

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора  
Паламарчука Сергея Ивановича на диссертацию  
Совбан Екатерины Андреевны «РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ  
УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ОБЪЕДИНЕННОЙ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ  
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ БАЛАНСА»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических  
наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и  
электроэнергетические системы

### 1. Актуальность темы диссертации

Использование возобновляемых источников для производства электрической энергии в настоящее время приобретает всё большее значение. Наиболее распространенным среди них является энергия рек. Эксплуатация уже введенных в работу и строительство крупных гидроэлектростанций в России и в странах-лидерах мирового энергетического сообщества, требуют своевременного пересмотра методик планирования работы ГЭС в гидротепловой системе.

Современные условия функционирования Объединенных электроэнергетических систем (ОЭС) претерпели существенные изменения как технологического, так и экономического характера, тем самым подчеркивая актуальность выбранной темы диссертации.

В диссертации приведена методика оценки объема гидроресурсов каскада водохранилищ ГЭС и их эффективного использования на примере существующей ОЭС Сибири в рамках её действующих ограничений.

### 2. Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 111 наименований и пяти приложений. Общий объем работы составляет 170 страниц, включая 14 таблиц и 37 рисунков.

*Во введении* приведено обоснование актуальности выбранной темы диссертации, сформулированы цели и задачи научного исследования, научная новизна полученных результатов, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

*Первая глава* включает обзор этапов развития отечественной электроэнергетической отрасли, анализ свойств рынков электроэнергии и мощности, смысл и задачи планирования электроэнергетических режимов. В главе перечислены используемые при планировании режимов критерии принятия решений и используемая для проведения расчетов исходная информация.

Рассмотрена структура установленной мощности и доля выработки электрической энергии по типам электростанций в Единой

электроэнергетической системе (ЕЭС) России и Объединенной энергосистеме (ОЭС) Сибири.

Во *второй главе* описаны роль и функции ГЭС в ОЭС, а также принципы использования речного стока. В главе приводится классификация водохранилищ по типу регулирования и их возможности в энергосистеме. Делается акцент на необходимость составления балансов электрической энергии и мощности ОЭС, а также на участие ГЭС в их формировании и покрытии графиков нагрузки. В главе поясняется, неопределенность каких параметров усложняет процесс планирования.

*Третья глава* посвящена проведению расчетов водно-энергетических параметров режимов работы ГЭС (каскада ГЭС). По предложенным алгоритмам разработано и реализовано программное обеспечение, используемое для выполнения серий вариантных расчетов водно-энергетического режима работы ГЭС Ангаро-Енисейского каскада, а также для анализа возможности учета массива ограничений участников водохозяйственного комплекса.

В *четвертой главе* приводится универсальная модель пропуска речного стока каскада ГЭС, позволяющая оценить избыток (дефицит) гидроресурсов в годы различной водности с учетом сетевых и водохозяйственных ограничений.

*Пятая глава* включает рассмотрение путей повышения эффективности использования гидроресурсов за счёт ввода новых и вывода на проектные показатели электропотребления существующих энергоёмких промышленных предприятий, а также за счет увеличения выработки на ГЭС при переводе части тепловой нагрузки с ТЭЦ на электростанции. Описан положительный эффект в функционировании энергосистемы в целом.

*Заключение* содержит основные выводы по результатам диссертационного исследования, показывает, что поставленные задачи решены и позволяют достичь цель научной работы.

### **3. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы**

Содержание диссертации и автореферата соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»:

- П.6. «Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике»,
- П.8. «Разработка методов статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике»;
- П.13. «Разработка методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике».

### **4. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат диссертации в полной мере отражает ее основное содержание.

## **5. Методы исследования**

В диссертационной работе использованы методы решения систем нелинейных уравнений, методы математического и имитационного моделирования режимов работы ГЭС и ОЭС Сибири.

Имитационные расчеты электроэнергетических режимов проведены с использованием программно-вычислительного комплекса Bars. Расчеты водно-энергетических режимов ГЭС и их каскадов - с использованием разработанной при участии автора программном обеспечении «Водно-энергетический расчет ГЭС Ангаро-Енисейского каскада» (ПО ВЭР).

## **6. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов**

Обоснованность научных положений и достоверность полученных результатов определяются аргументированным выбором тематики диссертационной работы, применением проверенных теоретических и экспериментальных методов исследования. Постановки исследований и полученные результаты обсуждены на всероссийских и международных научно-технических конференциях и семинарах.

Актуальность разработанного алгоритма проведения водно-энергетического расчета каскада ГЭС и проверки массива водохозяйственных ограничений, подтверждена актом внедрения разработки в деловые процессы Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири.

Степень достоверности и обоснованности результатов высокая.

## **7. Уровень новизны научных положений, выводов и рекомендаций**

Впервые разработана универсальная модель пропуска речного стока для каскада ГЭС с учетом водохозяйственных и системных ограничений и возможностью проведения серии расчетов при различных условиях водности.

К научной новизне также относятся следующие результаты:

1. Систематизированы ограничения со стороны энергетических и неэнергетических участников водохозяйственного комплекса.

2. Доказана желательность перевода части тепловой нагрузки на электродельные с целью увеличения выработки ГЭС в навигационный период и период проведения ремонтных кампаний.

## **8. Ценность для науки и практики результатов исследования**

1. Разработаны алгоритмы программного обеспечения по выполнению водно-энергетических расчётов режимов работы каскадов гидроэлектростанций.

2. Повышена эффективность использования гидроресурсов и минимизирован объем холостых сбросов воды за счёт увеличения энергоотдачи каскада ГЭС в различные периоды года.

### **9. Отличие выполненных исследований от других работ**

Диссертация Совбан Е.А. отличается от других работ в исследуемой области целостным и обоснованным подходом к решению поставленной задачи. Диссертацию отличают следующие теоретические и практические достижения:

– разработан инструментарий, позволяющий проводить серии вариантных водно-энергетических расчетов и принимать более качественные решения по планированию нормальных режимов электроэнергетических систем со значительной долей гидрогенерации;

– предложена оригинальная методика, позволяющая моделировать варианты пропуска речного стока воды для поиска наиболее эффективного использования гидроресурсов в условиях вероятностного характера исходной информации и наличия массива действующих ограничений.

Работоспособность предложенных алгоритмов доказана проведением тестовых расчетов и экспериментальными исследованиями на примере анализа процессов ОЭС Сибири.

### **10. Личный вклад автора**

Представленные в диссертации результаты получены преимущественно самим автором или при его непосредственном участии. Автором выполнены серии вариантных водно-энергетических и электроэнергетических расчетов, результаты которых проанализированы и приведены в работе. Автором сформулированы и обоснованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выбранные методы исследования.

В целом личный вклад автора в проведённое диссертационное исследование составляет не менее 60%, а в написание научных публикаций – более 50%.

### **11. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати**

По теме диссертации опубликованы 13 печатных работ, 3 из них – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи, входящие в индексы цитирования системы «Scopus» и 8 публикаций в рейтинговых международных и российских изданиях.

### **12. Замечания**

1. В разделе «Научная новизна работы» (стр. 8) утверждается, что в диссертации «Впервые разработана универсальная модель каскада

ГЭС и алгоритмы ее реализации», обеспечивающие проведение вариантных расчетов гидроэнергетического ресурса.

Следует отметить, что подобные модели в последнее десятилетие активно разрабатываются в России и за ее пределами. Ссылок на такие работы в диссертации нет.

2. Разработанная методика (математическая модель и алгоритмы) для водно-энергетических расчетов каскадов ГЭС предполагает проведение расчетов электроэнергетических режимов работы ОЭС для определения возможной энергоотдачи ГЭС и их каскадов на годовом интервале. К сожалению, в работе нет сведений о том, каким образом моделируются электроэнергетические режимы работы ОЭС на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Глава 1 в целом и параграф 1.4 не содержат такой информации.
3. В главе 5 рассмотрены два пути увеличения энергоотдачи сибирских ГЭС и их каскадов. Это: 1) ввод новых и доведение до проектных показателей по электропотреблению существующих промышленных предприятий; 2) перевод потребителей тепловой энергии на снабжение от электродвигателей. Эти пути являются теоретически возможными, но их воплощение в жизнь требует индивидуальных обоснований. Такие обоснования должны включать оценку экономической эффективности на весь период эксплуатации новых объектов, определение источников финансирования предполагаемых модернизаций, комплексную оценку рисков потенциальных инвесторов.
4. При формулировании результатов работы приведены два положения, противоречащие друг другу. Так:
  - В главе 5 (стр. 146) говорится, что «Отключение теплового оборудования обеспечит дополнительную загрузку ГЭС Ангарского каскада на периоды средней и повышенной водности, а в периоды малой водности позволит разгрузить контролируемые сечения по активной мощности». В выводах по главе 5 (стр. 147) утверждается, что «Перевод горячего водоснабжения на электродвигательные позволит увеличить объем суточного электропотребления, обеспечит дополнительную загрузку ГЭС, ..., что положительно скажется на формировании узловых цен.
  - В то же время, в разделе *Заключение* (стр. 149) сказано, что «Увеличение выработки электроэнергии ГЭС Ангарского каскада в ОЭС Сибири в летний период не представляется возможным даже в нормальной схеме электрической сети. Отсутствие возможности для проведения планового ремонта электросетевого оборудования окажет негативное влияние на надежность работы в период максимальных электрических нагрузок в энергосистеме».

5. При оформлении текста диссертации допущены следующие недочеты:

- В тексте нет списка использованных сокращений. Многие сокращения (аббревиатуры), в тексте и формулах не имеют расшифровок. Это затрудняет чтение и понимание смысла изложенного;
- В разделе *Заключение* (стр. 149) абзац со слов «Доказана возможность повышения...» повторяется (слово в слово) дважды;
- Текст содержит большое количество грамматических и стилистических ошибок;
- Материал параграфов 4.5 (стр.107) и 4.6 (стр. 120) во многом дублирует сведения, изложенные ранее в параграфе 2.6 (стр. 57).

### 13. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа Совбан Е.А. отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

### 14. Заключение

В целом тематика проведенного исследования и полученные результаты доказывают, что диссертационная работа направлена на решение актуальной задачи, имеющей большое значение для эффективного функционирования Объединенной электроэнергетической системы. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, и имеет достаточную апробацию.

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

С учётом вышеизложенного считаю, что диссертация «Разработка методики управления режимами Объединенной электроэнергетической системы в условиях неопределенности баланса» соответствует паспорту специальности 05.14.02 и требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Совбан Екатерина Андреевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Официальный оппонент:

**Паламарчук Сергей Иванович**

Доктор технических наук, специалист  
05.14.02 «Электрические станции и  
электроэнергетические системы»,

25 февраля, 2020

АН  
С.И.  
Подпись  
20 г.

профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией.

**Полное наименование организации:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН

**Юридический адрес:**

664033, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.130.

Телефон организации: +7(3952)42-47-00

Факс: +7(3952)42-67-96

e-mail: palam@isem.irk.ru

Отзыв получен 27.02.2020 г. от Кошкин А.А.

С отзывом ознакомлена  
27.02.2020 г. от Собаки Е.А.