



РусГидро

НИИЭС

Акционерное общество «НИИЭС»

Строительный проезд, 7А
г. Москва, 125362, Российская
Федерация

т.: +7 (495) 4935132

ф.: +7 (495) 3635651

info@niies.ru

www.niies.rushydro.ru

от 31.07.2019 № 473

на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

АО «НИИЭС»,

Доктор технических наук

О.Д. Рубин

2019 г.



ОТЗЫВ

Ведущей организации на диссертационную работу
Мардиханова Айрата Ханифовича

«Моделирование и оптимизация среднесрочных и краткосрочных режимов функционирования гидроэнергетических систем»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

На отзыв представлена диссертационная работа, изложенная на 148 страницах машинописного текста и состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы (112 источника) и двух приложений. Работа содержит 53 рисунка и 12 таблиц.

Актуальность темы выполненной работы

Работа гидроэнергетического комплекса не ограничивается интересами исключительно энергетической системы (выработка электроэнергии, регулирование частоты электрического тока, покрытия переменной части графиков нагрузки и регулирования напряжения путем выработки реактивной мощности в режиме синхронного компенсатора и др.), оно имеет многоцелевое использование. В рамках деятельности гидроэнергетической системы в том числе обеспечиваются интересы следующих систем: экологии, сельского хозяйства, коммунального и промышленного водоснабжения, речного транспорта (грузового и пассажирского), рыбного хозяйства и др.

В данных условиях обеспечение минимального вредного воздействия гидроэнергетического комплекса на водохозяйственные

системы и окружающую среду имеет высокую степень сложности. Ошибки в расчетах могут иметь значительные отрицательные последствия как для водохозяйственной среды, так и для энергетической отрасли.

Исследования в области минимизации вредного воздействия эксплуатации гидроэнергетического комплекса на окружающую среду, и при этом обеспечение ключевых потребностей единой энергетической и водохозяйственной системы России в настоящее время крайне востребованы. Тема диссертационной работы «Моделирование и оптимизация среднесрочных и краткосрочных режимов функционирования гидроэнергетических систем» представляется актуальной и важной для науки и практики.

Общая характеристика работы

Во введении определены основная цель и направление исследований, обоснованы актуальность и важность поиска оптимальных режимов работы гидроэнергетической системы в условиях обеспечения потребностей энергетических и водохозяйственных систем, а также оптимальных краткосрочных режимов работы гидроэлектростанций в условиях ОРЭМ. Формулируются положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации проведено описание общих принципов функционирования гидроэнергетического комплекса, а также его влияние на экологические, энергетические и водохозяйственные системы.

Представлены существующие решения в области оптимизации среднесрочных режимов работы гидроэнергетических систем и внутристанционной оптимизации краткосрочных режимов работы ГЭС.

Проведен анализ ключевых проблем формирования режимов работы гидроэнергетических систем.

Во второй главе выполнена разработка методики формирования среднесрочных режимов функционирования гидроэнергетического комплекса с учетом компромиссного удовлетворения интересов участников ВХК.

Проведено описание объекта моделирования и структуры модели функционирования гидроэнергетической системы Волжско-Камского каскада ГЭС. Рассмотрены ключевые условия оптимальности водообеспечения участников водохозяйственного комплекса.

К тому же подробно описан метод последовательных уступок и алгоритм расчета среднесрочных режимов функционирования гидроэнергетического комплекса. Задача оптимального распределения стока между гидроузлами в детерминированной постановке сводится к определению такого среднесрочного режима функционирования гидроэнергетической системы, при котором реализуются максимально возможное количество условий оптимальности участников

водохозяйственной деятельности (ранжированное по важности) и соблюдаются заданные режимные ограничения.

В третьей главе выполнена разработка методики, алгоритмов и программы формирования оптимальных краткосрочных режимов функционирования ГЭС. Целью — моделирования и оптимизации краткосрочного режима является максимизация прибыли при дифференцированной цене на электроэнергию (оптовый рынок электроэнергии и мощности) с учетом существующих ограничений и допущений, а также непрерывного контроля за комбинаторным рассогласованием лопаток направляющего аппарата с лопастями рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины.

В качестве примера моделирования и оптимизации краткосрочных режимов функционирования гидроэлектростанции использовалась Нижнекамская ГЭС, которая входит в Волжско-Камский каскад и находится на водном пути между Жигулевской ГЭС и Воткинской ГЭС.

В четвертой главе проведено описание разработанного программного комплекса, который состоит из 2-х модулей: модуль расчета режимов функционирования гидроэнергетического комплекса и модуль расчета краткосрочных режимов работы ГЭС. Доступ к программному комплексу предоставлен из любого web браузера по адресу <http://hydrocascade.com>.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

В приложениях приведены акты использования и реализации трудов и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Значимость результатов для развития соответствующей отрасли науки, научная новизна

Полученные диссертантом результаты являются реальным вкладом в развитие вопросов оптимизации режимов работы гидроэнергетического комплекса в условиях обеспечения потребностей энергетических и водохозяйственных систем.

Для организаций и специалистов, работающих в области повышения эффективности эксплуатации гидроэнергетических систем, теоретическую и практическую значимость представляют следующие результаты диссертационного исследования, характеризующие также его научную новизну:

1. Разработана методика и алгоритм поиска компромиссных решений по формированию среднесрочных режимов функционирования гидроэнергетической системы в условиях наличия неопределенного количества требований участников водохозяйственного комплекса.

2. Разработана методика и алгоритмы оптимального планирования суточной нагрузки ГЭС с учетом функционирования оптового рынка электроэнергии и мощности.

3. Разработана методика и алгоритм прогноза уровня нижнего бьефа гидроузлов на основании непрерывной калибровки существующих характеристик по данным телеметрических измерений.

4. Разработан метод и алгоритм непрерывного контроля комбинаторного рассогласования лопаток направляющего аппарата с лопастями рабочего колеса поворотно-лопастных гидротурбин.

Разработанные методики могут быть использованы генерирующими компаниями и организациями, выполняющими расчеты режимов работы гидроэнергетических систем для принятия взвешенных решений по установлению краткосрочных и среднесрочных режимов функционирования каскада ГЭС.

Практическая значимость работы

К основным практическим результатам работы можно отнести разработанный программный комплекс формирования режимов функционирования гидроэнергетических систем, который используется в АО «Татэнерго» и Министерстве экологии и природных ресурсов Республики Татарстан для подготовки предложений к заседаниям межведомственной рабочей группы по формированию режимов работы ГЭС Волжско-Камского каскада при Федеральном агентстве водных ресурсов. Расчеты краткосрочных (суточных) режимов работы Нижнекамской ГЭС (филиал АО «Татэнерго») проводятся в АО «Татэнерго» на ежедневной основе. Среднегодовой экономический эффект от реализации автором рационализаторских предложений, функционирующих на основании разработанных в диссертационной работе методик, составляет ~ 102,85 млн. рублей ежегодно.

Степень достоверности и апробация результатов

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации обоснованы данными, полученными при проведении расчетов режимов работы Волжско-Камского каскада ГЭС. Достоверность проведенных исследований подтверждается корректным использованием математического аппарата и средств разработки программного обеспечения.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на Региональной конференции по диспетчеризации в электроэнергетике (Казань, 2011), на Всероссийской конференции «Тинчуринские чтения» (Казань, 2012), на межрегиональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых

«Камские чтения» (Набережные Челны, 2010), на международной научно-практической конференции «Энергосбережение, электромагнитная совместимость и качество в электрических системах» (Пенза, 2011), на XV Международном симпозиуме «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение» (Казань, 2015), на молодежной научно-практической конференции ОАО «Генерирующая компания» - 2015 (г. Казань, 2015г.), на молодежной научно-практической конференции АО «Татэнерго» - 2017 (Казань, 2017), на XXV международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (Москва, 2019), на XIV Всероссийской (Международной) научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2019» (Иваново, 2019).

По материалам исследований опубликовано 15 печатных работ, в том числе 1 статья в журнале, индексируемым в международных базах данных SCOPUS и Web of Science, 7 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 монография, 5 публикаций в прочих изданиях и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Разработанные технические решения апробированы на практике в АО «Татэнерго» и Министерстве экологии и природных ресурсов Республики Татарстан.

Соответствие паспорту специальности 05.14.01

Диссертационная работа и автореферат соответствуют паспорту специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы» по следующим пунктам:

п.1 – разработка научных основ исследования общих свойств, создания и принципов функционирования энергетических систем и комплексов, фундаментальные и прикладные системные исследования проблем развития энергетики городов, регионов и государства, топливно-энергетического комплекса страны;

п.3 – использование на этапе проектирования и в период эксплуатации методов математического моделирования с целью исследования и оптимизации структуры и параметров энергетических систем и комплексов и происходящих в системах энергетических процессов.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные в данной диссертационной работе методики могут быть использованы при формировании среднесрочных режимов работы гидроэнергетических комплексов каскада ГЭС. Стоит отметить, что разработанные методики одинаково эффективно оптимизируют режимы

работы гидроэнергетических систем вне зависимости от количества и мощности входящих в данные системы гидроэлектростанций.

К тому же разработанная методика формирования краткосрочных режимов работы ГЭС может применяться для любых ГЭС, в том числе не каскадного типа.

Разработанный программный продукт, функционирующий по адресу <http://hydrocascade.com>, имеет особенность быстрой интеграции в существующие бизнес-процессы генерирующих компаний, эксплуатирующих гидроэлектростанции.

Вопросы и замечания по диссертации

– Страница 62 п.2.5.3 главы 2. Отсутствует описание фактического выбора длительности расчетных интервалов при формировании режимов функционирования Волжско-Камского каскада ГЭС.

– Страница 62 п.2.5.3 глава 2. Отсутствует описание нумерации ГЭС Волжско-Камского каскада. Не ясно каким образом осуществляется нумерация ГЭС по Верхневолжскому и Камскому каскаду в контексте всего Волжско-Камского каскада.

– Страница 62 п.2.5.3 главы 2. Отсутствует описание источника получения прогнозных данных по приточности воды в Волжско-Камский каскад, а также принцип разбиения прогнозных данных на расчетные интервалы.

– Страница 84 п.3.3.1 глава 3. Допустимое колебание уровня Нижнекамского водохранилище в навигационный период составляет 30 см., в межнавигационный период 60 см. Автор указал 20 см.

– Страница 88 п.3.3.1 глава 3. В тексте описано, что наиболее оправданным с практической точки зрения является диапазон интервала нижнего бьефа в 10 сантиметров. При этом на рисунке 3.6. приведен графический интерфейс программного продукта с диапазоном 5 см.

Указанные замечания не снижают ценности работы и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования.

Заключение по работе

Рецензируемая работа характеризуется научной новизной и обоснованностью полученных и сформулированных в «Заключении» диссертационной работы положений. Работа обладает как теоретической, так и практической значимостью и может быть использована для формирования среднесрочных режимов работы гидроэнергетических систем.

Представленная к защите диссертационная работа отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24

сентября 2013 г. №842, а ее автор Мардиханов Айрат Ханифович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждены на расширенном заседании научного семинара Волгоградского филиала АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений», протокол № 1 от «22» июля 2019г.

Директор Волгоградского филиала АО
«Научно-исследовательский институт
энергетических сооружений»,

кандидат технических наук  Мажбиц Геннадий Леонидович

« 26 » июля 2019г.

Рубин Олег Дмитриевич, доктор технических наук, генеральный директор
АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений»
Адрес: Россия, 125362, г. Москва, а/я 393, Строительный проезд, дом 7А
Тел/Факс: +7(499) 493-51-32; +7(495) 363-56-51
E-mail: info@niies.ru

*Подпись Директора Волгоградского
филиала АО «НИИЭС»
Мажбица Геннадия Леонидовича
удостоверяю.
Секретарь-референт отдела заседания С.И.
26 июля 2019г.*

