

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Худжасаидова Джахонгира Худжасаидовича «Анализ и планирование режимов электроэнергетических систем с каскадом гидроэлектростанций (на примере электроэнергетической системы Памира)», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

1. Структура и объём диссертации

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет». Состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего 114 наименований, и девяти приложений. Диссертация изложена на 183 страницах машинописного текста, содержит 45 иллюстраций и 19 таблиц.

2. Актуальность темы диссертации

Всё основное оборудование электроэнергетических систем (ЭЭС): генераторы, трансформаторы (автотрансформаторы), линии электропередачи (ЛЭП) и др. непрерывно взаимосвязано единым процессом производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии. Поэтому любая современная ЭЭС представляет собой сложную динамическую, нелинейную и многопараметрическую систему.

Ввиду отмеченной специфики ЭЭС их проектирование, исследование и эксплуатация являются нетривиальными задачами, а их актуальность с течением времени не снижается, о чем свидетельствует значительное количество работ в этой области российских и зарубежных учёных. Одна из конкретных подзадач – оптимизация и прогнозирования режимов работы ЭЭС. Наличие в ЭЭС возобновляемых источников энергии, в том числе ГЭС, существенно усложняет её решение. Это связано с непостоянством и неопределённостью природных явлений и ресурсов, являющихся первичным энергоносителем, и, как следствие, значительным количеством влияющих факторов, которые необходимо учесть. Одним из наиболее перспективных подходов к решению указанной проблемы является имитационное моделирование.

В связи с вышесказанным, можно с уверенностью говорить, что диссертационная работа, посвященная разработке методов и средств анализа и планирования режимов ЭЭС с каскадом гидроэлектростанций, позволяющих исследовать свойства энергосистемы с учётом фактора времени и повысить эффективность её функционирования, является актуальной.

3. Оценка содержания диссертации

Во введении обосновывается актуальность проведённых в диссертации исследований, выбраны объект и предмет исследования. Сформулированы цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, указаны положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации посвящена анализу существующих решений в задачах управления режимами работы ЭЭС с включенными в их состав ГЭС. Показана роль прогнозирования электропотребления и оптимизации в таких задачах. Обосновано использование возможностей имитационного моделирования для ЭЭС Памира с учетом ее особенностей.

Во второй главе выполнен анализ основных методов оптимизации. Сформулированы задачи оптимизации для ЭЭС Памира с учетом ее специфики и свойств. Описано разработанное автором программное средство для оптимизации режимов работы ГЭС в составе энергосистемы посредством перераспределения нагрузки между гидроагрегатами как внутри станции, так и между гидроузлами каскадных ГЭС.

В третьей главе в соответствии особенностями объекта исследования предложена методика моделирования электропотребления и графиков нагрузки с использованием как типовых для энергетики методов (разложение в ряд Фурье), так и методов искусственного интеллекта.

Четвёртая глава диссертации содержит описание основных блоков разработанной имитационной модели. Выполнен анализ применения адресных расчетов с учётом индивидуальных особенностей управления гидроагрегатами ГЭС.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе. Показано, что решены поставленные задачи, позволяющие достичь цели проведённого исследования.

Приложения содержат дополнительные материалы по работе, акты об использовании результатов, а также государственные свидетельства о регистрации разработанных программ для ЭВМ.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Материалы диссертации и автореферата соответствуют пунктам 1, 6 и 13 области исследования паспорта научной специальности 05.14.02 по техническим наукам.

5. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

6. Методы исследования

В диссертационном исследовании применялись методы математического и имитационного моделирования, оптимизации, регрессионного анализа и временных рядов, а также принципы искусственного интеллекта. Для оценки достоверности полученных результатов выполнялись сопоставительные расчеты в программно-вычислительных комплексах (ПК) RastrWin3, Eurostag, а также на разработанных автором программах.

7. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов

Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов определяется строгой теоретической аргументацией выбора направления исследования, применением теоретических и экспериментальных

методов исследования в рассматриваемой области, подтверждена обсуждением результатов на национальных и международных научно-технических конференциях и семинарах. В связи с вышеизложенным следует считать степень достоверности и обоснованности высокой.

8. Уровень новизны научных положений, выводов и рекомендаций

К научной новизне относятся следующие результаты:

1. Предложена новая постановка задачи планирования режимов ЭЭС с гидроэлектростанциями, учитывающая гидравлические связи каскада в расчёте электрических режимов для эффективного управления энергосистемой.

2. Впервые разработан инструментарий, позволяющий проводить серии имитационных расчетов и принимать решения по анализу и планированию нормальных режимов электроэнергетических систем с каскадом ГЭС.

3. Сформулированы стратегии оптимального управления составом агрегатов ГЭС с учётом дополнительных ограничений и проведен их сравнительный анализ.

4. Предложена оригинальная методика, которая позволяет в условиях малой информативности и специфических свойств потребителей моделировать суточный график нагрузки при различной дискретности и для любого интервала времени.

9. Ценность для науки и практики результатов исследования

Научная значимость результатов диссертации заключается в разработке и реализации структуры имитационной модели, позволяющей проводить контроль режимных параметров ЭЭС с каскадом ГЭС, что обеспечивает оптимальное использование водных ресурсов и повышение эффективности работы ГЭС.

Кроме этого, разработанная модель учёта гидравлических связей каскада ГЭС позволяет формировать управляющие воздействия на гидроагрегаты для повышения эффективности режима ЭЭС.

Предложенная имитационная модель обладает универсальностью и позволяет рассчитывать, анализировать и планировать режимы ЭЭС на различную перспективу с учетом их изменчивости во времени, что является значимым практическим результатом.

10. Отличие выполненных исследований от других работ

Диссертационная работа Худжасаидова Д.Х. отличается от других работ, выполненных в исследуемой области, целостным и всесторонне обоснованным подходом к решению поставленной задачи:

- разработан инструментарий, позволяющий проводить серии имитационных расчетов и принимать решения по анализу и планированию нормальных режимов электроэнергетических систем с каскадом ГЭС;

- предложена оригинальная методика, которая позволяет в условиях малой информативности и специфических свойств потребителей моделировать суточный график нагрузки при различной дискретности и для любого интервала времени.

Работоспособность созданного имитационной модели и её блоков доказана тестированием и экспериментальными исследованиями на примере моделирования процессов электроэнергетической системы Памира.

11. Личный вклад автора

Представленные в диссертационном исследовании результаты, получены преимущественно автором и при его непосредственном участии. Единолично выполнено планирование и проведение экспериментов, результаты которых проанализированы и обобщены в работе. Сформулированные научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выбранные методы диссертационного исследования обоснованы лично автором. В целом личный вклад автора в проведённое исследование составляет не менее 60%. Вклад автора в написание научных публикаций составляет более 60%.

12. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертационной работы опубликовано 21 работа, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для соискателей ученых степеней, а также 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, зарегистрировано два отчета о научно-исследовательской работе.

13. Соответствие полученных результатов поставленной цели и задачам

Полученные результаты соответствуют поставленной цели. Сформулированные задачи решены.

14. Замечания

1. Следовало бы привести использованные математические модели (передаточные функции или систему дифференциальных уравнений) регуляторов гидротурбины. Тяжело анализировать схему, составленную из блоков Eurostag. В таком случае можно было бы исключить приложение В, описывающее назначение этих блоков. В представленном варианте возникает необходимость сначала изучить описание блоков Eurostag, а потом разбираться в моделях.

2. Слабый анализ работ зарубежных авторов. К примеру, в работе [Changbing Zhang; Mengjiao Yang; Jinyao Li. Detailed modelling and parameters optimisation analysis on governing system of hydro-turbine generator unit // IET Generation, Transmission & Distribution, 2018, Volume: 12, Issue: 5, pp. 1045 - 1051] исследовано взаимовлияние гидравлических, механических и электрических факторов на работу гидроэлектростанцию и описана подробная математическая модель для системы управления гидротурбинной. В другой работе [Ricardo M. Lima; Marian G. Marcovecchio; Augusto Queiroz Novais; Ignacio E. Grossmann. On the Computational Studies of Deterministic Global Optimization of Head Dependent Short-Term Hydro Scheduling // IEEE Transactions on Power Systems, 2013, Volume: 28, Issue: 4, pp. 4336 - 4347] рассматривается подход «глобальной» оптимизации краткосрочного планирования для гидроэлектростанций. Известны ли соискателю данные работы?

3. В диссертации соискателем упоминается проблема слабых межсистемных связей и возникающих поэтому трудностей с обеспечением

статической и динамической устойчивости в ЭЭС с ГЭС. Однако далее этот вопрос не рассматривается. Соответственно не понятно, как осуществляемые с помощью разработанных методов и средств оптимизация и прогноз отразятся на устойчивости работы ЭЭС в целом.

4. Не совсем понятно, насколько универсален разработанный подход к оптимизации и прогнозированию.

5. Верификация модели в Eurostag осуществляется по расчетным данным, полученным также в рамках диссертации, что, по мнению рецензента, является некорректным. Общепринятые способы верификации: 1) по реальным данным; 2) по достоверным теоретическим характеристикам, опубликованным в открытых общедоступных источниках.

6. В чем заключается необходимость применения двух ПВК: Eurostag и RastrWin? Почему ПВК Eurostag не использован для расчета методом адресных принципов? Полностью ли модели всех элементов ЭЭС в двух ПВК совпадают?

7. Насколько рецензенту удалось понять, возникает противоречие при установке оптимального режима в ЭЭС при использовании двух методов: по расходу воды и по электрическим потерям. Сказано, что приоритетным выбирается способ по расходу воды, т.к. он обеспечивает наибольшую прибыль. Тогда была ли вообще необходимость рассматривать второй способ, т.е. оптимизации по электрическим потерям?

15. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении учёных степеней»

Диссертационная работа Худжасаидова Д.Х. отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г.

По п.9. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой выполненное автором новое научно обоснованное техническое решение в виде разработанной имитационной модели, позволяющей на основании проведённых расчётов принимать решения по анализу и планированию нормальных режимов электроэнергетических систем с каскадом ГЭС.

По п.10. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются сведения о практической полезности результатов и рекомендации по использованию научных выводов.

По п.11-13. Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях: 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК.

По п.14. Диссертация отвечает требованию указания ссылок на заимствованные материалы или отдельные результаты.

16. Заключение

В целом результаты исследований и полученные выводы доказывают, что диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-технической задачи, имеющей большое научное и прикладное значение для современной электроэнергетики.

Высказанные замечания не опровергают ни научных, ни практических результатов диссертации и не меняют общего положительного мнения о работе.

С учётом вышеизложенного диссертационная работа «Анализ и планирование режимов электроэнергетических систем с каскадом гидроэлектростанций (на примере электроэнергетической системы Памира)» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, а её автор Худжасаидов Джахонгир Худжасаидович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент
заведующий научно-исследовательской
лабораторией «Моделирование
электроэнергетических систем» ФГАОУ ВО
«Национальный исследовательский Томский
политехнический университет»,
кандидат технических наук по
специальности 05.14.02 – Электрические
станции и электроэнергетические системы

**Андреев Михаил
Владимирович**

Сведения:

Полное наименование организации:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Юридический адрес: Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30.

Телефон: +7 (3822) 60-63-33

Эл. адрес: andreevmv@tpu.ru

Должность: заведующий научно-исследовательской лабораторией «Моделирование электроэнергетических систем» Инженерной школы энергетики

Ф.И.О.: Андреев Михаил Владимирович

Подпись М.В. Андреева удостоверяю
Ученый секретарь ТПУ

О.А. Ананьева

Отзыв получен 8 июня 2018 г.
И. Русина А.Т.
С отзывом ознакомлен 8.06.2018 г.
Худжасаидов / Худжасаидов Д.Х.