

И.В. БЫЧКОВ*, В.М. НИКИТИН**

*Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, ivbychkov@mail.ru

**Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 130, Россия, nikitin1310@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Рассмотрены проблемы регулирования уровня оз. Байкал, гидрологические условия и характеристики изменения уровня озера в последние годы, включающие маловодный (2014–2017 гг.) и многоводный (2020–2021 гг.) периоды и вызванные ими изменения законодательной базы. Приведен исторический обзор разработки правил использования водных ресурсов Иркутского водохранилища (оз. Байкал) за период с окончания строительства Иркутской ГЭС по настоящее время. Проанализированы основные проблемы, возникающие при регулировании уровня озера в разные периоды водности в бассейне Байкала, противоречия действующих правил использования водных ресурсов. Отмечены причины и предпосылки принятия Постановления № 234 и временных Постановлений Правительства РФ, посвященных регулированию уровня озера. Приведены результаты отдельных, ранее выполненных исследований по данному вопросу. Особое внимание уделяется анализу предлагаемых «экологических требований», которые необходимо принимать во внимание при регулировании уровня озера. Отмечены причины, не позволяющие их использование на практике. Рассмотрены сложившиеся за последние годы представления о причинах возникающих проблем и способах их решения. Выделены наиболее актуальные и до сих пор не решенные вопросы, связанные с регулированием уровня. Установлено, что для формирования научно обоснованных и практически реализуемых принципов регулирования уровня оз. Байкал в разных условиях водности с учетом современных экологических, социально-экономических и водохозяйственных требований и ограничений целесообразно выполнение комплексной научно-исследовательской работы. Изложены цель, основные задачи и ожидаемые результаты научно-исследовательской работы 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». Работа выполняется в рамках национального проекта «Экология» (подпроект «Сохранение озера Байкал») институтами Сибирского отделения РАН, Министерства науки и высшего образования РФ, Росгидромета и Росрыболовства.

Ключевые слова: водные ресурсы, колебание уровня, условия водности, расход Иркутской ГЭС, водный баланс, экологические требования.

I.V. BYCHKOV*, V.M. NIKITIN**

*Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, 664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 134, Russia, idstu@icc.ru,

**Melentiev Energy Systems Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Lermontova, 130, Russia, nikitin1310@mail.ru

CURRENT PROBLEMS OF LAKE BAIKAL LEVEL REGULATION

The problems of Lake Baikal level regulation, hydrological conditions and characteristics of changes in the level regime of the lake in recent years, including the low-water (2014–2017) and high-water (2020–2021) periods, and also the changes in the legislative framework caused by them are considered. A historical overview of the development of the water resource management rules of the Irkutsk reservoir (Lake Baikal) for the period from the end of the construction of the Irkutsk HPP to the present is given. The main problems that arise in the regulation of the lake level in different periods of water level in the Baikal basin, and the contradictions of the existing WRMRs are analyzed. The reasons and prerequisites for the adoption of Decree No. 234 and temporary Decrees of the Government of the Russian Federation on the regulation of the lake level are pointed out. The results of individual, previously performed studies on this issue are presented. Particular attention is paid to the analysis of the proposed “environmental requirements” that must be taken into account when regulating the level of the lake. The reasons that do not allow their practical application are noted. The ideas that have developed in recent years about the causes of emerging problems and ways to solve them are considered. The most urgent and still unresolved issues related to the level regulation are highlighted. To form scientifically based and practicable principles for regulating the level of Lake Baikal in different water level conditions, taking into account modern environmental, socio-economic and water management requirements and restrictions,

it is reasonable to carry out a comprehensive research work. The purpose, main tasks and expected results of research work on the topic “The impact of changes in the water level in Lake Baikal on the state of the lake ecosystem, the determination of damage to economic facilities and infrastructure of the coastal territory of the Republic of Buryatia and Irkutsk oblast, depending on the levels of the lake and discharges from the Irkutsk HPP” are outlined. The work has been carried out within the framework of the national project “Ecology” (“Preservation of Lake Baikal” subproject) by the institutes of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, and the Federal Agency for Fishery.

Keywords: water resources, level fluctuation, water level conditions, flow rate of the Irkutsk HPP, water balance, environmental requirements.

ВВЕДЕНИЕ

Со времени публикации авторами статьи по проблемам регулирования уровня оз. Байкал прошло 7 лет [1]. За эти годы произошли события, имеющие непосредственное отношение к рассматриваемой теме. Статья была написана в самом начале экстремального маловодного периода (конец 2014 г. – начало 2015 г.), и ее выводы основывались на сложившихся в тот период гидрологических условиях. В ней отмечалось, что «...эти условия стали первой настоящей проверкой действующего законодательства (Постановление Правительства № 234 от 26.03.2001 г. [2]), предусматривающего ограничение допустимой амплитуды изменения уровня оз. Байкал метровым диапазоном; выполнение данного ограничения стало возможным только по причине благоприятных гидрологических условий предшествующего периода (2001–2013 гг.), близких к норме; анализ данных за весь период непрерывных гидрометеорологических наблюдений (с 1898 г.) дает основание сомневаться в возможности соблюдения заданных ограничений при наступлении периодов, существенно отличающихся от средне-голетних» [1, с. 11].

В последующие годы эти выводы подтвердились на практике. За последние восемь лет только в двух годах (2018, 2019) наблюдалась водность, близкая к средней, и только в эти годы удавалось сохранять метровый диапазон регулирования. Начавшееся в 2014 г. экстремальное маловодье продолжалось до мая 2018 г. и стало рекордно низким по водности не только с начала эксплуатации Иркутского гидроузла, но и за весь период наблюдений. Приток в оз. Байкал в 2014–2017 гг. составил лишь 60–67 % от нормы. Несмотря на установленные с октября 2014 г. минимально допустимые расходы воды через Иркутскую ГЭС в объеме 1300 (1250) м³/с по условиям обеспечения бесперебойной работы водозаборов в нижнем бьефе, поддерживаемые длительный непрерывный период (4 года), неполное выполнение требований водопользователей (энергетика, водный транспорт), уровень Байкала не удавалось удерживать на установленной законодательством минимально допустимой отметке 456 м ТО, и в 2015–2018 гг. он опускался до отметок 455,91–455,71 м ТО.

В 2015–2017 гг. Правительство РФ вынуждено было выпустить четыре временных Постановления, регулирующих уровень озера Байкал, — № 97 от 04.02.2015, № 626 от 01.07.2016, № 1667 от 27.12.2017, № 654 от 27.04.2021 [3–6]. Постановление № 1667 действовало до 01.01.2021 и предусматривало возможность расширения диапазона регулирования озера Байкал с 1 до 2,31 м (диапазон 455,54–457,85 м ТО) в зависимости от складывающихся гидрологических условий — средней, малой или большой водности. Данный диапазон сохранен и в последнем временном Постановлении № 379 от 16.03.2022.

В 2018–2019 гг. показатели притока вновь были в пределах средней водности и диапазон регулирования 456–457 м ТО соблюдался.

В 2020 г. при среднем годовом притоке, соответствующем обеспеченности 25 % (верхняя граница средней водности или нижняя граница многоводного года по классификации Росстата [7]), но при высоких притоках в августе и сентябре (обеспеченности 15 и 4 % соответственно), несмотря на повышенные расходы через Иркутскую ГЭС (2700–2800 м³/с в сентябре–октябре), уровень озера повысился до 457,12 м ТО. При этом негативные последствия отмечались как на побережье оз. Байкал, так и в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.

2021 г. стал экстремально многоводным: средний годовой приток имел обеспеченность 3–4 %. Несмотря на повышенные расходы Иркутской ГЭС, начиная уже с мая, с расходами с 2500 и до 3600 м³/с в сентябре и октябре, сопровождаемые холостыми сбросами и значительными затоплениями в нижнем бьефе Иркутской ГЭС, уровень озера в третьей декаде сентября достиг отметки 457,23 м ТО. Согласно расчетам, выполненным специалистами Института систем энергетики им. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН), даже если бы расходы через Иркутскую ГЭС в этот период (сентябрь–октябрь) были повышены до предельно допустимых значений 4000–4500 м³/с в соответствии с действующими правилами использования водных ресурсов (ПИВР) — п. 3.3.2. [8], уровень озера не

удалось бы удержать ниже 457,15 м ТО. Это еще раз на практике подтвердило недостаточную обоснованность Постановления № 234 и необходимость внесения изменений в действующее законодательство по управлению водными ресурсами оз. Байкал.

До сих пор остается нерешенным и ряд других проблем и вопросов, связанных с регулированием уровня озера. Эти проблемы, как и вопросы изменения законодательства, рассмотрены в данной статье.

ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

В 1959 г. был осуществлен пуск последнего гидроагрегата Иркутской ГЭС, в 1960–1961 гг. завершено заполнение водохранилища, а в 1964 г. разработан Технический паспорт гидроузла. На его основе была подготовлена и введена в действие первая редакция ПИВР Иркутского водохранилища (оз. Байкал). В 1980-х гг. были согласованы и утверждены отдельные ПИВР Ангарских водохранилищ. На их основе в 1988 г. разработаны «Основные правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского)» (далее — ПИВР-1988) [8], которые на сегодня остаются действующим нормативным и правовым документом, определяющим регулирование режимов работы (расходы) Иркутской ГЭС и уровень оз. Байкал.

В ПИВР-1988 режимы расходов Иркутской ГЭС определены для всего допустимого проектного диапазона уровней водохранилища (оз. Байкал): от уровня мертвого объема (УМО) — 455,54 м ТО — до нормального подпорного уровня (НПУ) и форсированного подпорного уровня (ФПУ) — 457 и 457,5 м ТО (457,86 для обеспеченности 0,01 %) соответственно.

В 2001 г. в развитие принятого в 1999 г. закона «Об охране озера Байкал» (статья 7) [9] Правительство Российской Федерации выпустило Постановление от 26.03.2001 г. № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» [2], ограничившее максимальные и минимальные уровни воды в озере Байкал предельными отметками 456 и 457 м ТО соответственно. Допустимый диапазон регулирования уровня озера стал в два раза меньше проектного, а также наблюдаемого ранее в естественных условиях (фактический диапазон изменения уровня оз. Байкал в период 1898–1956 гг. составлял 2 м). С этого времени ПИВР-1988 продолжал действовать, но мог использоваться только в границах, не противоречащих Постановлению № 234.

Проблемы и противоречия действующих ПИВР. После 2001 г. предпринято несколько попыток разработки новых ПИВР Иркутского водохранилища (оз. Байкал), Проекты новых ПИВР в 2007 и 2013 гг. были разработаны Центром регистра и кадастра и Московским университетом природообустройства [10]. Основной причиной разработки проекта новых ПИВР стала смена приоритетов при управлении водными ресурсами оз. Байкал, а именно общее понимание важности сохранения уникальной экосистемы озера в результате антропогенного воздействия, придание Байкальской природной территории (БПТ) статуса объекта Всемирного природного наследия. По результатам разработки проекта ПИВР-2013 сделано заключение, что выполнение ограничений, установленных в Постановлении № 234, невозможно. Такой же вывод был подтвержден результатами НИР, выполненной в 2015 г. Институтом водных проблем РАН совместно с институтами СО РАН по заказу Росводресурсов [11]. В заключительном отчете данной НИР отмечается неизбежность нарушения отметок 457 и 456 м в многоводные и маловодные годы (с вероятностью 34 % в многоводные годы и 7 % — в маловодные), а также возможность достижения предельных отметок 457,85 и 455,54 м при обеспеченности притока в оз. Байкал 0,01 и 99,99 % соответственно. Эти отметки были включены в последующие временные Постановления Правительства РФ. Как отмечалось выше, данные выводы в последние годы подтвердились на практике.

Временные Постановления позволяют решать, главным образом, организационные и юридические вопросы регулирования уровней режимов оз. Байкал (при наступлении экстремальных условий водности не потребуется выпускать новые временные Постановления Правительства РФ). Однако современные проблемы управления водными ресурсами Иркутского водохранилища (оз. Байкал) с учетом экологических, социально-экономических, климатических и других факторов до сих пор остаются нерешенными. В действующем Постановлении № 654 не раскрываются понятия «средней, малой и большой водности», что создает правовую и практическую неопределенность при его выполнении. Данные понятия относятся к среднегодовым показателям водности, которые становятся известны только после окончания календарного года, в то время как решения по управлению режимами регулирования уровня озера необходимо принимать уже в июле и августе, т. е. почти за полгода до определения фактического показателя среднегодовой водности. При отсутствии надежных прогнозов

притока на ближайший месяц и, особенно, на более отдаленную перспективу (3–12 мес. и более) регулятор вынужден принимать управленческие решения в условиях неопределенности.

Действующие ПИВР-1988 устарели по целому ряду положений, требуют уточнений и дополнений. Они разрабатывались более 30 лет назад для совершенно другой правовой системы и других социально-экономических условий. Как отмечалось, в ПИВР-1988 отсутствуют экологические требования и социально-экономические ограничения. При регулировании режимов в принципе отсутствуют какие-либо экономические критерии, в том числе возможные ущербы различных участников. В определенной степени к экологическим можно отнести требования рыбного хозяйства (п. 1.9. ПИВР-1988), но они изложены нечетко и неполно. Например, в ПИВР-1988 прописано, что «в целях создания нормальных условий для воспроизводства рыбных запасов необходимо обеспечивать стабилизацию уровня водохранилища или его постепенное повышение в весенний (с 15 мая по 25 июня) и осенний (сентябрь) нерестовые периоды» [8, с. 17]. По мнению экспертов [12], весенний нерестовый период на Байкале ограничен сроком 1 мая–20 июня, а осеннее регулирование уровня Байкала не имеет критического значения для воспроизводства рыбных запасов в связи с тем, что нерест основных видов рыб (омуль, сиг и др.) в этот период протекает в притоках рек, уровень которых не регулируется попусками через плотину Иркутской ГЭС. Также не изложен механизм практической реализации и контроля выполнения рыбохозяйственных требований. Требования водного транспорта по минимальным расходам в нижнем бьефе Иркутской ГЭС для обеспечения его нормальной работы в навигационный период ограничены объемом 1500 м³/с (п. 1.7.2 ПИВР-1988), в то время как в современных условиях он составляет не менее 1700 м³/с. Предельный расход воды по условиям незатопленности пойменной части г. Иркутска ограничен объемом 4000–4500 м³/с (п. 3.3.2), в то время как в современных условиях затопления начинаются уже при расходах 2800–3200 м³/с [13, 14]. Изменился состав Ангарского каскада ГЭС — в 2015 г. введена в эксплуатацию Богучанская ГЭС, соответственно изменились требования к регулированию режимов нижележащих ГЭС и к гарантированной отдаче ГЭС Ангаро-Енисейского каскада в целом (п. 3.2.25). Примеры несоответствий действующих ПИВР современным условиям и требованиям можно продолжить [15, 16].

Одно из основных противоречий ПИВР-1988 и других законодательных актов по регулированию водных ресурсов оз. Байкал (Постановления, Методические указания и др.) — это недостаточный учет рисков при выполнении требования сохранения метрового диапазона регулирования [17–19].

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

В соответствии с Водным кодексом РФ [20], экологические требования могут вноситься в ПИВР и в Правила технической эксплуатации и благоустройства (ПТЭБ) оз. Байкал и водохранилищ каскада ГЭС на Ангаре. Поскольку сохранение экосистемы озера и природных ресурсов БПТ регулируется специальным федеральным законом, то учет экологических требований, очевидно, нужно сделать приоритетным и, возможно, более полным. Такие требования должны быть в явном виде внесены в ПИВР Иркутского водохранилища (оз. Байкал). Однако проблема заключается в том, что в настоящее время научно обоснованные экологические требования, подкрепленные фактическими данными мониторинга (сопряженного уровня и экологического) и имеющие возможность практического использования в правилах регулирования уровня оз. Байкал, отсутствуют.

Формирование экологических требований, касающихся оз. Байкал, представляет собой предмет дискуссий с середины 1990-х годов и остается таковым до настоящего времени. Первые попытки создания таких требований представлены в [21–23]. Они основаны на эмпирических и логических построениях, статистических данных с использованием факторного и регрессионного анализа и относятся к научным гипотезам, не подтвержденным результатами мониторинга. Отсутствие специальных исследований по влиянию уровня озера на элементы экосистемы отмечают и сами авторы экологических требований [23].

Учитывая важность экологических требований для реализации современных подходов к регулированию уровня оз. Байкал, рассмотрим их подробнее. В соответствии с предложениями, изложенными в [23], эти требования сводятся к следующим положениям.

1. Амплитуда внутригодовых изменений уровня озера не должна превышать 82 см.
2. Превышение НПУ до отметки максимального возможного уровня 457,24 м ТО допустимо только в годы, близкие к 1 %-й обеспеченности приточности в озеро или ниже, в остальные годы уровень озера не должен превышать НПУ (457 м ТО).
3. Минимальный уровень не должен опускаться ниже 456 м ТО.

4. При регулировании уровня озера необходимо придерживаться естественной динамики годовых изменений, характерной до строительства плотины гидроузла.

5. Весенний минимум уровня воды озера должен приходиться на середину апреля.

6. В мае—июне повышение уровня должно составлять не менее 15–45 см (не менее 15–20 см в месяц).

7. Осенний максимум уровня не должен выходить за пределы третьей декады сентября.

8. От сентября до декабря снижение уровня должно составлять не менее 40–60 см (не менее 10–15 см/мес.).

Из представленных выше требований не вызывает вопросов только п. 4. Он формирует базовый принцип «экологического подхода» и, безусловно, может (и должен) использоваться при регулировании уровня оз. Байкал. Проблема в том, что остальные требования (пп. 1–3, 5–8) полностью противоречат базовому принципу.

Во всех пунктах (кроме п. 4) не принимается во внимание главный фактор, определяющий уровеньный режим озера (колебание уровня в количественном выражении). Таким фактором является приток или изменчивость гидрологических условий для каждого года, имеющий случайный (стохастический) характер. Авторы «экологических требований» опираются главным образом на средние (среднемноголетние) статистические показатели. Особенность прошедшего периода наблюдений состоит в том, что даже если к средней водности (приточности) отнести годы пониженной и повышенной водности в диапазоне обеспеченности 75–25 %, то около половины лет из всего 120-тилетнего ряда непрерывных наблюдений были маловодными или многоводными. При этом как в естественных, так и в зарегулированных условиях внутригодовая амплитуда колебаний, минимальные и максимальные уровни в маловодные и многоводные годы существенно отличались от средних значений. Так, за период 1898–1956 гг. минимальная внутригодовая амплитуда колебаний уровня составила 0,48 м (1903 г.), а за период 1960–2021 гг. — 0,45 м (2014 г.) при средней многолетней внутригодовой амплитуде 0,85 и 0,87 м соответственно; минимальный уровень в естественных условиях составлял 454,92 м ТО (1900, 1904 гг.), максимальный — 456,92 м ТО (1932 г.), диапазон колебаний за период — 2 м; минимальный уровень в зарегулированных условиях составил 455,27 м ТО (1982 г.), максимальный — 457,42 м ТО (1988 г.), диапазон колебаний за период — 2,15 м.

На амплитуду, минимальные и максимальные уровни (пп. 1–3), наряду с гидрологическими условиями, также оказывают влияние другие факторы и ограничения. При этом если обеспечение нижней допустимой границы регулирования оз. Байкал (456 м ТО) возможно, по крайней мере, технически, при условии снижения минимально допустимого расхода Иркутской ГЭС с 1300 до 800 м³/с в случае выполнения капитальной реконструкции водозаборов или перевода водопотребителей на альтернативные источники водоснабжения (подземные) при одновременном допущении нарушений в маловодные годы работы водного транспорта, несоблюдения минимального объема санитарного попуска и других потенциальных ущербов, то с наступлением многоводных лет верхняя граница регулирования (457 м ТО) не может быть обеспечена в принципе. Причина этого — не только ограничение по максимальным расходам в нижнем бьефе по условию незатопления г. Иркутска, но и ограниченность пропускной способности истока р. Ангары. Максимальная пропускная способность истока Ангары при отметке 457 м ТО составляет 4400 м³/с, более высокие расходы возможны только при возрастании уровня озера выше данной отметки. Расходы свыше 5500 м³/с могут быть пропущены через гидроузел только при достижении уровня оз. Байкал выше отметки 457,5 м ТО, а 6000 м³/с — при отметке выше 457,7 м ТО. Таким образом, не только в годы экстремальной, но и в годы повышенной водности превышение отметки 457 м ТО становится невозможным [13].

Аналогичная ситуация возникает с другими требованиями. Даты наступления минимального и максимального уровней (пп. 5 и 7) определяются, прежде всего, складывающимися гидрологическими условиями текущего и предшествующего годов, являются природно обусловленными стохастическими показателями и не имеют фиксированных значений. Как в естественном, так и в регулируемом режиме они значительно различаются в отдельные годы. По данным наблюдений в естественных условиях (до 1956 г.), дата минимального уровня фиксировалась в период с 31 марта по 1 мая, среднее значение — 19 апреля. В зарегулированных условиях (с 1960 г.) минимальные значения уровня наблюдались с 14 апреля по 20 мая, среднее значение — 28 апреля. Достижение минимального уровня определяется складывающимися гидрологическими условиями, прежде всего сроками весеннего снеготаяния и уровнем воды на начало октября предшествующего года. В маловодные годы минимум достигается на 1–2 недели позднее относительно многоводных лет. Максимальные уровни озера в естественных условиях наблюдались в период с 21 августа по 30 сентября, среднее значение — 17 сен-

тября. В зарегулированных условиях — с 18 августа по 20 октября, среднее значение — 25 сентября [11]. Дата достижения максимума существенно зависит от суммарного притока за 5–9-й месяцы. Скорость повышения/снижения уровня также, в значительной степени, определяется гидрологическими условиями.

Таким образом, приведенные экологические требования не соответствуют естественным природным процессам и современным условиям и не могут быть реализованы на практике. Очевидно, что полностью выдержать абсолютно естественный уровеньный режим и учесть в полном объеме все экологические требования невозможно, поскольку использование водных ресурсов озера предполагает комплексный подход, внутригодовое перераспределение стока между сезонами года в целях гарантированного обеспечения требований различных водопользователей (водопотребителей) и учета их противоречивых интересов. По-видимому, в реальных условиях можно говорить о поиске компромиссных решений, максимально учитывающих экологические требования (после их научного обоснования) при управлении режимами, одновременно принимая во внимание требования и ограничения других участников водохозяйственной системы, возможные социально-экономические последствия и ущерб.

МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

За последние десятилетия при обсуждении проблемы регулирования уровня оз. Байкал сложился ряд часто повторяемых стереотипов (мифов), не соответствующих действительности. Остановимся на некоторых из них.

1. Обоснованность («оптимальность») метрового диапазона регулирования. Инициаторы Постановления № 234 2001 г. утверждают, что его принятию предшествовал большой объем обосновывающих исследований, а Постановление № 234 получило положительное заключение экспертов и было согласовано со всеми федеральными и региональными органами власти. Это не совсем так. Процесс подготовки и принятия Постановления № 234 в 2000–2001 гг. был подробно изложен в статье авторов 2015 г. [1]. В ней отмечается наличие трех разных редакций проекта Постановления. В первой из них, подготовленной в мае 2000 г. с участием научно-исследовательских и проектных организаций, специалистов органов управления на региональном и федеральном уровнях, в первом пункте было записано: «В период средней водности установить минимальное значение уровня воды в озере Байкал на отметке 456 м и максимальное значение уровня воды на отметке 457 м в тихоокеанской системе высот». Во втором пункте — «В периоды повышенной и пониженной водности допускаются отклонения, которые устанавливаются Правительством РФ...». В третьем и четвертом пунктах были отмечены необходимые организационные меры для практической реализации Постановления (разработка новых ПИВР и др.). Данный проект Постановления получил положительное заключение экспертов и был согласован представителями заинтересованных министерств, ведомств и органов управления субъектов РФ (Иркутской области и Республики Бурятия). Во второй редакции проекта Постановления (сентябрь 2000 г.) остались только два первых пункта. При этом в первом пункте исчезли первые три слова — «в период средней водности», имеющие принципиально важное значение и, по существу, меняющие само содержание документа. На эту редакцию уже отсутствуют заключения экспертов и имеется существенно меньшее количество согласований ведомств. Наконец, 26 марта 2001 г. председателем Правительства РФ М. Касьяновым была подписана третья (окончательная) редакция Постановления: «Установить максимальное и минимальное значение уровня воды в озере Байкал при использовании его водных ресурсов в хозяйственной и иной деятельности на отметках 457 и 456 метров (в тихоокеанской системе высот)». Таким образом, требование соблюдения метрового диапазона колебания уровня воды в озере должно выполняться при любых гидрологических условиях, без исключения. На данную редакцию Постановления заключения экспертов и согласования ведомств отсутствуют.

2. В проблемах, связанных с регулированием уровня оз. Байкал, ответственность возлагается, прежде всего, на руководство «Иркутскэнерго» (Иркутской ГЭС), или, как часто говорят, на энергетиков. История данного утверждения исходит из условий регулирования уровня озера в 1980–1990-е гг. В тот период, действительно, гидроэнергетика была ведущим водопользователем и в значительной степени режимы регулирования уровня озера определяла исходя из решения своих текущих задач. Так, за 13 лет многоводного периода 1983–1995 гг. форсирование уровня Байкала (превышение отметки НПУ) происходило 10 раз (всего за период эксплуатации Иркутской ГЭС в 1960–2021 гг. — 19 раз), и далеко не всегда оно было обусловлено сложившимися гидрологическими условиями, за исключением экстремально многоводных 1985 и 1988 гг. С тех пор, уже с конца 1990-х гг., условия и система управления водными ресурсами оз. Байкал принципиально изменились. В 1999 г. был принят Федеральный

закон № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал», а в 2004 г. создано Федеральное агентство водных ресурсов (ФАВР), включающее территориальные бассейновые подразделения по управлению водными ресурсами, в том числе Енисейское бассейновое водное управление (ЕнБВУ). С этого времени все решения о режимах регулирования уровня озера (расходов Иркутской ГЭС) ежемесячно принимаются ЕнБВУ в строгом соответствии с рекомендациями Межведомственной рабочей группы, в состав которой включены представители всех водопользователей и субъектов РФ, расположенных на территории водных бассейнов Байкала, Ангары и Енисея. Эти решения учитывают интересы всех участников (энергетики только одни из них).

Еще один миф, связанный с режимами работы Иркутской ГЭС, заключается в заинтересованности энергетиков в увеличении прибыли от дополнительной выработки электроэнергии за счет увеличения «сработки» оз. Байкал. На самом деле энергетики при регулировании уровня озера заинтересованы в диапазоне, не превышающем 85 см (призма регулирования между уровнем предположительной сработки 456,15 м и НПУ — 457 м в тихоокеанской системе). Данный диапазон прописан в Техническом проекте (ТП) Иркутской ГЭС [24] для нормальных и близких к ним условий водности. С наступлением маловодных периодов допускается снижение уровня до отметки 455,54 м (УМО), а в многоводные годы — повышение до 457,5 м (ФПУ). Таким образом, предельно допустимый проектный диапазон регулирования уровня озера составляет 1,96 м, для сравнения — в естественных природных условиях (1898–1956 гг.) диапазон изменения уровня составлял 2 м. После завершения периодов экстремальной водности ТП предусматривается как можно более быстрое возвращение к нормальному режиму регулирования. Диапазон 0,85 м вполне достаточен для нормальной работы Иркутской ГЭС и энергосистемы в целом. Особенно в летний период (с мая по октябрь). В это время происходит наполнение водохранилища, и наблюдаются максимальные расходы через гидроузел с максимальной же выработкой электроэнергии. Проблема в том, что из-за отсутствия потребителей электроэнергии (значительного сезонного снижения электрической нагрузки) в дополнительной выработке электроэнергии не заинтересована ни компания «ЕвроСибЭнерго» — собственник Иркутской ГЭС (часто на оптовом рынке электроэнергии и мощности в летний период цена электроэнергии имеет нулевое значение), ни Системный оператор (СО) — регулятор энергосистемы Сибири (у СО возникает необходимость принимать и распределять избыточную электроэнергию ГЭС за счет вынужденной разгрузки экономичных тепловых источников). То есть дополнительная выработка электроэнергии на ГЭС в летний период фактически является не целью, а проблемой для энергетиков. При этом следует отметить, что еще с начала 1990-х и до настоящего времени в энергосистеме Сибири сохраняется значительный избыток мощности в размере 10–15 ГВт (в 20 раз превышает мощность Иркутской ГЭС).

В последнее время на ряде совещаний ставится вопрос о возможном дефиците электроэнергии в Иркутской области. Такие прогнозы связываются с развитием северных территорий (строительство завода полимеров Иркутской нефтяной компании, расширение добычи минерально-сырьевых ресурсов, реализация проекта модернизации Восточного полигона ОАО «РЖД», возможный перевод теплоснабжения г. Байкальска на электроэнергию и др.). Однако на ближайшие годы сохранится избыток электрической мощности в энергосистеме Сибири в целом, в первую очередь за счет Красноярской и Кемеровской энергосистем, в которых в последние годы были введены в эксплуатацию Богучанская ГЭС и дополнительные мощности на ТЭЦ.

К тому же на долю Иркутской ГЭС приходится только 6 % выработки электроэнергии ГЭС «ЕвроСибЭнерго», 3,6 % выработки Ангаро-Енисейского каскада ГЭС и 1,8 % — энергосистемы Сибири [15].

3. Действие временных Постановлений Правительства РФ, принятых в 2015–2021 гг., допускающих возможность увеличения диапазона регулирования уровня озера Байкал с 1 до 2,31 м, неизбежно увеличит ежегодный диапазон изменения уровня более чем в два раза и создаст неприемлемые экологические и социально-экономические последствия. На самом деле это утверждение также не соответствует действительности. Расширение метрового диапазона происходит только когда складывающиеся гидрологические условия существенно отличаются от нормальных и не позволяют удерживать метровый диапазон регулирования уровня без значительного ущерба. В остальных случаях фактически продолжает действовать Постановление № 234, а Регулятор, функции которого выполняет Енисейское бассейновое водное управление, стремится к минимально возможным отклонениям от метрового диапазона. Это подтверждается фактическими режимами регулирования уровня в экстремально маловодный период 2014–2017 гг. и в многоводный период 2020–2021 гг. В первом случае в течение четырех лет непрерывно поддерживались минимально допустимые расходы в объеме 1300 м³/с по условиям обеспечения нормальной работы водозаборов нижнего бьефа, во втором — были значительно увеличены расходы Иркутской ГЭС, несмотря на холостые сбросы и затопление хозяйственных объектов. Для сравнения

можно сопоставить изменения уровня озера в аналогичных маловодных (1976–1982 гг.) и многоводных (1985, 1988 гг.) условиях. Весной 1982 г. уровень Байкала опускался до отметки 455,27 м, в то время как минимальный уровень весной 2016 г. составил 455,71 м при более низком (на 15 %) притоке в озеро. Если бы в 2015–2016 гг. повторились режимы регулирования периода 1981–1982 гг. (в этот период предусматривался приоритет требований энергетики), то уровень озера мог достичь отметки 455 м. В многоводный 1988 г. уровень достигал отметки 457,42 м, в то время как в аналогичный по водности 2021 г. (обеспеченность 3–4 %) максимальный уровень составил 457,23 м.

4. Причинами превышения интервала регулирования уровня 456–457 м после выхода Постановления № 234 в 2001 г. были неточные прогнозы приточности. Эффективное прогнозирование приточности на срок 1 год и более позволит заранее сбрасывать критические объемы воды из водохранилища или, наоборот, накапливать ее при наступлении засушливого периода. Разумеется, точный долгосрочный приток воды в озеро мог бы значительно повысить эффективность регулирования уровня. Но, тем не менее, даже если допустить такую возможность на практике, сохранение метрового диапазона при любых гидрологических условиях остается невозможным. Как отмечалось выше, нижняя граница 456 м может сохраняться при условии возможности снижения расходов Иркутской ГЭС в маловодные периоды до 800 м³/с после полной реконструкции водозаборов нижнего бьефа. С наступлением многоводных лет верхняя граница не может быть обеспечена по причине ограниченной пропускной способности истока Ангары, даже если весь поступающий сток сбрасывать в нижний бьеф. Главной же причиной является невозможность разработки надежных методов долгосрочного (до 1 года и более) прогнозирования полезного притока воды в оз. Байкал с учетом современного уровня гидрологической науки. В общем объеме годового притока в озеро на долю второго и третьего кварталов приходится более 80 %, а в этот период основную роль в формировании полезного притока играют дождевые осадки. В настоящее время в России и в других странах относительно надежные прогнозы дождевых осадков не превышают периода 3–10 дней [25, 26]. На более длительный период используются вероятностные прогнозные интервальные оценки притока, что в обозримой перспективе делает неизбежным управление режимами регулирования уровня Байкала в условиях неопределенности притока.

5. Метровый диапазон регулирования оз. Байкал исходит из научно обоснованных экологических требований. Недостаточная обоснованность данного утверждения рассмотрена выше. Вопрос влияния изменения уровня на экосистему Байкала до сих пор остается малоизученным. Отсутствуют ответы на следующие вопросы: в чем конкретно заключается влияние изменения уровня озера на экосистему, на какие его элементы, в какие временные периоды, на каких уровнях отметках и участках, как организовать мониторинг влияния изменения уровня на экосистему, отделив его от одновременного влияния других антропогенных факторов.

В вопросах регулирования уровня оз. Байкал остается еще много нерешенных проблем. Их решение, совместно с формированием научно обоснованных экологических и социально-экономических требований, необходимо начать с выполнения специальных комплексных научных исследований, предшествующих изменениям в законодательной базе.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

С осени 2021 г. институтами Сибирского отделения РАН, Министерства науки и высшего образования РФ, Росгидромета и Росрыболовства в рамках Национального проекта «Экология» (подпроект «Сохранение озера Байкал») выполняется научно-исследовательская работа 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 с Иркутской ГЭС». Заказчиками НИР являются Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Министерство науки и высшего образования РФ. Ответственный исполнитель — Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН.

Цель данной работы — определение научно обоснованных требований к регулированию уровня оз. Байкал и эколого-экономическая оценка последствий регулирования для Байкала и сопряженных территорий.

Основные задачи данного исследования следующие:

- определение влияния изменения уровня озера Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий;
- социально-экономическая оценка последствий (ущерба) при изменении уровня Байкала и регулировании расходов Иркутской ГЭС;

– подготовка предложений по минимизации рисков и потенциального ущерба при регулировании уровня озера Байкал.

Выполнение работы предусматривает три этапа с завершением в ноябре 2023 г.

На первом этапе проводятся аналитические работы для обеспечения определения влияния изменения уровня оз. Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий, включая экономические и социальные факторы, подготовку предложений по совершенствованию действующих методик мониторинга уровня и прогнозированию полезного притока воды в оз. Байкал, включающие:

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

1.1. Анализ теоретических, фондовых и опубликованных данных о влиянии колебаний уровня оз. Байкал на состояние водной среды, гидробионтов, прибрежных ландшафтов и экосистем. Критический анализ наиболее уязвимых звеньев экосистем Байкала и сопредельных территорий от изменчивости его уровня.

1.2. Характеристика природных условий и ресурсов прибрежной зоны оз. Байкал. Анализ современных проблем в состоянии водных биологических ресурсов озера и возможных сценариев дальнейшего их развития.

1.3. Анализ материалов о влиянии колебания уровня оз. Байкал на состояние социально-хозяйственных систем прибрежных территорий. Оценка обеспеченности населения водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям в многоводные и маловодные периоды в населенных пунктах прибрежной зоны оз. Байкал, Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС.

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

2. Аналитическое обеспечение оценки изменения водного баланса озера Байкал.

2.1. Анализ многолетней динамики притока речных вод в озеро, осадков на его поверхность и испарения с акватории.

2.2. Оценка изменения основных параметров естественных составляющих водного баланса в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия.

2.3. Анализ действующей методики мониторинга уровня оз. Байкал.

Первый этап работ уже выполнен и передан заказчику в мае 2022 г. Отдельные результаты данных исследований представлены исполнителями НИР в статьях настоящего выпуска журнала.

На втором этапе на основе проведенных на предыдущем этапе научных исследований исполнитель подготавливает научно обоснованные оценки влияния изменения уровня оз. Байкал на экосистему его мелководной зоны и прибрежных территорий, обоснование для экологической и социально-экономической оценок последствий (ущерба) при изменении уровня Байкала и регулировании расходов Иркутской ГЭС.

Результатом данного этапа НИР является:

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

1.1. Характеристика интенсивности экзогенных процессов в береговой зоне озера при изменении уровня Байкала. Оценка опасных природных явлений в береговой зоне и изменений уровня грунтовых вод с детализацией для ключевых участков.

1.2. Химико-биологические характеристики зон смешивания байкальских вод и устьевых зон рек Селенги, Баргузина, Верхней Ангары, Голоустной, Бугульдейки.

1.3. Определение степени влияния изменения уровня Байкала на рыбохозяйственные и популяционные характеристики байкальской ихтиофауны и ее кормовой базы.

1.4. Определение характеристик изменения животного мира прибрежной зоны Центральной экологической зоны БПТ при различных уровнях оз. Байкал.

1.5. Определение изменений основных ландшафтных компонентов ключевых участков береговой зоны и устьевых областей притоков, подверженных влиянию колебаний уровня оз. Байкал.

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

2.1. Проведение покомпонентной оценки потерь природной среды. Выполнение оценки ущерба объектам транспорта, связи, промышленности, энергетики, сельскому хозяйству, социальным объектам и домохозяйствам, с учетом влияния регулирования уровня озера в его прибрежной части.

2.2. Разработка цифровых моделей рельефа мелководных зон и прибрежных территорий, подверженных потенциальному ущербу при регулировании уровня оз. Байкал, с выделением отдельных участков (для оз. Байкал, Иркутского водохранилища и нижнего бьефа Иркутской ГЭС).

2.3. ГИС-моделирование зон затопления/осушения побережья оз. Байкал при разных уровнях режима озера на отдельных участках, указанных в п. 2.2., в том числе (но не ограничиваясь в случае необходимости) для уровней 455,54; 455,75; 456; 457; 457,1; 457,2; 457,3; 457,4; 457,5; 457,6; 457,7; 457,85 м ТО.

2.4. Моделирование режимов Иркутской ГЭС при разных уровнях оз. Байкал и расходах через гидроузел для разных условий водности с учетом уровней воды в нижнем бьефе. Должны быть рассмотрены: уровни Байкала в диапазоне 455,54–457,85 м ТО с шагом 10 см; расходы через Иркутскую ГЭС в диапазоне 1300 (1250)–6000 м³/с с шагом 400 м³/с; водность (полезный приток в оз. Байкал) в диапазоне обеспеченности 0,1–99,9 % с учетом максимального расхода р. Иркут в период июль–сентябрь с обеспеченностями 35–1 %.

2.5. Оценка последствий и потенциального экологического и социально-экономического ущерба при регулировании уровня озера для различных условий водности (полезного притока), уровня оз. Байкал, расходов через Иркутскую ГЭС; снижения потенциала экономического развития, снижения рекреационного и природоохранного потенциала подтопляемых территорий; инвентаризация земель, утративших функциональный или ведомственный статус.

3. Обоснование разработки предложений по совершенствованию методики мониторинга уровня оз. Байкал.

3.1. Моделирование процессов суточных и внутрисуточных циклов изменения уровня оз. Байкал природного и техногенного происхождения.

3.2. Предложения для разработки методики и проведения комплексного сопряженного экологического и гидрометеорологического мониторинга за уровнем режима оз. Байкал.

3.3. Разработка количественных характеристик показателя водности (полезного притока) оз. Байкал.

Работы второго этапа завершились в ноябре 2022 г.

На третьем этапе планируется разработка экологических и рыбохозяйственных требований при регулировании расходов Иркутской ГЭС с учетом социально-экономических последствий, разработка предложений по совершенствованию правил регулирования уровня оз. Байкал и Иркутского водохранилища, минимизации рисков и потенциального ущерба при регулировании уровня озера.

Результатом третьего этапа НИР станет разработка экологических и рыбохозяйственных требований при регулировании расходов Иркутской ГЭС с учетом социально-экономических последствий; предложений по совершенствованию правил регулирования уровня оз. Байкал и Иркутского водохранилища; прогнозирование полезного притока, оценка рисков и потенциального ущерба при регулировании уровня озера Байкал, включающая следующие разделы:

1. Экологические и рыбохозяйственные требования при регулировании уровня озера Байкал.

2. Социально-экономическая оценка последствий (ущерба) при изменении уровня Байкала и регулировании расходов Иркутской ГЭС.

2.1. Перечень (реестр) населенных пунктов, предприятий и организаций, производственных, социальных и жилых объектов, объектов инфраструктуры, рекреации, сельского и лесного хозяйства на территории Республики Бурятия и Иркутской области, подверженных затоплению/осушению.

2.2. Перечень эпидемиологически опасных объектов, подверженных затоплению в годы высокой водности на оз. Байкал и в нижнем бьефе Иркутской ГЭС с оценкой потенциального ущерба.

2.3. Оценка упущенных выгод и потерь при нарушении процесса нормальной хозяйственной деятельности, ухудшении условий жизнедеятельности людей при экстремально низких и экстремально высоких уровнях приточности водных ресурсов в оз. Байкал.

3. Предложения по сверхдолгосрочному вероятностному прогнозированию полезного притока воды в оз. Байкал с учетом наиболее вероятных сценариев климатических изменений.

3.1. Оценка водного баланса Байкала с учетом произошедших и ожидаемых климатических изменений на перспективу 20–50 лет.

3.2. Разработка модели формирования полезного притока для использования ее с целью долгосрочного вероятностного ансамблевого прогнозирования полезного притока в оз. Байкал с заблаговременностью до одного года.

4. Предложения по минимизации рисков и потенциального ущерба при регулировании уровня оз. Байкал.

4.1. Порядок регулирования уровня режима Байкала и Иркутского водохранилища с учетом экологических и социально-экономических факторов.

4.2. Рекомендации (по результатам выполненной научной работы) в целях внесения изменений в правила использования водных ресурсов Иркутского водохранилища и оз. 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.

Работы третьего этапа должны быть завершены в ноябре 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема регулирования уровня оз. Байкал обсуждается с момента завершения строительства Иркутской ГЭС в конце 1950-х годов прошлого века и до настоящего времени остается одной из наиболее актуальных, так как непосредственно касается уникального природного объекта — оз. Байкал — и сохранения его экосистемы, учета интересов прилегающих территорий — субъектов Российской Федерации, многочисленных водопотребителей и водопользователей.

Маловодный период 2014–2017 гг., как и повышенная водность 2020–2021 гг., на практике показали, что существующее законодательство по использованию водных ресурсов Байкала и действующие с 2001 г. правовые нормы, включающие Постановление № 234, недостаточно учитывают современные требования и ограничения и могут быть выполнены только в условиях средней и близкой к ней водности. В других условиях метровый диапазон регулирования (456–457 м) объективно не может быть выполнен без значительного социально-экономического и другого ущерба.

До сих пор не решен ряд различных вопросов, связанных с регулированием уровня озера. Так, в действующем временном Постановлении Правительства РФ № 654 не раскрываются понятия «средняя, малая и большая водность», что создает правовую и практическую неопределенность при его выполнении. Также не решены и такие актуальные вопросы, например влияние уровня озера на экосистему; возможные последствия и социально-экономический ущерб при разных условиях водности, уровнях озера и расходах через Иркутскую ГЭС; повышение точности определения среднесуточного показателя уровня Байкала; сопряженный экологический и гидрометеорологический мониторинг.

В связи с этим выполнение комплексной научно-исследовательской работы по обоснованию принципов регулирования уровня оз. Байкал в разных условиях водности с учетом современных экологических, социально-экономических и водохозяйственных требований, сопровождаемых сопряженным мониторингом, позволит подготовить предложения по решению отмеченных проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бычков И.В., Никитин В.М. Регулирование уровня озера Байкал: проблемы и возможные решения // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 3. — С. 5–16.
2. 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 01.07.2022).
3. 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 01.07.2022).
4. 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 01.07.2022).
5. 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 01.07.2022).
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 27.04.2021 № 654 «О максимальных и минимальных значениях уровня воды в озере Байкал в 2021 году» [Электронный ресурс]. — <http://base.garant.ru/400729221/> (дата обращения 01.07.2022).
7. Приказ Федеральной службы государственной статистики Минэкономразвития РФ от 13 ноября 2010 г. № 391 «Об утверждении указаний по заполнению формы федерального статистического наблюдения

- № 6-ТП (ГИДРО) «Сведения о работе гидроэлектростанций». — http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109652/ (дата обращения 01.07.2022).
8. **Основные** правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского). — М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства РСФСР, 1988. — 64 с.
 9. **Федеральный закон** от 01.05. 1999 г. № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» [Электронный ресурс]. — <https://base.garant.ru/2157025/> (дата обращения 01.07.2022).
 10. **Проект** правил использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского водохранилища и озера Байкал, Братского и Усть-Илимского водохранилищ). — М.: Изд-во Моск. ун-та природообустройства, 2013. — 174 с.
 11. **Отчет** о НИР «Оценка связи (влияния) уровня режима оз. Байкал (Иркутского водохранилища) с его экологическим состоянием и современными социально-экономическими требованиями региона в условиях экстремально высокой и экстремально низкой водности. Анализ нормативных правовых основ регулирования стока и предложения по их совершенствованию» (Гос. контракт от 3 сентября 2015 г. № НИР-15-01). В 2-х томах. — М.: Изд-во Ин-та водных проблем РАН, 2015. — 347 с.
 12. **Базов А.В.** Очерки истории байкальских рыбных промыслов. — М.: Изд-во Всеросс. науч.-исслед. ин-та рыб. хоз-ва и океанографии, 2020. — 292 с.
 13. **Абасов Н.В., Болгов М.В., Никитин В.М., Осипчук Е.Н.** О регулировании уровня режима озера Байкал // Водные ресурсы. — 2017. — Т. 44, № 3. — С. 407–416.
 14. **Никитин В.М., Абасов Н.В., Бычков И.В., Осипчук Е.Н.** Уровень режим озера Байкал: проблемы и противоречия // География и природ. ресурсы. — 2019. — № 4 — С. 74–83.
 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.** Ангаро-Енисейский каскад ГЭС в условиях изменяющегося климата // Энергетическая политика. — 2017. — Вып. 4. — С. 62–71.
 17. **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.
 18. **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/ (дата обращения 01.07.2022).
 19. **Правила** технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутское (и озеро Байкал), Братское, Усть-Илимское) [Электронный ресурс]. — <http://privt.enbv.ru/> (дата обращения 01.07.2022).
 20. **Водный кодекс** Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ [Электронный ресурс]. — http://www.consultant.ru/dokument/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения 01.07.2022).
 21. **Отчет** о НИР «Экологические требования к режиму работы Иркутской ГЭС». — Иркутск: Изд-во Ин-та экологической токсикологии, 1996. — 42 с.
 22. **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.
 23. **Гидроэнергетика** и состояние экосистемы озера Байкал // Отв. ред. А.К. Тулохонов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. — 280 с.
 24. **Иркутская** гидроэлектростанция на реке Ангаре. Технический проект. Т. I., ч. II «Гидрологический очерк»; Т. II., ч. II «Водное хозяйство». — М.: Изд-во Моск. отдел. Ин-та «Гидроэнергопроект», 1951. — 116 с.; 67 с.
 25. **Бельчиков В.А., Борщ С.В., Павроз Ю.А., Романов А.В., Сильнищкая М.И., Симонов Ю.А., Христофоров А.В.** Современное состояние и перспективы совершенствования системы оперативного гидрологического прогнозирования в Гидрометцентре России // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. — 2019. — № 4 (374). — С. 184–202.
 26. **Руководство** по гидрологической практике. Т. 1. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. — Женева: Всемирная метеорологическая организация, 2008. — 317 с.

Поступила в редакцию 22.06.2022

Поступила с доработки 01.08.2022

Поступила в печать 03.10.2022