

# Иркутская ГЭС и Ангаро-Енисейский каскад ГЭС в энергетике Сибири. Пути повышения эффективности

**В.В. КОЛМОГОРОВ**, кандидат экономических наук,  
исполнительный директор МКПАО «Эн+ГРУП»  
E-mail: w.kolmogorov@gmail.com

**Л.Е. ХАЛЯПИН**, кандидат технических наук, независимый эксперт  
E-mail: Leh45@mail.ru, Москва

**Аннотация.** В статье рассматриваются роль Ангаро-Енисейского каскада ГЭС в энергоснабжении Сибири, место Иркутской ГЭС и Байкальского водохозяйственного комплекса в этой системе. За время существования последнего менялись приоритеты водопользования и подходы к оценке эффективности управления его режимами. По мнению авторов, дискуссия по проблемам оптимального пользования водными ресурсами озера Байкал исчерпала свои возможности. Органами власти РФ инициировано проведение комплексных исследований, целью которых является определение научно обоснованных требований к управлению водными ресурсами озера Байкал, с учетом условий функционирования экосистемы Байкала, объектов нижнего бьефа Иркутского гидроузла и основных водопользователей, в том числе энергетики.

**Ключевые слова:** ГЭС; энергосистема Сибири; Байкальский водохозяйственный комплекс; приоритеты водопользования; регулирование уровня Байкала; эффективность управления

Начало активному освоению водных ресурсов Ангаро-Енисейского бассейна было положено в 1950-х годах строительством на р. Ангаре Иркутского гидроузла комплексного назначения и в его составе Иркутской ГЭС установленной электрической мощностью 662,4 тыс. кВт. Возник Байкальский водохозяйственный комплекс (ВХК), содержащий собственно озеро Байкал в его трансформированном (зарегулированном) состоянии, Иркутское водохранилище и зарегулированный участок р. Ангары ниже плотины, протяженностью около 100 км (до Братского водохранилища).

Последующее развитие Ангаро-Енисейского водного бассейна осуществлялось строительством высоконапорных гидроузлов с большими водохранилищами. В итоге создан каскад гидроэлектростанций: Иркутская, Братская, Усть-Илимская, Богучанская ГЭС на р. Ангаре, Красноярская ГЭС, Саяно-Шушенский гидроэнергетический комплекс на р. Енисее. Суммарная установленная электрическая мощность Ангаро-Енисейского каскада ГЭС

достигла 24,7 млн кВт, что составляет около половины установленной генерирующей мощности Объединенной энергетической системы Сибири.

Все гидроузлы Ангаро-Енисейского каскада создавались как объекты комплексного назначения, обеспечивающие условия эффективного функционирования объектов хозяйственного использования водных ресурсов: энергетики, водного транспорта, водоснабжения, рыбного хозяйства. Соблюдение требований экологии в составе проектов этих гидроузлов, в соответствии с нормами законодательства середины XX века, играло подчиненную роль [Сутурин, 2011; Янюшкин, Кудашкин, 2006; Мостовенко, 2021].

В 1980-х годах были разработаны и введены в действие Правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС, включающих три первоочередных объекта<sup>1</sup>. Данным документом (пункт 1.3) определен состав водопользователей и водопотребителей каскада:

«Водные ресурсы водохранилищ Ангарского каскада гидроузлов используются совместно с гидроузлами Енисейского каскада для нужд энергетики, водного транспорта, рыбного и лесосплавного хозяйства, для покрытия водопотребления промышленности, населения и водного хозяйства и для поддержания санитарных условий. Озеро Байкал используется также для срезки максимальных паводковых расходов с целью предотвращения наводнений в нижнем бьефе».

В составе этих Правил, введенных в действие в 1988 г., были установлены наиболее важные общие принципы и ограничительные условия, отвечающие требованиям эффективного комплексного использования водных ресурсов водохозяйственной системы реки Ангары, при которых гарантируются безопасность населения и хозяйственно освоенных территорий от затоплений, надежность и устойчивость работы подпорных гидротехнических сооружений. Диспетчерские графики управления режимами регулирования водохранилищ обеспечивали выполнение минимальных требований каждого из водопользователей с нормативной надежностью.

---

<sup>1</sup> Основные правила использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада ГЭС (Иркутского, Братского и Усть-Илимского). Утв. Министерством мелиорации и водного хозяйства РСФСР (приказ от 30.11.1987).

Следует отметить особенности данного проекта:

– диспетчерские правила управления реализованы не для одиночных водохранилищ, а в целом для каскада ГЭС;

– в качестве управляющего параметра принята суммарная гарантированная мощность Ангаро-Енисейского каскада. Величина ее была обоснована расчетами в размере 9800 МВт.

К настоящему времени энергетика утратила свой особый статус. Водным кодексом РФ<sup>2</sup> установлены *новые приоритеты*:

– охраны водных ресурсов перед их использованием;

– использования водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового назначения перед иными целями их использования.

### **Иркутский гидроузел и озеро Байкал – связующее звено Байкальского ВХК и Ангаро-Енисейского каскада ГЭС**

Иркутский гидроузел является верхней ступенью Ангарского каскада водохранилищ. Соответственно, режимы регулирования озера Байкал влияют на условия функционирования гидроузлов и водохранилищ нижележащих ступеней Ангарского каскада: Братского, Усть-Илимского, Богучанского.

Введенные в действие более 40 лет назад правила управления режимами ангарских водохранилищ в значительной степени устарели и нуждаются в адаптации к современным нормам законодательства, изменившимся техническим и природным условиям работы водохранилищ.

В отношении Иркутского гидроузла и озера Байкал необходимость переработки действующих правил мотивируется также следующими факторами.

В 2001 г. принято Постановление Правительства РФ № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал...»<sup>3</sup>. Данным документом сокращена допустимая призма регулирования уровней озера Байкал с 1,46 метра до 1,0 (одного) метра. Соответственно, величина полезного объема водохранилища уменьшена с 46,0 км<sup>3</sup> до 31,5 км<sup>3</sup>. Разница объемов в размере

<sup>2</sup> Водный кодекс РФ от 03.06.2006. № 74-ФЗ.

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 26.03.2001 № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности».

14,5 км<sup>3</sup>, в целях удовлетворения требований экологии, переведена из регулируемого объема в нерегулируемый, «мертвый» объем озера Байкал.

Ограничение регулирующих возможностей озера Байкал приводит к снижению уровней гарантированного обеспечения водными ресурсами как энергообъектов, так и неэнергетических водопользователей (судоходство, промышленное и коммунально-бытовое водоснабжение, санитарные попуски в нижний бьеф). Ухудшение условий водопользования трансформируется и на пользователей водных ресурсов всех нижерасположенных водохранилищ: Братского, Усть-Илимского, Богучанского.

Выполненные научные исследования [Отчет о НИР, 2015, 2018], а также результаты разработки в 2013 г. проектов «Правил использования водных ресурсов Иркутского водохранилища и озера Байкал» (далее по тексту – «Правила...») обосновали невозможность обеспечения установленных Постановлением № 234 ограничительных условий по регулированию уровней Байкала в экстремальных (маловодных; многоводных) условиях водности.

Напомним, за четырехлетний маловодный период 2014–2017 гг. по озеру Байкал сформировались экстремально маловодные гидрологические условия. Приток в озеро составил 60–67% от нормы. Правительство РФ на протяжении всего периода маловодья осуществляло прямое управление регулированием уровня озера, издавая распорядительные документы (постановления), которыми допускалось временно, до окончания маловодья, расширение диапазона регулирования уровней Байкала свыше одного метра.

Нет сомнений, что включение данного маловодного периода в состав существующего (наблюденного) гидрологического ряда, последующее уточнение статистических параметров, а также параметров регулирования уровней озера Байкал при выполнении очередных проектов «Правил использования водных ресурсов Иркутского водохранилища и озера Байкал» покажут еще более глубокий дефицит водных ресурсов Байкальского водохозяйственного комплекса. Отдельного изучения требует ухудшение условий функционирования водопользователей нижележащих ангарских водохранилищ.

## **Об устойчивости водохозяйственной системы реки Ангары на современном этапе**

Под устойчивым понимается такое состояние искусственной водохозяйственной системы, при котором обеспечивается удовлетворение требований всех ее участников, а также экологических требований с нормативной надежностью при соблюдении установленных эксплуатационных ограничений на параметры режимов при всех условиях водности в бассейне [Отчет о НИР, 2018].

Как показали результаты исследования [Отчет о НИР, 2018], общая надежность и устойчивость функционирования водохозяйственного комплекса р. Ангары в последние годы существенно снизились. Основные причины – ограничение призмы регулирования уровней озера Байкал, а также экстремальные условия маловодья 2014–2017 гг. Перевод системы в устойчивое состояние потребует сокращения норм водопользования одного либо группы участников водохозяйственного комплекса. Под сокращением норм следует понимать снижение размера установленных минимальных объемов водопользования, либо надежности их удовлетворения.

Кого конкретно из пользователей водных ресурсов Байкальского водохозяйственного комплекса должны коснуться эти ограничения? Дискуссия об этом продолжается уже свыше двух десятков лет. Стороны обычно в качестве аргументов выдвигают фактор приоритетности того или иного вида водопользования, либо апеллируют к приоритетности охраны Байкальской экосистемы перед любыми видами хозяйственной деятельности. Результаты дискуссии, особенно в последние годы, показывают бесперспективность ее продолжения. Не только консенсус до сих пор не достигнут, не наблюдается даже сближения позиций сторон.

В настоящее время Сибирское отделение РАН по заказу Правительства РФ выполняет комплекс научных исследований, целью которых является разработка оптимальной стратегии управления использованием водных ресурсов озера Байкал.

В рамках этой стратегии должны быть установлены объемные показатели распределения водных ресурсов между всеми водными объектами и обоснованы уровни обеспеченности их удовлетворения. Следует ожидать, что по ряду водных объектов

эти показатели будут снижены по сравнению с ранее утвержденными в составе действующих «Правил...» величинами – именно этой ценой будет оплачен перевод Байкальского водохозяйственного комплекса в устойчивое состояние.

С принятием Правительством РФ решения о выполнении данной работы дальнейшая дискуссия о приоритетности того или иного вида водопользования становится неактуальной.

### **О требованиях энергетики к режимам использования водных ресурсов гидроузлов с водохранилищами комплексного назначения**

Коренное отличие в требованиях энергетики от требований неэнергетических водопользователей – это режимы использования водотока. Только энергетика нуждается в неравномерном характере использования водных ресурсов, как в краткосрочных циклах управления режимами (суточных, недельных), так и в долгосрочных (сезонных, годовых).

Эти требования приведены в Методических указаниях по составлению правил использования водных ресурсов водохранилищ гидроузлов<sup>4</sup> (пункт 4 Приложения № 1):

– гарантированная мощность гидроэлектростанций распределяется внутри года в соответствии с требованиями энергосистемы;

– колебания энергоотдачи внутри суток и недели, соответствующие требованиям энергосистемы и не превышающие значений, установленных в проекте «Правил...».

В проектах «Правил...» для водохранилищ Ангаро-Енисейского каскада одной из наиболее актуальных проблем, на наш взгляд, является распределение гарантированной мощности ГЭС «в соответствии с требованиями энергосистемы». Эти требования изменяются по месяцам зимнего периода в зависимости от температур наружного воздуха и продолжительности светового дня. Максимум потребляемой мощности приходится на середину зимы (декабрь-январь). Соответственно, гарантированная мощность ГЭС должна иметь переменное значение, отвечающее уровню потребительских нагрузок. Однако на данный момент

---

<sup>4</sup> Методические указания по разработке правил использования водохранилищ, утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 26.01.2011. № 17.

во всех имеющихся проектах «Правил...» гарантированная отдача в каждой режимной зоне задается фиксированной величиной, постоянной по всем месяцам зимнего периода.

В таком режиме ГЭС Ангаро-Енисейского каскада никогда не работали и, очевидно, не должны работать в предстоящий период. Их потенциальные регулирующие возможности должны использоваться в полном объеме для решения задач обеспечения сбалансированности, надежности, экономичности функционирования Объединенной энергосистемы Сибири. Соответственно, требуется дополнить проекты «Правил...» положениями, регламентирующими порядок реализации потенциальных регулирующих возможностей ГЭС в объемах, определяемых требованиями энергосистемы. Необходимо также внести изменения в действующие Методические указания по разработке «Правил...». В общем случае требования энергетики к режимам генерирующих объектов энергосистем, в том числе и ГЭС, достаточно полно изложены в «Правилах технологического функционирования электроэнергетических систем»<sup>5</sup>.

### **О критериях эффективности оптимального управления ГЭС в рыночных условиях**

В энергетике страны дореформенного периода основным критерием оптимального управления функционированием и развитием энергосистем являлся максимум народнохозяйственной эффективности. На уровне управления режимами работы ГЭС применялись такие критерии, как максимум годовой выработки электроэнергии и максимум гарантированной мощности ГЭС.

С появлением в стране негосударственных форм собственности трансформировались критерии оценки эффективности:

- эффективность с позиции интересов национального хозяйства страны в целом (общественная эффективность);
- коммерческая (финансовая) эффективность субъектов негосударственных форм собственности.

В области энергетики критерий общественной эффективности управления режимами энергосистем определен Постановлением

---

<sup>5</sup> Постановление Правительства РФ от 13 августа 2018 г. № 937 «Об утверждении правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ».

Правительства РФ № 937<sup>6</sup>: минимизация суммарных затрат покупателей электрической энергии.

Обоснование режимных параметров гидроэлектростанций при выполнении проектов «Правил...» осуществляется с применением тех же критериев оптимизации режимов, что и в дореформенной энергетике: максимум годовой выработки электроэнергии и максимум гарантированной мощности ГЭС. Однако применение для гидроэлектростанций вышеизложенных критериев оптимизации режимов нуждается в дополнительном обосновании. В Отчете о НИР за 2018 г. [Отчет..., 2018] высказано суждение, что для каждой ГЭС нужно проводить специальное исследование эффективности использования регулирующих возможностей для решения общесистемных задач.

Группой компаний «EN+ Group» в настоящее время выполняется комплексное исследование, имеющее целью установить влияние режимных энергетических параметров ГЭС Ангаро-Енисейского каскада на уровни конкурентных цен оптового рынка и, соответственно, на величины суммарных затрат покупателей электроэнергии. Результаты расчетов позволят оценить эффективность применения каждого из этих критериев: их влияние на общественную эффективность функционирования оптового рынка электроэнергии, а также коммерческую эффективность гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского каскада.

## Литература

*Мостовенко М. С.* Между экологией и гидроэнергетикой: роль экспертного мнения в советских гидроэнергетических проектах во второй половине 1950-х – первой половине 1960-х годов (на примере Нижне-Обской и Нижне-Волжской ГЭС) // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2021. № 3 (72). С. 29–40.

Отчет о НИР «Оценка связи (влияния) уровня режима озера 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». Институт водных проблем РАН, 2015.

Отчет о НИР «Разработка научно обоснованных предложений по повышению устойчивости состояния водохозяйственной системы в бассейне реки Ангара». Иркутский научный центр СО РАН, 2018.

*Сутурин С. Б.* Взаимодействие хозяйственного механизма с охраной окружающей среды: исторический опыт и проблемы Ангаро-Енисейского региона (1960–1990 гг.) // Омский научный вестник. 2011. № 1 (95). С. 13–16.

Янюшкин С. А., Кудашкин В. А. Природопользование в новом районе освоения 1950–1980 годов (по материалам молодых городов Приангарья) // Омский научный вестник. 2006. № 10 (50). С. 111–114.

Статья поступила 27.05.2022

Статья принята к публикации 29.05.2022

**Для цитирования:** Колмогоров В. В., Халыпин Л. Е. Иркутская ГЭС и Ангаро-Енисейский каскад ГЭС в энергетике Сибири. Пути повышения эффективности // ЭКО. 2022. № 8. С. 44–53. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-8-44-53

## Summary

**Kolmogorov, V.V.,** *Cand. Sci. (Econ.). E-mail: vv.kolmogorov@gmail.com*  
*Executive Director of ICPAO EN+GROUP,*

**Khalyapin, L.E.,** *Cand. Sci. (Technical). E-mail: Leh45@mail.ru*  
*Independent expert, Moscow*

### **Irkutskaya Hydroelectric Power Plant and the Angaro-Yenisei Cascade of Hydroelectric Power Plants in the Siberian Power Industry. Ways to Increase Efficiency**

**Abstract.** The paper considers the role of the Angaro-Yenisei HPP cascade in the power supply of Siberia, the place of the Irkutsk HPP and the Baikal water complex in this system. During the existence of the latter, the priorities of water use and approaches to assessing the effectiveness of management of its regimes have changed. According to the authors, the discussion of problems of optimal use of water resources of Lake Baikal has exhausted its possibilities. Authorities of the Russian Federation initiated a comprehensive study to determine scientifically based requirements for the management of water resources of Lake Baikal, taking into account the conditions of functioning of the Baikal ecosystem, the downstream facilities of the Irkutsk hydroscheme and the main water users, including the power industry.

**Keywords:** *hydropower plants; Siberian power system; Baikal water management complex; water use priorities; Baikal level regulation; management efficiency*

## References

Mostovenko, M.S. (2021). Between ecology and hydropower: the role of expert opinion in Soviet hydropower projects in the second half of the 1950s – first half of the 1960s (on the example of the Nizhne-Obskaya and Nizhne-Volzhsкая hydropower stations). *Vestnik of Surgut State Pedagogical University*. No. 3 (72). Pp. 29–40. (In Russ.).

*Report on research “Assessment of connection (influence) of the level regime of Lake Baikal (Irkutsk reservoir) with its ecological state and modern social and economic requirements of the region in conditions of extremely high and extremely low water content.* (2015). Analysis of normative legal bases of flow regulation and proposals for their improvement”. Institute of Water Problems of RAS. (In Russ.).

*Report on the research “Development of science-based proposals to improve the sustainability of the water management system in the Angara River basin”.* (2018). Irkutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

Suturin, S.B. (2011). Interaction of Economic Mechanism with Environmental Protection: Historical Experience and Problems of the Angara-Yenisei Region (1960–1990). *Omsk Scientific Bulletin*. No. 1 (95). Pp.13–16. (In Russ.).

Yanyushkin, S.A., Kudashkin, V.A. (2006). Nature management in the new area of development in 1950–1980 (on materials of young cities of the Angara region). *Omsk Science Bulletin*. No. 10 (50). Pp. 111–114. (In Russ.).

**For citation:** Kolmogorov, V.V., Khalyapin, L. E. (2022). Irkutskaya Hydroelectric Power Plant and the Angaro-Yenisei Cascade of Hydroelectric Power Plants in the Siberian Power Industry. Ways to Increase Efficiency. *ECO*. No. 8. Pp. 44–53. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-8-44-53