

УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ И СУЩЕСТВУЮЩИХ ПЛОТИННЫХ ГЭС

С. Г. Шапхаев,
Восточно-Сибирский государственный
университет технологий и управления,
Улан-Удэ, Россия,
ОО «Бурятское региональное объединение по Байкалу»,
Улан-Удэ, Россия,
shapsg@gmail.com

Учет изменений климата и климатической адаптации при проектировании и эксплуатации плотинных ГЭС рассматривается на основе природоохранных требований и законодательства о безопасности гидротехнических сооружений.

CLIMATIC FACTORS ACCOUNTING FOR DESIGNED AND EXISTING HPPS

S. G. Shapkhaev,
East-Siberian State University of Technology and Management
NGO «Buryat Regional Union for Lake Baikal»,
Ulan-Ude, Russia,
shapsg@gmail.com

Accounting for climate change and climate adaptation in the design and operation of hydroelectric dams are considered on the basis of environmental regulations and legislation on safety of hydrotechnical buildings.

Рассмотрим вопросы учета климатических факторов на примере Байкало-Ангара-Енисейской водохозяйственной системы. Несмотря на уникальность вышеназванной системы, многие аспекты этой проблемы характерны для каскада ГЭС на других крупных реках России.

Учет климатической адаптации

Ангара-Енисейский каскад ГЭС включает Саяно-Шушенскую, Майнскую и Красноярскую ГЭС на реке Енисей, Иркутскую, Братскую, Усть-Илимскую ГЭС, строящуюся Богучанскую ГЭС и проектируемые Нижнебогучанскую и Мотыгинскую ГЭС на реке Ангаре, образуя вместе с озером Байкал единую Байкало-Ангара-Енисейскую водохозяйственную систему (в дальнейшем – БАЕВС).

БАЕВС – уникальная, технически сложная водно-энергетическая система с ГТС 1-го класса опасности. По числу людей, которые могут погибнуть и пострадать, размеру ущерба природе и хозяйству территорий, убыткам владельцам ГТС БАЕВС, безусловно, относится к объектам с повышенным уровнем социально-экономической ответственности и с федерального масштаба последствиями возможных гидродинамических аварий и разрушений плотин. Более половины генерирующей мощности объединенной энергосистемы Сибири составляют гидроэлектростанции, что определяет ее зависимость от сложных гидрологических режимов рек Сибири, в том числе Ангара-Енисейского бассейна, включающего территорию сопредельной Монголии.

Проблемы строящихся и проектируемых ГЭС в БАЕВС в той или иной степени являются типичными для всего гидроэнергетического комплекса России.

По данным Всемирной комиссии по высоким плотинам, почти половина всех разрушений плотин происходит при переливе через гребень сооружения, причиной которого является неправильная оценка максимального паводка и, как следствие, рассчитанные на ее основе недостаточные величины пропускной способности гидротехнических сооружений и аккумулирующей емкости водохранилища, а также несвоевременная или недостаточная предупредительная сработка водохранилищ. Поэтому за последнее десятилетие во всем мире ужесточились требования к безопасному пропуску высоких вод через высокие плотины. Крупнейшая за всю историю гидроэнергетики России авария на Саяно-Шушенской ГЭС в августе 2009 года лишь подтвердила актуальность этой проблемы для всего гидроэнергетического комплекса страны. Это первый серьезный звонок.

Гидрологические режимы рек Ангаро-Енисейского бассейна со времени проектирования гидроузлов БАЕВС в 50–70-е годы прошлого столетия изменились в связи изменением климата, трансформацией водосборных поверхностей в результате урбанизации, вырубкой лесов и лесными пожарами, а также с проявлением эффекта зарегулированности каскада ГЭС и озера Байкал для хозяйственных нужд. В период проектного обоснования параметров гидроузлов (на основе расчетов безопасного пропуска расчетных максимальных паводков) ряды гидрологических наблюдений были слишком короткими и не могли учитывать многолетнюю гидрологическую изменчивость и цикличность. Предполагалось, что характеристики гидрологического режима рек, в том числе максимальные расходы воды и объемы стока, будут оставаться неизменными на протяжении всего жизненного цикла ГЭС. Но эта гипотеза не подтвердилась, величины и повторяемость максимального стока на реках бассейна Енисей увеличились на 50–60% за последние 25–30 лет [1].

В результате на всех функционирующих и проектируемых гидроузлах БАЕВС риски возникновения техногенных аварий больше, чем законодательно установленные, так как пропускные способности ГЭС БАЕВС меньше, чем требуется по современным техническим регламентам безопасного пропуска расчетных максимальных паводков.

Обозначим в первом приближении проблему введения пропускной способности ГЭС в соответствии с требованиями современных технических регламентов вследствие изменившихся гидрологических режимов рек как проблему климатической адаптации ГЭС, поскольку на практике отделить влияние климатических изменений от влияния антропогенной трансформации ландшафтов водосбора на гидрологический режим рек весьма затруднительно.

При такой постановке вопросы учета климатической адаптации ГЭС, обеспечивающей приемлемый уровень их безопасности, сводятся к трем задачам:

1. Статистическая оценка величин паводков и дождевых паводков редкой повторяемости с учетом изменения климата за последние 25–30 лет;
2. Проектирование достаточной пропускной способности ГЭС и выбор оптимальных режимов предупредительной сработки в период крупных паводков и наводнений, обеспечивающих необходимый уровень экологической безопасности ГЭС на основе требований современных технических регламентов;
3. Эффективный контроль за выполнением «Правил использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС» и утвержденных рабочих графиков сработки водной массы в верхнем бьефе, содержащихся в «Правилах технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ ГЭС», где вопросы климатической адаптации ГЭС учтены.

Климатическая адаптация существующих ГЭС базируется на неукоснительном соблюдении технических регламентов, определяющих безопасность зданий и сооружений, в том числе безопасность ГЭС, и имеющих статус нормативно-правовых актов прямого действия. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» ввел в действие «Перечень национальных стандартов и сводов правил», утвержденный распоряжением Правительства РФ от 21.06.2010 № 1047-р, применение которых обеспечивает соблюдение требований этого закона.

В этот перечень входят строительные нормы и правила, по которым обосновываются основные параметры гидроузлов и режимы их безопасной эксплуатации, а именно СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования» и дополняющий его свод правил СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

Обязательность учета климатических факторов на этапе проектирования ГЭС обеспечивается основными принципами природоохранного и градостроительного законодательства, а также ст. 19 Федерального закона «О безопасности ГЭС».

При этом требования проведения общественных обсуждений в рамках процедуры ОВОС являются обязательными для объектов государственной экспертизы федерального уровня, к каковым относятся крупные плотинные ГЭС, и позволяют организовать общественный экологический контроль за соблюдением требований безопасности ГЭС при проектировании [2].

Учет изменений климата

Как правило, при проектировании крупных плотинных ГЭС изменения климата прогнозируются на локальном микроклиматическом уровне в полосе шириной до 10 км от береговой линии образовавшихся водохранилищ. В отдельных случаях оценивается из-

менение углеродного баланса вследствие лесоочистки и лесосводки древесно-кустарниковой растительности и затопления части лесных экосистем при образовании водохранилищ и влияние этих изменений на парниковый эффект [3]. Вместе с тем согласно современным исследованиям нарушения гидрологических циклов речного стока вследствие строительства гигантских плотинных ГЭС на реках, впадающих в Северный Ледовитый океан, оказывают влияние на климатические характеристики Арктической климатической системы в региональном и глобальном масштабах [4,5]. Учет этих климатических изменений базируется на концепции **ключевых уязвимых элементов (key vulnerabilities)** климатической и социально-экономической систем [4], которую разработала Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в ходе работы над Четвертым оценочным докладом в период с 2002 по 2007 год (в дальнейшем – ОД-4). Это такие элементы – системы или же процессы, – существенное изменение которых признается нежелательным мировым сообществом. **Ключевые уязвимые элементы** климатической системы обладают высокой чувствительностью к изменению климата, низкой способностью к адаптации и общепризнанной важностью для процесса принятия решений в области регулирования антропогенного влияния на климатическую систему. Среди ключевых уязвимых элементов, последствия изменения которых могут иметь глобальное значение, ОД-4 указывает на биогеохимические циклы, Североатлантическую термохалинную циркуляцию, Гренландский и Западно-Антарктический ледниковые щиты, процессы, приводящие к экстремальным гидрометеорологическим явлениям, уникальные экосистемы.

Если биогеохимические циклы, связанные с процессами фотосинтеза в экосистемах и определяющие потоки основных парниковых газов между экосистемами и атмосферой, выполняют углеродную функцию биосферы Земли и влияют через концентрацию парниковых газов в атмосфере на глобальные характеристики климата, то действие североатлантической термохалинной циркуляции, расположенной в энергоактивной зоне в месте столкновения теплых вод Гольфстрима и холодного Лабрадорского течения, ощущается прежде всего на региональном уровне как разновидность биогеофизических функций биосферы Земли и при больших масштабах изменений может перейти на глобальный уровень воздействия на климатическую систему нашей планеты.

Сток сибирских рек, в значительной мере Енисея, в Арктический бассейн формирует верхний распресненный слой и халоклин (слой скачка солёности) в Северном Ледовитом океане, блокирующий поступление тепла глубинных атлантических вод к нижней границе арктического ледяного покрова. Взаимосвязь речного стока и теплообмена в системе океан – ледяной покров – атмосфера является одним из климатообразующих факторов в высоких и умеренных широтах северного полушария. Соответственно долговременное уменьшение уровня воды в озере Байкал и расхода реки Ангара,

обеспечивающей около 60% расхода Енисея, оказывает влияние на суммарный речной сток в Арктический бассейн и изменения климата. Поэтому важным аспектом адаптации к процессам потепления климата на масштабах последних 60-ти и 30-ти лет является сохранение водных ресурсов бассейна озера Байкал и сибирских рек а так же предотвращение бесконтрольной вырубки леса, являющегося важным регулирующим фактором как в гидрологической системе, так и в балансе парниковых газов. Кроме этого, прослеживается взаимосвязь между изменениями речного стока и процессами теплообмена в системе океан – ледяной покров – атмосфера (индексы североатлантической циркуляции) на более коротких масштабах времени с периодом колебаний 5–7 лет. На этих масштабах времени определенное влияние оказывает внутригодовое антропогенное перераспределение речного стока, благодаря действию плотинных ГЭС (зимой сток увеличивается, а летом – уменьшается).

Влияние пресного стока рек на положение кромки арктического льда с учетом эффектов термохалинной циркуляции исследовалось достаточно давно. Однако экспериментальное подтверждение влияния речного стока на изменение климата и оценка антропогенного вклада в этот процесс по данным длительных рядов гидрометеорологических наблюдений было получено сравнительно недавно.

В работе [6] на основе анализа трендов расходов рек бассейна Енисея и атмосферных осадков по длительным рядам наблюдений была выдвинута гипотеза о наличии связи между изменчивостью регионального климата и изменением расхода реки Енисей в результате строительства Ангаро-Енисейского каскада ГЭС. Однако количественное подтверждение наличия подобных связей было получено в работе [7], где по данным длительных рядов гидрометеорологических наблюдений на основании статистического анализа климатических трендов расходов р. Амур и атмосферных осадков было выявлено значимое влияние речного стока на изменение климата и дана оценка антропогенного вклада в этот процесс в связи с постройкой Зейской ГЭС и нарушенностью водосборной территории реки Амур под влиянием хозяйственной деятельности [7].

Общеизвестна стабилизирующая роль лесов в поддержании естественного гидрологического режима речных систем. Если ранее в задачах изменения климата роль лесов рассматривалась исключительно через призму парникового эффекта и основное внимание уделялось их депонирующей способности поглощать двуокись углерода, то в настоящий момент появляется возможность учитывать их экосистемные функции (в первую очередь водорегулирующие и водоформирующие) в приложении к задачам климата через механизмы обратных связей в климатической системе [8]. Речь идет преимущественно о бореальных (таежных) лесах Арктического бассейна, около 60% процентов которых находятся на территории России (ФАО, 2005), остальные – на территории Скандинавских стран, США и Канады.

Таким образом, основными климаторегулирующими факторами, влияющими на североатлантическую термохалинную циркуляцию, являются речной сток и экосистемы бореальных и притундровых лесов, обеспечивающие стабильность естественных гидрологических циклов рек Арктического бассейна.

При оценке возможных последствий строительства новых и эксплуатации существующих ГЭС в Арктическом бассейне необходимо учитывать и минимизировать их негативное влияние на климатическую систему Арктики. Это можно обеспечить:

на международном уровне – через создание финансово-экономических механизмов в пост-киотских соглашениях РКИК ООН, Конвенции по биоразнообразию ООН и Водной конвенции ЕЭК ООН/The Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes (UNEC Water Convention);

на федеральном уровне – через включение требований по сохранению климаторегулирующих функций в процедуры ОВОС, государственной и экологической экспертиз, федеральных программ социально-экономического развития (СЭР) и Плана по реализации Климатической доктрины РФ;

на региональном и муниципальном уровнях – через включение в региональные и муниципальные программы СЭР и Планы мероприятий по реализации Климатической доктрины РФ.

Выводы

1. Изменение гидрологических режимов крупных рек России за последние 25–30 лет вследствие изменений климата делает актуальным пересчет пропускной способности гидротехнических сооружений для безопасного пропуска расчетных максимальных паводков через плотинные ГЭС на этих реках на основе современных технических регламентов.
2. Необходимо при законодательном регулировании работы ГЭС в БАЕВС учесть как вопросы климатической адаптации режима работы ГЭС, так и необходимость минимизации влияния намечаемой хозяйственной деятельности на ключевой уязвимый элемент климатической системы Арктики – североатлантическую термохалинную циркуляцию.
3. Климаторегулирующие функции природных экосистем являются одним из ключевых факторов формирования климата Земли. Будущий климатический сценарий и возможности адаптации социума к нему во многом будут определяться способностью человечества сохранить функции

экосистем по регуляции глобального и регионального климата и смягчению разрушительной силы чрезвычайных природных ситуаций, а также снижению ущерба от них.

Литература

1. Шапхаев С. Г., Мартынова А. М., Пономарев В. И. О неотложных мерах обеспечения гидрологической безопасности плотинных ГЭС (на примере Ангаро-Енисейского каскада ГЭС) / Доклад на выездном заседании Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека 26–27 сентября 2011 г. в пос. Белокуриха Алтайского края. http://www.president-sovet.ru/regional_projects/meeting_in_belokurikha_altai/verbatim_report/
2. Шапхаев С. Г. Особенности нормативно-правового регулирования участия общественности в проектах строительства плотинных ГЭС. Реки Сибири: материалы V Международной конференции (г. Томск, 16–18 апреля 2010 г.) – Томск: Дельтаплан, 2010. С. 111–114.
3. Богучанская ГЭС мощностью 3000 МВт. Отчет «Социальная и экологическая оценка в рамках банковского ТЭО». Исполнители: Центр по экологической оценке «Эколайн» (Москва). SE Solutions (South Africa). Москва, 2007. С. 168–183.
4. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 2 «Последствия изменения климата». М.: Росгидромет, 2008. С. 285–287. <http://climate2008.igce.ru/v2008/v2/3.4.pdf>
5. Пономарев В. И., Шерстянkin П. П., Куимова Л. Н., Шапхаев С. Г. Взаимосвязи между региональными изменениями климата в бассейне водосбора озера Байкал, других районах Азиатско-Тихоокеанского региона и Арктике. Меры по адаптации // Глобальные и региональные проблемы устойчивого развития мира. Материалы международной конференции кафедры ЮНЕСКО. Улан-Удэ, 2010. С. 197–198. http://fsdejournal.ru/pdf-files/2010_2/Ponomarev-2010-2.pdf
6. Daqing Yang, Baisheng Ye, Douglas Kane. Stream flow changes over Siberian Yenisei River Basin, Journal of Hydrology, 2004.
7. Ponomarev V.I., Kaplunenko D.D., Krokhin V.V., Ishida H. Seasonality of climate change in the North Hemisphere Asian Pacific // Proc. Symp. 2.1, 20th Pacific Science Congress “Adaptation of Asia Pacific to Global Change”, March 17–21, 2003. Bangkok, Thailand, 2003. P. 55–66.
8. Шапхаев С. Г. О климаторегулирующих функциях бореальных лесов и речных экосистем в Арктическом бассейне. Меры по адаптации и снижению рисков // Глобальные и региональные проблемы устойчивого развития мира. Материалы международной конференции кафедры ЮНЕСКО. Улан-Удэ, 2010. С. 198–207. http://fsdejournal.ru/pdf-files/2010_3/Shapkhayev-3-2010.pdf