснование экологических требований и их подтверждение на практике в настоящее время отсутствуют. Например, до сих пор неизвестны какие-либо достоверные факты о воздействии на экосистему предельных колебаний уровня оз. Байкал в период эксплуатации Иркутского гидроузла: при минимальном уровне озера в 1982 г. (455,27 м ТО) и максимальном в 1988 г. (457,42 м ТО). Представленные в литературе требования основаны на эмпирических и логических построениях, статистических данных с использованием факторного и регрессионного анализа [4]. Имеются в основном качественные выводы о необходимости придерживаться показателей, имевших место в естественном режиме. При этом в основе предлагаемых требований лежат среднеголетние показатели, принятые как закономерность для любых условий водности.

Ключевые положения экологических требований были сформулированы во второй половине 1990-х гг. [4, 5]:

1) при регулировании уровня озера необходимо придерживаться естественной динамики внутригодовых изменений, характерной до строительства Иркутского гидроузла;

2) амплитуда внутригодовых изменений уровня озера в условиях средней водности не должна превышать 82–85 см;

3) в годы обеспеченностью приточности более 10 % уровень озера не должен превышать НПУ (457 м ТО), превышение НПУ до отметки максимально возможного уровня 457,24 м ТО допустимо в годы с приточностью редкой повторяемости (обеспеченность 0,01; 0,1 и 1 %) и возможно только при согласовании с заинтересованными государственными органами управления, министерствами и ведомствами;

4) необходимо поддержание минимального уровня озера не ниже 456 м ТО;

5) весенний минимум уровня озера должен приходиться на вторую половину апреля (продолжительность не более 10–15 дней);

6) в мае–июне необходимо повышение уровня не менее чем на 30–45 см за период или не менее чем 15–20 см в месяц;

7) не допустимы выход осеннего максимума уровня за пределы третьей декады сентября и его продолжительность более 5–7 дней;

8) с сентября по декабрь снижение уровня должно составлять не менее 40–60 см за период или не менее 10–15 см в месяц.

Анализ вышеприведенных требований показывает их противоречивость. Требования пунктов 3–8 противоречат пункту 1 — естественной динамике внутригодовых изменений — основе экологическо-

го подхода. Диапазон и амплитуда уровней оз. Байкал в естественном режиме значительно превышали показатели, отмеченные в пунктах 3 и 4, а динамика хода уровней и сроки наступления его минимальных и максимальных значений в отдельные годы, особенно в маловодные и многоводные, существенно отличались от приведенных в пунктах 5–8. Только пункт 2 может быть выполнен в полном объеме, поскольку он соответствует основным положениям Технического проекта Иркутского гидроузла [25].

Пункты 3–4 требуют существенной корректировки. Диапазон и амплитуда уровней Байкала в естественном режиме значительно превышали показатели экологических требований. В многоводные годы (не только экстремальные) неизбежно превышение НПУ даже при отсутствии ограничений по расходам в нижнем бьефе Иркутской ГЭС (см. табл. 2). Сохранение отметки 456 м ТО возможно лишь в девяти годах из десяти или при условии полной реконструкции водозаборов нижнего бьефа и снятия других ограничений.

По пунктам 5–8 необходимо отметить, что они не могут быть выполнены в принципе. Перечисленные в них требования и показатели имеют вероятностный характер. Возможность их реализации определяется, в первую очередь, складывающимися гидрометеорологическими условиями конкретного года, сезона, месяца, условиями предшествующего периода, а также принятыми правилами управления в сочетании с регулирующими возможностями водохранилищ. Динамика хода уровней и сроки наступления его минимальных и максимальных значений в естественных условиях в отдельные годы, особенно в маловодные и многоводные, существенно отличались от приведенных в требованиях. Их полный учет не представляется возможным, прежде всего, по складывающимся гидрологическим условиям конкретного года, которые могут значительно отличаться от среднесезонных значений, как это наблюдалось в прошедшие годы. Отрицательные заключения по представленным выше экологическим требованиям и ограниченному метровому диапазону регулирования уровня озера были даны уже с начала их появления и обсуждения различными заинтересованными организациями, региональными и федеральными ведомствами и органами управления, ведущими экспертами [5, 6]. Аналогичное мнение неоднократно высказывалось и в последующие годы, в том числе при подготовке и обсуждении проекта ПИВР-2013. Тем не менее основные положения экологических требований, в том числе метровый диапазон регулирования уровня, легли в основу Постановления № 234.

**Последствия возвращения Постановления № 234.** Как уже отмечалось, временное Постановление № 1667 действует до конца 2020 г. и с 1 января 2021 г. вновь вступит в силу Постановление № 234. В то же время в маловодные и многоводные годы при регулировании уровня озера Байкал произойдет неизбежное снижение надежности и устойчивости работы водохозяйственной и энергетической систем в бассейнах Байкала и Ангары, повысятся риски социально-экономических ущербов.

Для оценки последствий возвращения Постановления № 234 и его влияния на надежность (устойчивость) функционирования водохозяйственной системы были проведены модельные расчеты изменения показателей обеспеченности выполнения основных нормативных требований и ограничений относительно действующего в настоящее время законодательства по всему 120-летнему ряду наблюдений.

Рассмотрены три варианта режимов регулирования уровня оз. Байкал: выполнение Постановления № 234; соответствие действующему в настоящее время законодательству (ПИВР-1988 и Постановление № 1667); «социальный» вариант. Третий отличается от второго только требованием незатопления территории г. Иркутска. Результаты расчетов по вариантам приведены в табл. 3. Видно, что выполнение Постановления № 234 в полном объеме невозможно. Диапазон колебаний уровня оз. Байкал даже после реконструкции водозаборов нижнего бьефа составит 1,5 м (до реконструкции — 1,72 м). Отметка 457 м ТО будет превышена в 28 годах из 120. При этом требование водного транспорта в нижнем бьефе Иркутской ГЭС будет обеспечено только в семи годах из десяти (минимально допустимая обеспеченность по действующим нормативам 85 %), существующие требования водозаборов — на 93 %, а требование незатопления г. Иркутска лишь в шести годах из десяти. В варианте действующего законодательства диапазон колебаний уровня составит 1,78 м. Отметка 457 м ТО превышает в 32 годах из 120. Из основных нормативных ограничений не выполняется только требование незатопления г. Иркутска (в четырех годах из десяти).

В связи с этим наиболее приемлем «социальный» вариант регулирования уровня озера. Он не нарушает действующее законодательство по допустимому диапазону колебания уровня, выполнению требований водопользователей и водопотребителей и предотвращает значительные социально-экономические ущербы: затопление территорий г. Иркутска возможно только в 2 годах из 120 (при пропуске экстремально высоких паводков, которые схожи с паводками 1932 и 1973 гг.). В данном варианте предельный уровень оз. Байкал может подняться на 20 см (для паводков 1 % обес-



Расчетные обеспеченности, уровни и расходы для различных вариантов уровенных режимов оз. Байкал

Показатель	Вариант режима регулирования		
	выполнение Поста-новления № 234	действующее зако-нодательство	социальный
Обеспеченность соблюдения отметки 457 м ТО, %	77	73	61
Обеспеченность соблюдения отметки 456 м ТО, %	91 (100)*	91	91
Обеспеченность навигации в нижнем бьефе ИГЭС, %	71	85	85
Обеспеченность минимального расхода через ИГЭС (требования водозаборов), %	93	100	100
Обеспеченность незатопления г. Иркутска, %	60	62	98
Максимальная/минимальная отметка оз. Байкал, м ТО	457,5/455,78 (456)*	457,56/455,78	457,76/455,78
Максимальный/минимальный расход в нижнем бьефе ИГЭС, м <sup>3</sup> /с	6000/800*	4500 (6000)**/1250	3200 (4500)**/1250

\* После завершения реконструкции водозаборов.

\*\* После достижения отметки 457,5 м ТО.

печенности) относительно варианта, представленного в действующем законодательстве, но в большинстве многоводных лет не превысит 5–10 см.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для устойчивого функционирования водохозяйственной системы бассейна р. Ангары необходимо расширение допустимого диапазона регулирования оз. Байкал, предусмотренного Постановлением № 1667 [13] (455,54–457,85 м ТО). Для предотвращения затопления нижнего бьефа Иркутской ГЭС необходимо законодательно ограничить максимально допустимый расход через гидроузел объемом 2800–3200 м<sup>3</sup>/с, при экстремальных паводках — 4100 м<sup>3</sup>/с.

Сохранение оз. Байкал, в том числе регулирование его уровня, регламентируется Федеральным законом «Об охране озера Байкал» от 01.05.1999 № 94-ФЗ [7], поэтому необходимо ограничение призывы регулирования с учетом экологических требований. Однако обоснованные выводы о влиянии уровенного режима оз. Байкал на его экосистему и формирование на этой основе экологических требований могут быть получены только по результатам специальных комплексных научных исследований, сопровождающихся мониторинговыми работами. Результаты исследований должны обсуждаться с заинтересованными федеральными и региональными ведомствами и организациями, в том числе общественными, а также с независимыми экспертами. После определения научно обоснованного допустимого диапазона регулирования уровня Байкала с учетом современных экологических и социально-экономических факторов необходимо внести изменения в Постановление № 234. В дальнейшем на его основе нужно подготовить новые ПИВР и диспетчерский график Иркутской ГЭС. До этого целесообразно продлить действие временного Постановления Правительства № 1667 от 27.12.2017 г. на более продолжительный срок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пронин Н.М., Калягин Л.Ф.** О несоответствии сезонной динамики уровня оз. Байкал после зарегулирования стока экологическому оптимуму годового физиологического цикла гидробионтов // Сохранение биологического разнообразия в Байкальском регионе: проблемы, подходы, практика: Тезисы докл. I регион. конф. — Улан-Удэ: Изд-во Ин-та общей и экспериментальной биологии СО РАН, 1996. — С. 35–37.
2. **Безруков Л.А., Савельев В.А., Никольский А.Ф., Подковальников С.В.** Байкал и гидроэнергетика: экология и экономика // География и природ. ресурсы. — 1997. — № 4. — С. 156–166.
3. **Молотов В.С.** Совершенствование гидравлического режима озера Байкал с учетом экологических требований: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М.: Изд-во Моск. ун-та природообустройства, 1997. — 27 с.
4. **Гидроэнергетика** и состояние экосистемы озера Байкал / Отв. ред. А.К. Тулохонов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. — 280 с.

5. **Экологические** требования к режиму работы Иркутской ГЭС. — Иркутск: Изд-во Ин-та экологической токсикологии, 1996. — 110 с.
6. **Грачёв М.А.** О современном состоянии экологической системы озера Байкал. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. — 156 с.
7. **Федеральный закон** от 01.05.1999 г. № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» [Электронный ресурс]. — <http://www.kremlin.ru/acts/bank/13787> (дата обращения 22.03.2019).
8. **Постановление** Правительства РФ от 26.03.2001 г. № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» [Электронный ресурс]. — <http://gov.garant.ru/document?id=2057975> (дата обращения 22.03.2019).
9. **Проект** «Правил использования водных ресурсов Иркутского водохранилища и озера Байкал». — М.: Изд-во Моск. ун-та природообустройства, 2013. — 168 с.
10. **Основные** правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского). — М.: Изд-во Мин-ва мелиорации и водного хозяйства РСФСР, 1988. — 65 с.
11. **Постановление** Правительства РФ от 04.02.2015 г. № 97 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал в осенне-зимний период 2014/2015 года» [Электронный ресурс]. — <http://government.ru/docs/16813/> (дата обращения 22.03.2019).
12. **Постановление** Правительства РФ от 01.07.2016 г. № 626 «О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2016–2017 годах» [Электронный ресурс]. — <http://government.ru/docs/23720/> (дата обращения 22.03.2019).
13. **Постановление** Правительства РФ от 27.12.2017 г. № 1667 «О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2018–2020 годах» [Электронный ресурс]. — <http://government.ru/docs/30850/> (дата обращения 22.03.2019).
14. **Бычков И.В., Никитин В.М.** Регулирование уровня озера Байкал: проблемы и возможные решения // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 3. — С. 5–16.
15. **Никитин В.М., Савельев В.А., Бережных Т.В., Абасов Н.В.** Гидроэнергетические проблемы озера Байкал: прошлое и настоящее // Регион: экономика и социология. — 2015. — № 3. — С. 273–295.
16. **Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н.** Озеро Байкал: риски маловодных и многоводных периодов // География и природ. ресурсы. — 2016. — № 5. — С. 29–38.
17. **Абасов Н.В., Болгов М.В., Никитин В.М., Осипчук Е.Н.** О регулировании уровня озера Байкал // Водные ресурсы. — 2017. — Т. 44, № 3. — С. 407–416.
18. **Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н.** Ангаро-Енисейский каскад ГЭС в условиях изменяющегося климата // Энергетическая политика. — 2017. — Вып. 4. — С. 62–71.
19. **Абасов Н.В., Осипчук Е.Н., Никитин В.М., Бережных Т.В., Хмельнов А.Е., Гаченко А.С.** Система моделей для анализа рисков экстремальной водности на реке Ангаре // Актуальные проблемы науки Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2017. — Вып. 2. — С. 5–11.
20. **Ивасенко С.П.** О влиянии Иркутского гидроузла на уровень оз. Байкал // Гидротехническое строительство. — 2017. — № 1. — С. 5–11.
21. **Дыбовский Б.И., Годлевский В.А.** Об измерении глубины озера Байкал // Изв. Сиб. отд. РГО. — 1872. — Т. 11, № 5. — С. 6–16.
22. **Правила** технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутское и озеро Байкал, Братское, Усть-Илимское) [Электронный ресурс]. — <http://privt.enbv.ru> (дата обращения 22.03.2019).
23. **Абасов Н.В., Осипчук Е.Н., Никитин В.М., Бережных Т.В.** Формирование и визуализация зон затопления в нижнем бьефе Иркутской ГЭС // Актуальные проблемы науки Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2015. — Вып. 1. — С. 6–12.
24. **Методические** указания по разработке правил использования водохранилищ, утвержденные приказом Мин-природы РФ от 26.01.2011 № 17 [Электронный ресурс]. — [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_113871/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113871/) (дата обращения 22.03.2019).
25. **Иркутская** гидроэлектростанция на реке Ангаре. Технический проект. — М.: Изд-во Моск. отд-ния Ин-та «Гидроэнергопроект», 1951. — Т. 1, ч. 2. — 137 с.; Т. 2, ч. 2. — 86 с.

*Поступила в редакцию 12.02.2019*

*После доработки 12.04.2019*

*Принята к публикации 26.06.2019*