

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

СТЕНОГРАФИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

заседание диссертационного совета Д 002.110.03
при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Объединенном институте высоких температур Российской академии наук
от 08 июня 2016 г. (протокол №3)

Повестка дня:

Защита диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук
Бабаева Бабы Джабраиловича
на тему
**«Разработка и исследование энергосистем на основе возобновляемых источников с
фазопереходным аккумулированием тепла»**

Специальность 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

Москва – 2016

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д 002.110.03
при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Объединенном институте высоких температур Российской академии наук
Протокол №3 от 8 июня 2016 г.

Председатель – Председатель диссертационного совета Д 002.110.03
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор Вараксин А. Ю.

Секретарь – Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.03
д.т.н. Директор Л. Б.

Совет утверждён в составе **25** человека. На заседании присутствуют **20** членов совета, из них докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации – **7**.

1.	Вараксин А.Ю.	чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н, профес- сор	01.02.05	присутствует
2.	Батенин В.М.	чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор	05.14.01	присутствует
3.	Директор Л.Б.	д.т.н.	05.14.01	присутствует
4.	Аминов Р.З.	д.т.н.	05.14.01	отсутствует
5.	Баженова Т.В.	д.ф.-м.н., профессор	01.02.05	присутствует
6.	Битюрин В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.05	отсутствует
7.	Воробьев В.С.	д.ф.-м.н., профессор	01.02.05	присутствует
8.	Зайченко В.М.	д.т.н.	05.14.01	присутствует
9.	Зейгарник В.А.	д.т.н.	05.14.01	присутствует
10.	Климов А.И.	д.ф.-м.н.	01.02.05	присутствует
11.	Кобзев Г.А.	д.ф.-м.н., профессор	01.02.05	присутствует
12.	Красильников А.В.	д.т.н.	01.02.05	присутствует
13.	Леонов С.Б.	д.ф.-м.н.	01.02.05	отсутствует
14.	Малышенко С.П.	д.ф.-м.н.	05.14.01	отсутствует
15.	Масленников В.М.	д.т.н., профессор	05.14.01	присутствует
16.	Медин С.А.	д.т.н., профессор	01.02.05	присутствует
17.	Недоспасов А.В.	д.ф.-м.н., профессор	01.02.05	присутствует
18.	Полежаев Ю.В.	чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор	01.02.05	отсутствует
19.	Поляков А.Ф.	д.т.н., профессор	01.02.05	присутствует
20.	Попель О.С.	д.т.н., доцент	05.14.01	присутствует
21.	Пятницкий Л.Н.	д.ф.-м.н., профессор	01.02.05	присутствует
22.	Седлов А.С.	д.т.н., профессор	01.02.05	присутствует
23.	Синкевич О.А.	д.ф.-м.н., профессор	01.02.05	присутствует
24.	Чиннов В.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.05	присутствует
25.	Шугаев Ф.В.	д.ф.-м.н., доцент	01.02.05	присутствует

На повестке дня защита диссертации доцентом кафедры «Возобновляемые источники энергии» физического факультета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет» Бабаева Бабы Джабраиловича на тему «Разработка и исследование энергосистем на основе возобновляемых источников с фазопереходным аккумулированием тепла». Диссертация впервые представлена на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы. Диссертация выполнена на кафедре «Возобновляемые источники энергии» физического факультета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет» (36700, Россия, Республика Дагестан, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43-а , www.dgu.ru).

Научный консультант:

Волшаник Валерий Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры гидравлики и водных ресурсов ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва, ул. Окская 46, кв. 186, www.mgsu.ru).

Официальные оппоненты:

1. **Безруких Павел Павлович** – гражданин РФ, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделением новых технологий и нетрадиционной энергетики ОАО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского», (119071, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 19, <http://www.enin.su/>).

2. **Тягунов Михаил Георгиевич** – гражданин РФ, доктор технических наук, профессор кафедры «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.17, <http://mpei.ru/Pages/default.aspx>);

3. **Харченко Валерий Владимирович** – гражданин РФ, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела возобновляемых источников энергии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» (109456, г. Москва, 1-й Вешняковский проезд, д. 2, <http://viesh.ru/>).

Ведущая организация:

АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (АО «НИИЭС») (125362, Москва, а/я 393, Строительный проезд, дом 7А, info@niies.ru).

На заседании присутствуют: официальные оппоненты: д.т.н., профессор Тягунов Михаил Георгиевич, д.т.н. Харченко Валерий Владимирович, д.т.н., ст. научный сотрудник Безруких Павел Павлович отсутствует по уважительной причине.

Председатель:

Разрешите мне предоставить слово ученому секретарю Леониду Бенциановичу для того, чтобы он ознакомил членов с комплектностью документов, которые необходимы по требованиям для проведения сегодняшней защиты.

Ученый секретарь:

Зачитывает данные о соискателе по материалам личного дела и сообщает о соответствии представленных документов требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

Председатель:

Уважаемые члены диссертационного совета, есть ли вопросы к ученому секретарю? Нет вопросов. Слово предоставляется Бабаеву Б. Д. для оглашения результатов своей работы. Регламент – 30 минут.

Бабаева Б. Д. докладывает диссертационную работу (выступление не стенографируется, доклад прилагается).

Председатель:

Спасибо, Баба Джабраилович, есть ли возражения против того, чтобы не зачитывать выводы? Нет. Спасибо. Тогда переходим к вопросам. Кто хочет задать вопрос докладчику? Владимир Альбертович, пожалуйста.

Зейгарник В. А.:

Вы сопоставляли тепловое аккумулирование с аккумулированием электрической энергии? Рассматривали аккумулирование просто электрической энергии?

Бабаев Б. Д.:

Аккумулирование и выдача электроэнергии не рассматривали в работе. Устройства аккумулирования электроэнергии – кислотные, щелочные, *Li*-ионные – самые исследованные и промышленно развитые устройства на сегодняшний день. И кислотные аккумуляторы входят в состав оптимального МЭК. Также в предлагаемом тепловом аккумуляторе фазового перехода предусмотрено использование избытка производства электроэнергии для теплового аккумулирования.

Зейгарник В. А.:

Что выгоднее?

Бабаев Б. Д.:

Что выгоднее зависит от конкретной местности использования, потребителя и времени. Стоимостные показатели аккумулирования мы исключили, так как цены меняются очень быстро. Мы разработали методику и программу, которые позволяют при вводе конкретных условий и цен в данное время рассчитывать, что выгоднее.

Зейгарник В. А.:

Ваши системы работают только до 500 градусов? Есть ли такие системы, которые могут работать при более высоких температурах или 500 градусов вполне достаточно?

Бабаев Б. Д.:

Системы могут работать и при более высоких температурах до 1000 – 1200 °С, например, для аккумулирования энергии от АЭС. Тепловые эффекты реакций определены при повышении температуры до 500 градусов, так как температурные функции приведенные в базе данных ИВТАН-ТЕРМО, выполняются при температурах до 500 градусов. Этим объясняется определение тепловых эффектов при температурах до 500 градусов.

Зейгарник В. А.:

Для рассмотренных систем вам это достаточно?

Бабаев Б. Д.:

Да, для рассмотренных систем достаточно.

Масленников В. М.:

У вас бывают ненастные дождливые дни, какой источник является резервным, чтобы обеспечить энергией потребителя в такие дни, и насколько хватает этого аккумулирования?

Бабаев Б. Д.:

Спасибо! МЭК включает и биогазовую энергоустановку и микро-ГЭС с водохранилищем как резервный источник, входят также аккумуляторы электрической энергии и тепла с фазопереходным материалом с резервом на одни сутки. Но режим эксплуатации МЭК реализован в среде Excel, который при изменении исходной информации о мощности солнечной радиации, скорости ветра и т.д. автоматически выдает в графическом виде картину и сообщает о необходимых объемах аккумуляторов. МЭК включает солнечную и ветроэнергетическую установку, в которой учитывается естественный перепад давлений, связанный с высотой и температурой.

Масленников В. М.:

Если в МЭК используется микро-ГЭС, которая требует больших материальных затрат, то она и может использоваться как аккумулятор, тогда зачем все это?

Бабаев Б. Д.:

КПД низкий при использовании для теплоснабжения с помощью гидроаккумулирования, а вариантов для энергоснабжения при комбинировании много. Использование микро-ГЭС с водохранилищами для теплового аккумулирования и теплоснабжения в горных условиях Дагестана выгоднее, что показывает апробация разработанной программы.

Батенин В. М.:

Виктор Михайлович, в прилагаемых материалах приведена таблица возможных сочетаний и вариантов комбинирования, тут количество 792, 210 и т.д., то есть ответ на Ваш вопрос может быть многообразным.

Бабаев Б. Д.:

Спасибо, Вячеслав Михайлович.

Председатель:

Олег Арсеньевич, пожалуйста.

Синкевич А. О.:

Знаете, был известный российский ученый Веденов А.А., который предлагал рассматривать в качестве аккумуляторов энергии глины различных составов. Вы рассматривали использование глин для теплового аккумулирования?

Бабаев Б. Д.:

Нет. В них аккумулирование происходит только за счет теплоемкости, и они поэтому менее энергоемки, чем фазопереходные материалы

Синкевич А. О.:

Оптимизацию Вы проводите на энергетическом балансе, а коэффициент теплоотдачи? Откуда Вы брали для таких сложных систем коэффициент теплоотдачи, он ведь зависит от многих факторов?

Бабаев Б. Д.:

Расчет систем на теплоотдачу не проводился, при сравнении мы использовали КПД существующих на сегодняшний день систем.

Недоспасов А. В.:

Как вы определили градиент температур по высоте при расчете солнечной ветро-энергетической установки?

Бабаев Б. Д.:

Расчеты не проводились. Мы использовали литературные данные распределения температуры по высоте.

Вараксин А. Ю.:

Использовали градиент на 20 – 50 м?

Бабаев Б. Д.:

На 1000 м.

Директор Л. Б.:

При рассмотрении гибридных схем, не важно каких, одной из установок, как правило, является установка на органическом топливе. Вы в своих гибридных установках использовали такие источники в качестве резервных?

Бабаев Б. Д.:

При оптимизации микроэнергокомплекса включали жидко-топливный электрогенератор, но оптимальным является биогазовая энергоустановка и она входит в состав комбинированного энергокомплекса.

Синкевич О. А.:

А может быть эффективным для условий Дагестана строительство атомной электростанции?

Бабаев Б. Д.:

Нет, не выгодно. При вводе критерия влияния на экологию при аварийных случаях энергоустановки на основе ВИЭ очень сильно выигрывают.

Председатель:

Есть еще вопросы? Вопросов нет. Достаточно. Спасибо, Баба Джабраилович.

Бабаев Б. Д.

Спасибо!

Председатель:

Слово предоставляется научному консультанту, д.т.н., профессору Волшаник Валерию Валентиновичу.

Волшаник В. В.:

Добрый день уважаемые коллеги.

(Зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

Председатель:

Валерий Валентинович, спасибо. Есть ли вопросы к научному консультанту? Нет. Слово предоставляется ученому секретарю Леониду Бенциановичу для ознакомления с

заключением организации, где выполнялась диссертация и с отзывами, поступившими в совет на диссертацию и автореферат.

Ученый секретарь:

Диссертация выполнялась в ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», заключение подписано заведующим кафедрой «Возобновляемые источники энергии» Алхасовым А. Б. и утверждено ректором университета Рабадановым М. Х.

Зачитывает основные положения заключения кафедры (выступление не стенографируется, письменное заключение имеется в деле).

Отзыв от ведущей организации – АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений», г. Москва. В своем положительном заключении, подписанном начальником отделения гидравлических исследований Центра исследований и разработок к.т.н. Ковалевым Станиславовичем Васильевичем и д.т.н, главным научным сотрудником Историком Борисом Львовичем, утвержденным Генеральным директором АО «НИИЭС» Ю.Б. Шполянским, отмечена актуальность темы диссертационной работы (*зачитывает отзыв ведущей организации*).

Замечания по работе:

1. Отсутствие анализа причин, по которым Россия сейчас существенно уступает многим странам по темпам строительства энергоустановок на возобновляемых энергоисточниках.

2. Недостаточно внимания уделено стоимостным показателям способов аккумуляции и аккумуляции механической энергии.

3. Следовало бы высказать соображения по поводу аккумуляции и электроэнергии, что также актуально в силу резкой неравномерности потребления электроэнергии в течение суток.

4. Не рассмотрено использование для аккумуляции энергии гидроаккумулирующих электростанций, что может быть очень перспективным направлением для условий Дагестана.

5. В формулировке выводов и оценке полученных результатов не полностью раскрывается сущность выполненной работы. Созданный программно-вычислительный комплекс сравнительного анализа и выбора оптимальной системы энергоснабжения автономного потребителя по многим критериям, в том числе и экологическим, далеко уходит за рамки выполненной работы и является существенным вкладом в развитие использования возобновляемых источников энергии.

Перечисленные замечания не умаляют общей ценности диссертационной работы Б.Д. Бабаева, которая выполнена на актуальную тему, является комплексной и практически полезной, существенно развивает представления и инженерные решения по преобразованию и аккумуляции возобновляемых источников энергии.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию были рассмотрены и одобрены на заседании отделения гидравлических исследований. АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (АО «НИИЭС»), г. Москва. Протокол № 2 от 26 апреля 2016 г.

Отзыв составлен начальником отделения гидравлических исследований Центра исследований и разработок к.т.н. Ковалевым Станиславовичем Васильевичем и д.т.н, главным научным сотрудником Историком Борисом Львовичем. Отзыв утвержден Генеральным директором «Научно-исследовательского института энергетических сооружений» (АО «НИИЭС») Ю.Б. Шполянским.

На автореферат поступило 11 отзывов. С вашего позволения, если члены совета не возражают, я буду зачитывать только замечания, поскольку все отзывы положительные.

Д.х.н., профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» **Бурылин Михаил Юрьевич** (350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149) – отзыв положительный с замечанием:

1. К сожалению, в автореферате отсутствуют данные по эффективности работы фазопереходных тепловых аккумуляторов, не оценены потери энергии в том или ином виде.

Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции и теплотехника» Южно-Российского государственного политехнического университета имени М.И. Платова **Ефимов Николай Николаевич** (346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132) – отзыв положительный с замечаниями:

1. Не для всех энергоустановок на базе ВИЭ нужна тепловая аккумуляция. Например, для биогазовой энергоустановки накопителями энергии являются исходные ресурсы; для ветровых, микро-ГЭС и солнечных энергоустановок на базе фотопреобразователей более необходимы электроаккумуляторы.

2. Не обозначены температурные диапазоны тепловой аккумуляции. Известно, что существуют определенные температуры, которые необходимо поддерживать при теплообеспечении: для горячего водоснабжения $60\text{ }^{\circ}\text{C}$; для отопления $90 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$; для солнечных энергоустановок на базе параболоцилиндрических концентраторов $400 - 450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Принятые в работе тепловые эффекты при температурах 298 К и 500 К не поддерживают эти диапазоны температур.

3. В научной новизне отмечено, что «научно обоснованы и разработаны алгоритм, блок-схема и программа...», однако в содержании автореферата нет ни алгоритма, ни блок-схемы, ни компьютерной программы в том виде, как обычно они представляются.

4. Обозначения величин в формулах не имеют размерностей. Однако если взять предполагаемые размерности уравнения (2), то в правой части слагаемые имеют разные размерности величин (кДж/моль), деленные, а затем и умноженные, то на температуру в первой степени, то во второй степени, а то и в третьей степени. И как тогда их можно складывать.

5. В научной новизне сказано, что «разработаны конструкции фазопереходных тепловых аккумуляторов», однако в автореферате нет таких конструктивных схем.

6. Не все окончательные выводы содержат доказательную конкретику. Например, пункт 6: «Система энергоснабжения автономного потребителя должна базироваться на создании небольших автономных установок,...» – каких установок по мощности, соотношения между выбираемыми установками по мощности, по объему аккумуляции.

Д.т.н., профессор, Генеральный директор ОАО «Геотермнефтегаз» **Алиев Расул Магомедович** (367025, г. Махачкала, пр. И. Шамиля 55 а) – отзыв положительный с замечаниями:

1. Некоторые разработанные автором фазопереходные теплоаккумулирующие материалы имеют температуру плавления более $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Получение таких температур в солнечных установках требует применения концентраторов солнечного излучения. Из автореферата не ясно, как будут использованы такие материалы в аккумуляторах тепла в предлагаемых энергоустановках.

2. Приложения перегружены информацией.

Д.т.н., профессор, руководитель Отдела энергетики и геотермомеханики Института проблем геотермии ДНЦ РАН **Алишаев Мухтар Гусейнович** (367015, г. Махачкала, пр. Шамиля 39 а) – отзыв положительный замечаний нет.

Д.т.н., профессор, заместитель руководителя департамента поддержки проектирования, строительства и эксплуатации АЭС АО «ВНИИАЭС» **Павлов Александр Сергеевич** (109507, г. Москва, Ферганская ул., д. 25) – отзыв положительный с замечанием:

1. В работе основное внимание уделено вопросам компенсации неравномерности выработки электроэнергии ВИЭ малой мощности; между тем исследованные системы могли бы быть также применены для повышения регулировочных возможностей атомных электростанций, работающих обычно в базовом режиме.

Д.т.н., Генеральный директор ООО «Центр сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов» **Булаева Нуржаган Маисовна** (119501, г. Москва, ул. Веерная 3, к.4, кв. 51) – отзыв положительный с замечанием:

1. Требуется дополнительное обоснование научной новизны разработанной методики оптимизации систем энергоснабжения автономных потребителей по экологическим критериям.

Д.т.н., Президент Инновационно-технологического Центра (НП ИТЦ) «ИнТех-Дон» **Бринк Иван Юрьевич** (346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая 39/166) – отзыв положительный, замечаний нет.

Д.т.н., профессор кафедры Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики Института природообустройства имени А.Н. Костякова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **Козлов Дмитрий Васильевич** (127081, г. Москва, проезд Дежнева дом 34, кв. 152) – отзыв положительный с замечаниями:

1. «Интенсивное развитие технологий использования возобновляемых источников энергии...», о котором пишет соискатель в самом начале автореферата, не есть некоторое модное течение в современной энергетике. Оно возникло совершенно закономерно в связи с интенсификацией процессов самого серьезного в истории Земли кризиса развития цивилизации – глобального потепления, кризиса, причиной которого является безудержное увеличение потребления ископаемого органического топлива. Переход на использование экологически чистых возобновляемых энергоисточников является единственным разумным путем выхода из этого кризиса и перспективой будущего развития энергетике. Этот аспект актуальности выполненных соискателем исследований недостаточно четко обозначен в автореферате и, возможно, в самой диссертации.

2. В автореферате не показано, в течение какого времени (или бесконечно долго) может эксплуатироваться теплоаккумулирующий материал в составе энергоустановки, преобразующей возобновляемый источник энергии.

3. В автореферате не сделано попытки объяснить, какие особенности физико-химического строения вещества определяют те или иные фазопереходные свойства тех или иных материалов или их комбинаций.

Д.т.н., профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии национального исследовательского университета МЭИ **Александровский Алексей Юрьевич** (119602, г. Москва, улица Академика Анохина, дом 6, корп. 3, кв. 616) – отзыв положительный с замечаниями:

1. Представляется недостаточно акцентированной оценка экологических достоинств возобновляемых источников энергии, сделанная в автореферате и необходимая при обосновании эффективности их максимального использования;

2. Не приведено обоснование достоинств метода аккумулирования энергии с использованием фазопереходных процессов по сравнению с другими методами аккумулирования энергии.

Д.т.н., заместитель начальника отдела водохранилищ и охраны окружающей среды ОАО «Институт Гидропроект», заслуженный энергетик РФ **Асарин Александр Евгеньевич** – отзыв положительный с замечаниями:

1. В диссертации не указано четко, что мировые усилия по совершенствованию технологий преобразования возобновляемых источников энергии стали реакцией на зафиксированное глобальное потепление климата и стремлением экологически улучшить баланс первичных источников энергии;

2. В работе не приведены научные обоснования преимуществ аккумулирования энергии с помощью фазопереходных процессов по сравнению с другими способами прямого или косвенного аккумулирования энергии.

Д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории термодинамики веществ и материалов ФГБУН Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе **Каплун Александр Борисович** – отзыв положительный с замечаниями:

1. На с. 8 автор пишет «Впервые получены диаграммы состояния и составы эвтектик МКС на основе Li,Na,Ca,Ba//F,MoO₄, методом количественного ДТА определены энтальпии плавления эвтектических составов. Некоторые диаграммы состояний показаны на рис. 1, 2». Этот тезис иллюстрируется данными, приведенными на с. 9, о системах меньшей компонентности: политермическими разрезами системы Li,Ca,Ba//F, MoO₄ и схемой поверхности ликвидуса системы Li,Ba//F,MoO₄. На с. 10 автор утверждает, что им подтверждена матрица смежности системы Li,Na,Ca,Ba//F,MoO₄. Целесообразно было бы сделать ссылку на эту работу. Было бы правильно включить в а/р построенную автором схему «древа кристаллизации», поскольку она полностью описывает строение исследованной автором диаграммы плавкости семикомпонентной системы, сведения о которой в реферате отсутствуют.

2. В списке условий, соблюдение которых необходимо для выявления уравнений химических реакций, отсутствует очевидное условие электронейтральности.

3. Для расчета тепловых и объемных эффектов при плавлении эвтектик необходимо знать зависимость избыточных энтальпии и объема расплава от его состава, т.е. необходимо иметь термодинамическую модель расплава. Из текста а/р можно предположить, что авторы использовали модель ионных расплавов, в которой избыточные энтропия и объем равны нулю. Это обстоятельство желательно было бы специально отметить в автореферате.

4. Многие из изученных автором потенциально пригодных для работы ТА веществ, особенно галогениды, обладают высокой токсичностью. Учитывались ли при выборе оптимального состава рабочего вещества ТА вопросы экологической безопасности в случае аварийной ситуации? Все.

Председатель:

Баба Джабраилович, вам предоставляется слово для ответов на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации и всех отзывов, которые поступили на автореферат.

Бабаев Б. Д.:

Спасибо! С Вашего позволения, для экономии времени, я замечания обобщил и некоторые, повторяющиеся по смыслу, объединил.

По **первому** замечанию ведущей организации об отсутствии анализа причин, по которым Россия уступает многим странам по темпам строительства энергоустановок на возобновляемых энергоисточниках. В работе говорится, что основной причиной является невнимание со стороны государства и регионов на развитие ВИЭ и наличие у нас больших запасов органических топлив. По поводу **второго** замечания о недостаточном внимании к стоимостным показателям способов аккумулирования и аккумулированию механической энергии. Могу сказать, что стоимости способов аккумулирования не затронуты в работе, так как они меняются каждый день. В работе даны методика и программа, которая при вводе экономических критериев для конкретной местности и на данное время определяют оптимальный вариант аккумулирования энергии. Тепловое аккумулирование по существующим анализам имеет самый высокий КПД. По **третьему и четвертому** замечаниям ведущей организации и первому д.т.н. Ефимова Н. Н. по поводу необходимости аккумулирования и электроэнергии и преимуществах строительства ГАЭС в Дагестане. Работа посвящена в основном проблемам теплового аккумулирования, для чего используются и избытки производства электрической энергии. В состав оптимального МЭК входят электроаккумуляторы и биогазовая энергоустановка. Использование ФЭП для теплового аккумулирования не выгодно. А использование ВЭУ и микро-ГАЭС в горных районах для отопления являются подходящим, так как там, в основном, сегодня для отопле-

ния используется привозное топливо. Более оптимальным в условиях Дагестана является не строительство ГАЭС, а каскада микро-ГЭС с водохранилищами. По поводу **пятого** замечания ведущей организации и замечания д.т.н. Павлова А. С. Приятно получать такие замечания. Полностью с ними согласен. Действительно, разработанный ПВК универсален и может намного облегчить труд по оптимизации энергоснабжения на основе местных ВИЭ и разработанные фазопереходные теплоаккумулирующие материалы можно использовать для аккумулирования тепловой энергии от АЭС и ТЭС.

По замечанию проф. Бурылина М. Г. В автореферате из-за ограничений невозможно все привести. Потери энергии зависят от типа теплоизоляции. Такие расчеты не проводились. А эффективность использования фазопереходных материалов очевидна, и это подтверждается проведенной работой.

По замечаниям проф. Ефимова Н. Н. 1. Работа посвящена в основном проблемам теплового аккумулирования, для чего используются и избытки производства электрической энергии. В состав оптимального МЭК входят электроаккумуляторы и биогазовая энергоустановка. Использование ФЭП для теплового аккумулирования не выгодно. А использование ВЭУ и микро-ГЭС в горных районах для отопления является подходящим, так как там, в основном, сегодня для отопления используется привозное топливо. 2. Требуемые температуры даны при вводе исходных данных, характеризующих потребителя, при апробации программы оптимизации энергоснабжения. Для теплоснабжения или горячего водоснабжения используются системы с ФТАМ, где температуры плавления лежат в указанных пределах, например, эвтектический состав молибдатных систем с температурой фазового перехода 428°C . Высокие температуры можно получить также в предлагаемом ТА с ФТАМ за счет электронагревательных элементов. Тепловые эффекты реакций вычислены при указанных температурах, так как температурная функция, показывающая зависимость изменения внутренней энергии химических соединений, в справочниках даются для этих температур. 3. Конечно, все в автореферате невозможно отразить. Разработанные алгоритм, блок-схема и программа приведены в диссертации. И любой желающий может посмотреть диссертацию, которая согласно требованиям ВАК размещена на сайте. 4. Уравнение 2 – эта температурная функция (полином), показывающая зависимость изменения внутренней энергии химических соединений от температуры – x . Функции для многих веществ эмпирически получены обработкой экспериментальных данных и входят в базу ИВТАН-ТЕРМО. Энтальпии образования в справочниках дана в кДж/(моль·К), а изменение внутренней энергии в зависимости от температуры даны в Дж/(моль·К). Поэтому перед полиномом стоит коэффициент $1/1000$. 5. Конструктивная схема ТА с ФТАМ приведена в диссертации. 6. Нами разработана методика выбора оптимального комбинированного местного энергокомплекса с указанием соотношений мощностей между разными системами в зависимости от характеристик потребителя. Для конкретного потребителя и конкретной местности и в данное время программой выбран оптимальный энергокомплекс, который приведен в работе. А универсального решения нет. Для каждого потребителя необходим индивидуальный подход, ведь в предлагаемой методике учитываются стоимостные (в данный момент времени) и местные возобновляемые энергоисточники, на каком расстоянии находятся традиционные энергогенерирующие станции, т.е. учитывается и расстояния доставки топлив и т.д.

По первому замечанию проф. Алиева Р. М. 1. Разработанный тепловой аккумулятор с ФТАМ в трубках имеет электронагревательные элементы, которые позволяют получать любые необходимые температуры. Такие температуры можно также получить в гелиоустановке для проведения реакций и в устройстве для преобразования солнечной энергии в высокопотенциальную энергию водяного пара.

По замечанию проф. Булаевой Н. М. Действительно, вопрос о том, как оценивать экологическое влияние при выборе оптимальной системы остается открытым. В работе приняты удельные тепловые выбросы и выбросы вредных веществ при выработке едини-

цы энергии – 1 ГДж. Более детальное исследование изложено в нашей статье, где вычислены площади фигур «паук-диаграмм» при вводе, кроме указанных, еще и других экологических критериев (тепловые выбросы, шумовые, вибрационные, изменение фауны рек и т.д.), которых можно использовать как экологические штрафные баллы. Но нужна, конечно, научная основа.

По второму замечанию проф. Козлова Д. В. Исследования в тиглях в лабораторных установках показали, что термограммы не меняются при повторении циклов 25 раз. Поэтому можно считать, что у них цикличность намного выше, чем у кристаллогидратов и других материалов при такой энергоемкости.

По замечаниям проф. Александровского А.Ю. и д.т.н. Асарина А.Е. 1. В работе сказано, что развитие ВИЭ связано с экологическими проблемами, что включает и глобальное потепление. Поэтому и предлагается методика выбора оптимальной системы энергоснабжения с учетом экологических критериев, выбросов оксидов углерода и т. д., с чем и связано глобальное потепление. 2. В работе и на слайде сравнения разных способов аккумулирования энергии на примере использования воды показано, что чем больше структурных единиц веществ включаются в процесс аккумулирования, тем более энергоемким и выгодным являются такие способы. Проблема в поиске таких материалов и реакций и создании конструкции аккумуляторов.

По замечаниям д.т.н. Каплуна А. Б. 1. Дерево кристаллизации исследованной системы приведено в диссертации. 2. Реакции выявлены на основе экспериментальных данных и подтверждаются рентгенофазовым анализом. При выявлении на основе термодинамических данных, конечно, учитывается условие электронейтральности. 4. Оценка аварийных случаев в системах энергоснабжения не производилась. Это можно учитывать при правильном подборе экологических критериев, оценивающих аварийные случаи. Мы, когда в исходные данные программы вводили потери при аварийных случаях, например, прямые потери от аварии на Чернобыльской АЭС 2 млрд. руб. советскими деньгами, а потери от аварий на солнечных электростанции – это только ее стоимость. Тогда маломощные энергоустановки на основе возобновляемых источников в большом выигрышном положении.

Со всеми остальными замечаниями согласен. Спасибо!

Председатель:

Спасибо, Баба Джабраилович. Переходим к отзывам оппонентов. У нас один оппонент Безруких Павел Павлович отсутствует по уважительной причине. Дадим слово присутствующим. Слово представляется официальному оппоненту Тягунову Михаилу Георгиевичу, Московский энергетический институт.

Тягунов М. Г.:

Большое спасибо, уважаемые председатель, члены Совета. Позвольте мне не зачитывать весь отзыв.

Голоса из зала:

Конечно

Тягунов М. Г.:

Спасибо. Хотел сказать несколько слов. Неравномерность поступления энергии и отсутствие гарантированной мощности требует резервирования энергии. Согласовать требования генерации и потребления можно тремя способами. Первый – накапливать энергию и затем использовать при необходимости потребителями. Второй – управлять при помощи гарантирующего источника. И третий – управлять самим потребителем, то есть потреблять тогда, когда можно, а не тогда, когда хочется. В работе рассматриваются два решения. Одно связано с аккумулированием энергии, второе с комбинированием разных не гарантированных источников, чтобы получить гарантированную мощность за счет разных временных поступлений. Преимущество работы в том, что в ней рассматривается только один вид аккумуляции и глубоко. Поэтому работа актуальна. Преимущество рабо-

ты еще в том, что предложены конструкции, где используются фазопереходные теплоаккумулирующие материалы. С этой точки работа имеет не только теоретическое значение, но и ориентирована на практическое использование результатов работы. Относительно программного комплекса он тоже нов. Обычно используются комбинирование солнечной, ветровой и дизельной станций. Здесь рассматривается весь комплекс разнообразных комбинаций. К работе имеются замечания (*зачитывает замечания и заключительную часть отзыва, отзыв имеется в деле*). Замечания:

1. В качестве прогнозных значений развития ВИЭ в России приняты данные «Энергетической стратегии 2020», которая явно не является последним источником.

2. На стр. 26-27 автор пишет: «Режим работы МГЭС зависит от расхода воды в створе при практическом отсутствии водохранилища». А далее МГЭС рассматриваются как установки, имеющие свойство естественной аккумуляции энергии. Чем объяснить такое противоречие?

3. Подробно и ясно обосновано проведение исследований тройных, тройных взаимных, четверных, четверных взаимных и пятерных систем, входящих в систему Li, Na, Ca, Ba/F, MoO₄. А причина изучения тройной системы NaF- NaCl- NaNO₃ [39] обоснована явно недостаточно.

4. Выражение 4.14 ($I = I_{\text{э}} + I_{\text{м}} + I_{\text{т}} + I_{\text{к}} + I_{\text{д}} + I_{\text{а}}$) достаточно известно, хотя не все слагаемые этого уравнения интерпретируются так, как написано в работе (например, автор называет $I_{\text{м}}$ – затратами «на приобретение необходимых материалов для микро ГЭС, видов топлив и прочих предметов для автономного энергообеспечения в сельской местности») со ссылкой на не самый авторитетный источник [171]. Было бы более обоснованно сослаться на более фундаментальные работы, такие, как, например, Роголёв Н.Д. «Экономика энергетики» (-М.: МЭИ, 2005) или Кожевников Н.Н. «Экономика и управление в энергетике» (Учебное пособие. –М.: Академия, 2003 г.).

5. Требуется дополнительное обоснование – отличия и достоинства от других, например, метода последовательного ранжирования критериев – выбор метода оптимизации и построение алгоритма многокритериальной оптимизации структуры энергетического комплекса, состоящего из различных установок на основе ВИЭ. Предлагаемый метод ЦИС основывается на достаточно старом и малоизвестном источнике (GildW., Altrichter S. DieZIS-Erfolgsspinee// ZIS-Mitteilungen. –11(1969).

6. Для проверочных расчетов автор формирует три типовых варианта построения энергокомплекса (стр. 218). Однако, объяснение способа решения задачи для каждого из отмеченных типовых вариантов мало что объясняет. Желательно объяснить различие в подходе короче и по принципиальным позициям.

7. Хотелось бы также понять оптимизация электро-, теплоснабжения или того и другого делается в практических расчетах: на стр. 218-220 написано, что энергокомплекс состоит из ветровой, солнечной и гидроэлектростанций, не производящих тепловую энергию, а на странице 224 делается вывод об обеспеченности только тепловой нагрузки в одном из населенных пунктов Республики Дагестан.

8. В разделе 4.5. не всегда понятно, что названо показателями, а что критериями. Желательно уточнить эти понятия применительно к рассматриваемой задаче. Спасибо!

Председатель:

Спасибо, Михаил Георгиевич! Есть вопросы? Нет. Тогда, Баба Джабраилович, вам слово для ответов на замечания. Только кратко.

Бабаев Б. Д.:

1. Нужно отметить, что показатели ввода мощностей ВИЭ меняются очень быстро. В работе ссылаюсь на Государственную программу Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики" (утверждено [постановлением](#) Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 321). Приведенные показатели достижения к 2020 г. для ВИЭ в энергобалансе страны до 2,5% остаются в силе (хотя первоначально в соответствии с Распоря-

жением Правительства РФ было 4,5%). 2. На приведенных страницах акцентировано внимание на то, что без водохранилища режим эксплуатации МГЭС не стабилен, и необходимы другие энергоаккумулирующие установки, в том числе и водохранилища при условиях РД. 3. Причина исследования данной системы объясняется поиском ФТАМ с относительно низкими температурами плавления и большей энтальпией фазового перехода. Анализ разработанной программой выявления термохимических реакций выдал эту систему как перспективную для использования в качестве ФТАМ. 4. В более фундаментальных работах I_m – затраты на приобретение необходимых материалов для ЭС. Кроме них, в работе в I_m входят также затраты на заготовку местных топлив (например, рубка или закупка дров, складирование, погрузка, перевозка на расстояния, разгрузки и т.д.), которые определяется по формуле 4.15, стр. 207). Можно также оценивать потери электроэнергии в ЛЭП в зависимости от расстояния. 5. Отличие использования «паук-ЦИС» диаграмм в работе заключается в том, что оптимальный вариант определяется по площадям фигур, получаемых при соединении координатных точек показателей системы, отложенных по ветвям для разных вариантов. Важность критериев для сравниваемых вариантов определяется по величине изменения площади получаемой фигуры в зависимости от ввода или снятия какого-то одного критерия. Т. е. есть критерии, от ввода которых площади фигур не сильно изменяются. По величине изменения площади фигур можно определить и ранг критериев. 6. Согласен, здесь приведены окончательные формулы оптимизации комбинировании систем. Более подробно эти методы оптимизации комбинирований ФЭУ, ВЭУ и ФЭУ, ВЭУ с МГЭС описаны в публикации №35 (в диссертации). Если ВЭУ основная, то мощность ВЭУ определяется по максимальной скорости ветра в данной местности, и затем снижается ее мощности на мощность ФЭУ при минимальной солнечной радиации для месяца с максимальной скоростью ветра. Если ФЭУ основная, то все наоборот. При включении дополнительных ЭУ на основе ВЭУ суточная потребляемая энергия в формулах определения мощности ВЭУ и ФЭУ снижается на величину суточной выработки данной дополнительной установкой (см. формулы 4.21, 4.22 на стр. 218 и слайд 28). 7. На стр. 218 – 220 приведены принципы оптимизации ФЭУ, ВЭУ и ФЭУ, ВЭУ с МГЭС при их комбинировании. А на стр. 224 приведены принципы оптимизации солнечных систем теплоснабжения (выбор оптимального коэффициента замещения f , площади коллекторов). Принципы пояснены на примере оптимизации при заданных конкретных условиях. 8. Применительно к рассматриваемой задаче принципиальной разницы между этими двумя понятиями нет. В работе под показателями понимаются значения физических параметров (КПД, теплотворная способность и т. д.), а под критериями – функции зависимые от разных факторов, значений параметров. Спасибо!

Председатель:

Спасибо, Баба Джабраилович. Переходим к выступлению следующего оппонента д.т.н. Харченко Валерия Владимировича представляет «Всероссийский научно исследовательский институт электрификации сельского хозяйства».

Харченко В. В.:

Добрый день, уважаемые коллеги. В нашем институте диссертация появилась совершенно неожиданно. Это было приятно, потому что мы познакомились с человеком, который активно, давно и на достаточно высоком уровне работает в области не чуждой нам. Поэтому, когда вопрос стал об оппонировании, долго думать не пришлось. Если сравнивать генерирующие мощности энергокомплексов на возобновляемых источниках энергии и нагрузку, то можно представить три случая: первый – никогда генерирующие мощности не превышают нагрузку; второй, когда мощность превышает нагрузку. Диссертация очень актуальна для третьего случая, когда нагрузка и генерация меняются, то система испытывает то дефицит вырабатываемой энергии, то избыток. И в этом случае проблема аккумулирования стоит очень остро в вопросах продвижения использования энергокомплексов на основе возобновляемых источников. Поэтому такие работы очень важ-

ны. Поскольку регламент ВАК требует зачитывать отзыв, я основные моменты зачитаю. (Зачитывает отзыв, отзыв положительный. Отзыв имеется в деле). Замечания:

1. В формулировании цели исследования, по нашему мнению, закралась некоторая неточность. Автор в качестве цели определяет развитие методов оптимизации энергетических систем преобразования энергии возобновляемых источников с использованием фазопереходных аккумуляторов в части поиска эффективных фазопереходных теплоаккумулирующих материалов. Т.е. оптимизация методов преобразования энергии ВИЭ как бы достигается путем поиска эффективных материалов для ее аккумуляции. По-видимому, правильнее было бы говорить о повышении эффективности функционирования всего комплекса за счет решения задачи эффективного аккумуляирования тепловой энергии.

2. Положения, выносимые на защиту, как уже отмечалось выше, сформулированы не вполне удачно по форме.

3. Основное замечание к литературному обзору заключается в том, что автор, желая сократить объем текста, излишне злоупотребляет ссылками на литературные источники, что вынуждает читателя обращаться к последним, а это затрудняет чтение диссертации и восприятие материала.

4. Было бы целесообразным привести график, иллюстрирующий характеристики прихода возобновляющихся источников энергии в течение суток и потребления электроэнергии, из которого вытекало бы необходимость аккумуляирования энергии.

5. В диссертации недостает информации о стоимостных (экономических) показателях упоминаемых способов аккумуляирования.

6. Очевидно, что альтернативой аккумуляирующим системам в энергетических комплексах могут служить специально вводимые источники генерации традиционного типа, например дизель генераторные установки. Было бы интересно сравнить рассматриваемые автором энергокомплексы на основе аккумуляирующих систем с аналогичными комплексами с резервными источниками генерации, как в техническом, так и в технико-экономическом аспекте.

7. Полученные автором экспериментальным путем эвтектические составы на основе многокомпонентных систем имеют высокие значения температуры плавления. Не вполне понятно, как их использовать в качестве фазопереходных теплонакопителей в солнечных энергоустановках без концентрирующих систем.

8. По использованию результатов исследований для теплового аккумуляирования энергии изложены несколько типов энергетических систем и конструктивных элементов использования возобновляемых источников энергии с фазопереходным тепловым аккумуляированием, однако отсутствуют данные расчетов экономической целесообразности разработанных и внедренных установок.

Председатель:

Спасибо, Валерий Владимирович! Есть вопросы к оппоненту? Вопросов нет. Тогда, Баба Джабраилович, вам слово для ответов на замечания.

Бабаев Б. Д.:

Спасибо! С 2 и 3 замечанием я согласен. 1. Из формулировки ясно, что целью является развитие методов оптимизации систем на основе ВИЭ за счет включения фазопереходного теплового аккумуляирования, а не методов преобразования энергии ВИЭ. 4. При апробации программы для конкретного потребителя и условий Республики Дагестан графики приведены для характерных дней летнего и зимнего месяцев на рис. 4.15, 4.16. 5. Я уже говорил, что стоимостные показатели в работу не включили, потому что они сильно волатильны. Целью было создание методики сравнительного анализа при любых изменяющихся ценах. 6. Наряду с аккумуляирующими установками для повышения надежности энергоснабжения в комбинированные МЭЖ при анализе включались и жидко-топливные (дизельные) генерирующие установки. Они оказались менее эффективны (завоз топлив на

длинные расстояния), чем БГУ на основе местных биомасс и бытовых отходов, что и вошли в МЭЖ по второму варианту оптимального энергоснабжения потребителя – села в горной зоне Дагестана. 7. Высокие температуры можно получать в предлагаемых энергоустановках с концентраторами: устройстве для преобразования солнечной энергии в высокопотенциальную энергию водяного пара; гелиоустановке для проведения химических реакций; аккумуляторе с ФТАМ, за счет электронагревательных элементов в трубках. Полученные экспериментальным путем эвтектические составы можно использовать также для аккумулирования тепла от крупных ТЭС и АЭС, что и предлагается в замечании д.т.н. Павлова А.С. 8. На это замечание уже ответил. Спасибо!

Председатель:

Спасибо! Оппонент Безруких П. П. отсутствует, поэтому слово ученому секретарю Леониду Бенциановичу!

Ученый секретарь:

(Зачитывает отзыв, отзыв положительный. Отзыв имеется в деле). Замечания:

1. Стр.37. Формула 1.20. Не ясен смысл формулы: в левой и правой части один и тот же показатель $N_{уст}^{ЭВНЭ}$.
2. Стр.54. Из формулы 1.24. исчезла левая часть.
3. Стр.65. Приведены значения КПД простых термохимических преобразований (50-60 %) и простых фотохимических преобразований (20-30 %) со ссылкой на [166]. Это данные 1986 года. Какова ситуация сейчас?
4. В диссертации не рассматривается вопрос количества циклов заряд -разряд теплового аккумулятора. Что можно сказать по данному вопросу.
5. Стр. 127. п.2.4, алгоритма «теплота образования». Что имеется в виду?
6. Стр. 146. При проверке адекватности выявленных реакций приводится ссылка на [49], [204] и [291]. Первая из них – кандидатская диссертация автора, вторая кандидатская диссертация другого автора и [291] - книга Самарского университета. Возникает вопрос: ссылка на экспериментальные данные или также расчетные?
7. Стр. 169. Устройство для преобразования солнечной энергии в высокопотенциальную энергию пара не содержит никаких параметров. Просто картинка. Такой материал в диссертацию помещать не следует.
8. Стр. 170. Стеновая панель с фазопереходным теплоаккумулирующим материалом. Идея очень интересная. Следовало бы дать хотя бы приблизительную экономическую оценку.
9. Стр. 183. Схема системы солнечного энергоснабжения на базе раствора аммиака в воде. Также необходимо дать хотя бы предварительную экономическую оценку с учетом того, что у турбинки КПД будет весьма низким. Необходимо также провести энергетический баланс. Источник то один - солнечные коллекторы, а потребителей электроэнергии масса.
10. Стр.188. Гелиоустановка для проведения химических реакций. Попытка «приспособить» эту установку для теплоснабжения вызывает сомнения, т.к. теплоснабжение - процесс непрерывный, а проведение химических реакций процесс прерывистый. Кроме того предложение представлено на уровне идеи и не сопровождается никакими техническими данными.
11. Стр. 192. Утверждается, что предложенная новая конструкция теплового аккумулятора «отличается от известных высокой эффективностью аккумулирования тепла и теплообмена с теплоносителем системы». Соответствующих расчетов не представлено.
12. Стр.193. Вывод 3.2. Написано «все разработанные **энергетические системы**». Вряд ли стоит называть гелиосушку, гелиоколлектор и т.п. устройства «энергетическими системами».

13. Стр. 197. Для определения годового потребления энергии населенного пункта, содержащего nd объектов N_{iD} со средней потребляемой мощностью предложена формула 4.8. $E_c = 365 \cdot N_{iD} \cdot nd$, кВт·ч/год. Во-первых, очевидно 365 - это число дней в году, а число в году, равно 8760. Во-вторых, если взята средняя мощность объекта, то почему для определения потребляемой мощности населенного пункта она умножается на количество объектов, а не суммируется? Корректный вид формулы должен иметь вид. E_c

$$= T \cdot \sum_{i=1}^{i=nd} N_{iD}$$
, где $T = 8760$ ч. Следует также иметь в виду, что для построения энергосистемы автономного объекта нужно определять как потребляемую энергию, так и максимальную мощность. И если потребляемая энергия населенного пункта может быть определена как сумма потребляемой энергии по средней потребляемой мощности объектов, то максимальная потребляемая мощность должна определяться по максимальным мощностям объектов с учетом коэффициента спроса.

14. Стр.216. Рассмотрены известные способы энергоснабжения автономного потребителя, в том числе солнечные электростанции с термодинамическим циклом (СЭС). Для электроснабжения автономных потребителей использование таких электростанций вряд ли целесообразно. Между тем, в перечисленных способах энергоснабжения отсутствуют тепловые насосы, использование которых для теплоснабжения не вызывает сомнений. Почему они не стали объектом исследования?

15. Стр.217. Изложены общие соображения по выбору емкости теплового аккумулятора (АТ), но отсутствуют какие-либо конкретные соотношения: как определяется емкость теплового аккумулятора. А это принципиальный вопрос выбора конфигурации системы энергоснабжения. Причем в каждой конкретной системе энергоснабжения для выбора АТ возникают разные определяющие критерии.

16. Стр.223. Таблица 4.6. Озаглавлена. Месячные и годовые характеристики жидкостной системы солнечного горячего водо – и теплоснабжения в населенном пункте горной зоны в **зависимости от площади СК**. Но площадь СК (F, m^2) в таблице постоянна, а в таблице наблюдается зависимость от температуры окружающего воздуха по месяцам года, нуждающаяся в объяснении. Как объяснить, что отпущенная тепловая энергия одинакова по месяцам январь, февраль, март, ноябрь и декабрь и равна 1629590,4 МДж, а по месяцам апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь одинакова и равна 69206,4 МДж?

17. Стр.232. Написано «ПВК построен так, чтобы обеспечить выработку энергии больше, чем потребитель в ней нуждается на 5 ГДж, но никак не меньше». Чем это вызвано?

18. Стр.250. Табл. 4.8. Представлены пять вариантов систем энергоснабжения потребителя и выбран вариант II с помощью программы «Optimum». По этому варианту представлены схемы на рис.4.11 (стр.256) и рис.4.13 (стр.258). Схема рис. 4.11. выполнена на постоянном токе, реализация которой невозможна без фактического расположения генерирующих источников и потребителей. При этом рецензенту не известны гидрогенераторы малых ГЭС на постоянном токе. Схема на рис. 4.13 хотя и называется блок-схемой, но в одних и тех же блоках вода помещается вместе с электричеством. Такое представление систем неприемлемо.

Председатель:

Спасибо! Баба Джабраилович, вам слово.

Бабаев Б. Д.:

Спасибо! 1.В правой части формулы стоит общая мощность потребителя с индексом j и числом систем m , которая умножается на коэффициент больше 0 и меньше 1 ($K_{ЭВВИЭ}$) показывающий долю мощности покрываемая за счет ЭУ на основе ВИЭ. 2. Эта формула выражает температурную зависимость теплоемкости компонентов. Все на месте. 3.КПД

приведенных термохимических преобразований как были в 1986 г. так и остались (от срока не зависят). Этому направлению термохимического аккумулирования энергии только в последние годы возвращаются и обзор приведен в работе. Работа как раз посвящена разработке методики выявления (поиску) новых более энергоемких термохимических реакций с большим КПД преобразований. 4. Исследования в тиглях в лабораторных установках показали, что термограммы не меняются при повторении циклов 25 раз. Поэтому можно считать, что у них цикличность намного выше, чем у кристаллогидратов и других материалов при такой энергоемкости. 5. Теплота образования соединений широко известное понятие и используется для определения тепловых эффектов химических реакций. 6. В кандидатской диссертации и в указанных источниках некоторые реакции систем выявлены «вручную» и подтверждены РФА. На них ссылаюсь с тем, чтобы показать, что, выявленные разработанной нами программой химические реакции, не отличаются от приведенных в указанных работах. 7 – 9. Системы проанализированы на энергетическую эффективность, эффективность их очевидна. 10. Гелиоустановка приведена для использования в качестве термохимического аккумулятора. И время зарядки-разрядки зависит от объемов используемых компонентов. 11. Сама конструкция имеет большую теплообменную поверхность с электронагревательными элементами в трубках с ФТАМ во всем объеме бака. Толщина ФТАМ 0,5 – 1 см, что позволяет быстрому фазовому переходу ФТАМ во всем объеме ТА. Эффективность очевидна и подтверждалась лабораторными исследованиями. 12. В выводе 3.2. написано «Все разработанные энергетические системы и конструктивные элементы...», каковым и является гелиоколлектор. 13. В формуле 4.8. nd – число домов в населенном пункте, N_{id} – среднесуточное потребное количество электроэнергии каждым домом в кВт·ч. Поэтому умножается на число суток в году 365. По формуле определяется общая потребляемая электроэнергия населенным пунктом. Пиковые мощности по видам потребляемой энергии потребителем приведены в графиках нагрузки (на рис. 4.6 для одного дома, 4.7, 4.8 для характерных дней июля и января для МЭК, 4.10). 14. В работе разработана методика оптимизации систем энергоснабжения с учетом всех существующих систем, элементов и местных условий, а не разработка оптимальной системы т. к. это зависит от конкретных местных условий. И введенная в исходную информацию при апробации программы система ССЭЛ вовсе не СЭС с термодинамического преобразования, а полупроводниковая. Обозначена так для удобства сочетания с обозначением солнечной системой теплоснабжения ССТ. ТНУ были включены как перспективные при анализе программой (см. табл. 4.7 стр. 238 и слайд 26). 15. При использовании для теплового аккумулирования фазопереходных материалов необходимый ее объем определяется по формулам 4.34, 4.35, которые приведены на стр 222. Конечно, от условий потребителя, конкретной местности зависит необходимый объем и емкость АТ. При оптимизации работы МЭК программой выбирают удовлетворяющий конкретного потребителя режим работы и объемы АТ. 16. Согласен, название таблицы не удачное. Но в тексте говорится, что с изменением в таблице *Excel* площади СК автоматически меняется Δf , и таблица служит для выбора оптимальной площади СК по усовершенствованному f -методу. Средние тепловые энергии по месяцам в таблице округлены и сильно отличаются летние месяцы от зимних, но в сезон она примерно одинаковы. Данная таблица приведена для пояснения принципа оптимизации площади коллекторов. Более точные графики нагрузок МЭК приведены на графиках 4.7, 4.8 и 4.9 (стр. 246 - 247). 17. Имеется в виду не меньше, чем энергия необходимая потребителю, т.е генерация энергии с резервом на 5 ГДж. 18. На схеме для МикроГЭС изображен генератор постоянного тока, это синхронный генератор с встроенной в корпус тиристорной (полупроводниковой) системой выпрямления тока.

Председатель:

Приступаем к дискуссии и обсуждению. Есть желающие выступить?

Попель О. С.:

Я только вчера вернулся с конференции проводимой Росатомом. Конференция была крайне интересная. Как ни странно, в ней полдня говорилось о возобновляемых источниках энергии. Росатом обеспокоен перспективами своего развития. Росатом $\frac{3}{4}$ своего дохода получает от строительства атомных электростанций за рубежом. Но там их подпирал ВИЭ и ВИЭ стали реальным их конкурентом. Росатом признал, что на мировом рынке возобновляемая энергетика является их прямым конкурентом. А ведь совсем недавно ситуация была совсем иной. Поэтому Росатом создает свое подразделение по развитию установок преобразования возобновляемых источников энергии. В связи с этим актуальность рассматриваемой работы не вызывает сомнений. Решение о выносе работы Бабы Джабраиловича на наш Совет принималось достаточно долго. Бабы Джабраиловича отличает интерес ко всему, что касается возобновляемых источников и трудолюбие. Первоначальный вариант диссертации и автореферата был огромен. Диссертация была значительно доработана с учетом замечаний наших специалистов после рассмотрения на нашем семинаре. Работу рассмотрели по термодинамической части Владимир Юрьевич, а по части возобновляемой энергетике я и Семен Ефимович. Было рекомендовано написать две статьи в журнал «Теплофизика высоких температур». Статьи прошли рецензию и были опубликованы. Работу можно условно разделить на две части: на химическую, в которой, по мнению многих специалистов, сделан новый шаг в развитии направления выявления термохимических реакций; и части по использованию возобновляемой энергетике. По первой части Баба Джабраилович контактировал с известным специалистом Цицерманом В. Ю., который достаточно высоко оценил первую часть работы. По второй части, конечно, задача сложная, и много еще вопросов не решенных остаются. Надеемся, что в дальнейшем над этими задачами работа будет продолжена. Я призываю всех поддержать эту работу.

Председатель:

Спасибо. Олег Сергеевич! Еще есть желающие? Виктор Михайлович!

Зайченко В. М.:

Обычно когда говорят о возобновляемых источниках энергии, говорят много. Если проанализировать данные за последние 20 лет по проектным организациям, которые проектируют энергоустановки в нашей стране, то окажется, что для многих регионов энергоустановки на основе возобновляемых энергоисточников будут дешевле, чем традиционная энергоустановки. И в то же время мы отстаем. В чем причина отставания? В резервировании, аккумулировании, о чем говорит Баба Джабраилович. На Западе большое внимание уделяется резервированию. Возобновляемые источники там резервируются сетями. Нам резервирование сетями не подходит. В силу наших условий и особенностей нашей структуры нам надо развивать распределенную энергетiku. Работа, которую мы сегодня рассматриваем, исключительно актуальна для нашей страны. Нам надо поддерживать такие работы, которые дают базу для развития отечественной возобновляемой энергетике. В диссертации рассмотрены создание систем энергоснабжения, а не расчет коэффициентов теплоотдачи, Олег Арсентьевич (*обращаясь к Синкевичу О. А.*). Данные разработки можно использовать при проектировании конкретных энергоустановок для конкретных потребителей. Мы должны поддержать эту работу, потому что она и престижна для нашего института. Спасибо!

Председатель:

Спасибо! Виктор Михайлович Масленников!

Масленников В. М.:

Конечно, технико-экономические расчеты нужно выполнять корректно. Стоимостные показатели да меняются. Но их все равно нужно проводить. Или в долларовом эквиваленте. В качестве эталона можно взять удельные капитальные затраты на паротурбинную электростанцию с детальным описанием. Резервируемая установка должна быть минимально капиталоемкой. Бонусы в Дагестане, как в Европе, никто не даст. Что касается

диссертации, я поддерживаю и считаю, что выполнен большой объем работы. Пояснен комплекс вопросов. Диссертация – это квалификация человека и по тому, как диссертант разобрался и как он защищается, я считаю, что он достоин присуждения ученой степени доктора технических наук.

Председатель:

Спасибо! Виктор Михайлович!

Батенин В. М.:

Можно мне сказать?

Председатель:

Пожалуйста.

Батенин В. М.:

Так случилось, что Олег Сергеевич вчера был на совещании, которое проводил Росатом, а я проводил заседание научного совета Академии наук по прямому преобразованию энергии. Выступающие отметили перспективы развития и сегодняшнее состояние фотоэлектрических методов преобразования возобновляемых источников энергии. Нам пора серьезно относиться к развитию энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии. Цифры: сегодня установленная мощность фотоэлектрических преобразователей в Европе 100 ГВт. Установленная мощность всех энергоустановок на основе возобновляемых энергоисточников 230 ГВт. Установленная мощность всех энергоустановок России 220 ГВт. Чувствуете масштабы? Это говорит о том, что нам надо серьезно относиться к развитию возобновляемых энергоустановок. Это первое, что я хотел сказать. Второе. Все работы, которые печатаются, можно разделить на два класса. Рассматриваются разные сочетания энергоустановок. Я привел уже данные, которые приводил Баба Джабраилович, что количество сочетаний могут быть колоссальным. Виктор Михайлович Масленников прав, что глубокие технико-экономические данные отсутствуют. Кто-то внес одну идею, другую, третью и т.д. Это очень большой класс работ, который при желании воспользоваться результатами ничего не дает. Но до конца никто не провел все расчеты. Работа Бабы Джабраиловича относится к другому классу работ. В ней рассматривается одно, но очень глубоко. И это достоинство рассматриваемой работы. Углубленный анализ физико-химических методов поиска энергоемких фазопереходных теплоаккумулирующих материалов может лечь в основу разработки энергоустановок с учетом условий местности. Эту часть работы Баба Джабраилович выполнил, и этим могут воспользоваться все. И последнее. Олег Сергеевич говорил, что Росатом вернулся к проблемам возобновляемой энергетики. Пока слова. Но, проблемы остаются. Страна, которая выпускает лучшие в мире вертолеты не в силах делать лопасти для ветроагрегатов? Для ветроустановки мощностью 3 МВт нужна 100 м башня, 100 м диаметр ветряка и 100 т гондолу. Сегодня мы не можем этого делать. Что Росатом обратился к этим вопросам – это очень хорошо, было бы еще лучше и правильнее, если бы и космическая промышленность обратила внимание. Мы проявили интерес к этой работе, так как я считаю, что Баба Джабраилович сделал большой шаг в направлении освоения возобновляемых энергоисточников. Я призываю всех членов Совета поддержать эту работу и голосовать за присуждения ему степени доктора технических наук.

Председатель:

Спасибо, Вячеслав Михайлович. Кто еще хочет высказаться?

Я хочу полностью присоединиться к сказанному Вячеславом Михайловичем, и сказать несколько слов. Действительно, в последнее время в развитии возобновляемой энергетики идет прорыв, в частности в Америке. Когда говорим об импортозамещении, мало делаем и говорим о возобновляемой энергетике. Поэтому, безусловно, такие работы, школы, нам надо поддерживать, что я и сделаю.

Синкевич О. А.:

Можно мне еще вопрос?

Председатель:

Пожалуйста.

Синкевич О. А.:

Баба Джабраилович, в Италии, Греции, да и в других европейских странах встречается много домов с солнечными коллекторами на крышах. Почему в Дагестане нет таких домов?

Бабаев Б. Д.:

Потому что энергоснабжение российским газом пока дешевле обходится.

Председатель:

Перед тем как провести счетную комиссию заключительное слово Бабе Джабраиловичу.

Бабаев Б. Д.:

Спасибо! Хочу поблагодарить председателя совета, Алексея Юрьевича, всех членов Совета. Спасибо научному консультанту Валерию Валентиновичу. Спасибо всем оппонентам, Павлу Павловичу, Михаилу Георгиевичу и Валерию Владимировичу. Большое спасибо Олегу Сергеевичу, Семену Ефимовичу и Владимиру Юрьевичу, благодаря которым работа приобрела предлагаемый окончательный вид. Спасибо Леониду Бенциановичу, который был очень внимателен и пропускал через себя всю работу, как через фильтр. Всем вам большое спасибо, что пришли и вытерпели меня. Спасибо.

Председатель:

Спасибо. Переходим к выбору счетной комиссии. Предлагается избрать счетную комиссию в составе: Зайченко Виктор Михайлович (председатель комиссии), Климов Анатолий Иванович, Чиннов Валерий Федорович. Есть возражения? Нет. (*Счетная комиссия выбирается единогласно*).

(*Проводится процедура тайного голосования*).

Председатель:

Слово для оглашения результатов тайного голосования предоставляется председателю счетной комиссии Зайченко В. М.

Зайченко В. М.:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве **25** членов, на заседании присутствуют **20** членов совета, из них **7** докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации. Роздано **20** бюллетеня, остались не розданными **5**. В урне оказалось **20** бюллетеней.

Результаты голосования:

За присуждение ученой степени доктора технических наук **Бабаеву Бабе Джабраиловичу** проголосовало **19** членов диссертационного совета, **против – нет, недействительных бюллетеней – 1.**

Председатель:

Предлагается утвердить протокол счетной комиссии. Прошу голосовать. (*Протокол счетной комиссии утверждается единогласно*). Диссертационный совет должен принять заключение по диссертации Бабаева Б. Д. и утвердить его. Проект заключения роздан. У кого есть замечания или дополнения?

(*Члены диссертационного совета обсуждают проект заключения*).

Предлагается принять заключение с обсужденными нами изменениями. Прошу голосовать. (*Утверждается единогласно открытым голосованием*). Заседание диссертационного совета объявляется закрытым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.110.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ

АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 08.06.2016 № 3

О присуждении Бабаеву Баба Джабраиловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование энергосистем на основе возобновляемых источников с фазопереходным аккумулированием тепла» в виде рукописи по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы принята к защите 01.03.2016, протокол №2 диссертационным советом Д 002.110.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 75/нк от 15.02.13 г.

Соискатель Бабаев Баба Джабраилович, 1958 года рождения, в 1982 году окончил факультет «Теплоэнергетическое строительство» Московского инженерно-строительного института имени В. В. Куйбышева.

Диссертацию «Химические превращения и фазовые равновесия системы Li,Na,Ca,Ba//F,MoO₄» на соискание ученой степени кандидат химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия защитил в 1996 году в диссертационном совете, созданном на базе Кубанского государственного технологического университета. Диплом КТ №025608.

Работает доцентом на кафедре «Возобновляемые источники энергии» физического факультета в ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Дагестанский государственный университет».

Научный консультант – доктор технических наук Волшаник Валерий Валентинович, профессор кафедры гидравлики и водных ресурсов ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

Официальные оппоненты:

Безруких Павел Павлович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделением новых технологий и нетрадиционной энергетики ОАО Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, (119071, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 19);

Тягунов Михаил Георгиевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.17);

Харченко Валерий Владимирович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела возобновляемых источников энергии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» (109456, г. Москва, 1-й Вешняковский проезд, д. 2)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений», г. Москва в своем положительном заключении, подписанном начальником отделения гидравлических исследований Центра исследований и разработок к.т.н. Ковалевым Станиславовичем Васильевичем и д.т.н, главным научным сотрудником Историком Борисом Львовичем, утвержденным Генеральным директором АО «НИИЭС» Ю.Б. Шполянским, указала, что в диссертации:

1. Экспериментально и теоретически исследованы фазовые равновесия многокомпонентных систем $Li, Na, Ca, Ba / F, MoO_4$ и изучены их свойства.

2. Впервые научно обоснованы и разработаны алгоритм и программа для выявления термодинамического взаимодействия в многокомпонентных системах в зависимости от температуры, выявлены температуры, при которых тепловой эффект реакции достигает максимального значения.

3. Выявлены химические реакции с определением тепловых эффектов при повышении температуры до 500 К, протекающие в реальных системах, и выбраны наиболее энергоемкие из них для теплового аккумулирования энергии.

4. Предложены эффективные конфигурации энергоустановок на основе ВИЭ и фазопереходных тепловых аккумуляторов.

5. Разработана методика оптимизации параметров комбинированного энергокомплекса с учетом накопителей энергии.

6. Научно обоснованы и разработаны методика, алгоритм и ПВК многокритериальной оптимизации энергоснабжения потребителей за счет использования аккумуляторов энергии и возобновляемых источников энергии с учетом особенностей региона.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при разработке более эффективных комбинированных энергетических систем на основе ВИЭ, «местных энергосистем». Наряду с четкой научной направленностью и яркими научными результатами, полученными в диссертации, работа Б.Д. Бабаева имеет практическую направленность и может быть востребована не только в Дагестане, но и в других районах нашей страны, где используются возобновляемые источники энергии.

Основные результаты диссертации опубликованы в 85 источниках, из которых 39 относятся к рецензируемым журналам, рекомендованным ВАК России. Публикации Бабаева Б.Д. проверены на предмет их авторства. Работа доложена и обсуждена на более чем 30 международных и всероссийских конференциях. Основные работы:

1. *Бабаев Б. Д.* Аккумуляторы тепла при использовании возобновляемых источников энергии. Перспективные направления новых разработок // Энергетик. 2016. № 3. С. 19-22.
2. *Бабаев Б. Д.* Ресурсы возобновляемых источников энергии Республики Дагестан: Учебно-справочное пособие. –Махачкала: Изд-во «Радуга», 2015. –102 с.
3. *Бабаев Б. Д.* Новые фазопереходные материалы для теплового аккумулирования энергии возобновляемых источников и их экологическая безопасность // Альтернативная энергетика и экология. 2015. №20. С. 14-18.
4. *Бабаев Б. Д.* Высокотемпературные фазопереходные теплоаккумулирующие материалы на основе системы $Li, Na, Ca, Ba / F, MoO_4$ и их свойства // Теплофизика высоких температур. 2014. Т. 52. № 4. С. 568-571.
5. *Бабаев Б. Д., Волшаник В. В.* Сравнительная оценка экологического влияния разных систем энергоснабжения, выполненная в программе «Optimum» // Вестник Московского энергетического института. 2014. №4. С. 29-32.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Д.х.н., профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» Бурылин Михаил Юрьевич (350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149) – отзыв положительный с замечанием:

1. К сожалению, в автореферате отсутствуют данные по эффективности работы фазопереходных тепловых аккумуляторов, не оценены потери энергии в том или ином виде. Д.т.н, профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции и теплотехника» Южно-Российского государственного политехнического университета имени М.И. Платова Ефимов Николай Николаевич (346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132) – отзыв положительный с замечаниями:

1. Не для всех энергоустановок на базе ВИЭ нужна тепловая аккумуляция. Напри-

мер, для биогазовой энергоустановки накопителями энергии являются исходные ресурсы; для ветровых, микро-ГЭС и солнечных энергоустановок на базе фотопреобразователей более необходимы электроаккумуляторы.

2. Не обозначены температурные диапазоны тепловой аккумуляции. Известно, что существуют определенные температуры, которые необходимо поддерживать при тепло-снабжении: для горячего водоснабжения $60\text{ }^{\circ}\text{C}$; для отопления $90 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$; для солнечных энергоустановок на базе параболоцилиндрических концентраторов $400 - 450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Принятые в работе тепловые эффекты при температурах 298 К и 500 К не поддерживают эти диапазоны температур.

3. В научной новизне отмечено, что «научно обоснованы и разработаны алгоритм, блок-схема и программа...», однако в содержании автореферата нет ни алгоритма, ни блок-схемы, ни компьютерной программы в том виде, как обычно они представляются.

4. Обозначения величин в формулах не имеют размерностей. Однако если взять предполагаемые размерности уравнения (2), то в правой части слагаемые имеют разные размерности величин (кДж/моль), деленные, а затем и умноженные, то на температуру в первой степени, то во второй степени, а то и в третьей степени. И как тогда их можно складывать.

5. В научной новизне сказано, что «разработаны конструкции фазопереходных тепловых аккумуляторов», однако в автореферате нет таких конструктивных схем.

6. Не все окончательные выводы содержат доказательную конкретику. Например, пункт 6: «Система энергоснабжения автономного потребителя должна базироваться на создании небольших автономных установок,...» – каких установок по мощности, соотношения между выбираемыми установками по мощности, по объему аккумуляции.

Д.т.н., профессор, Генеральный директор ОАО «Геотермнефтегаз» Алиев Расул Магомедович (367025, г. Махачкала, пр. И. Шамиля 55 а) – отзыв положительный с замечаниями:

1. Некоторые разработанные автором фазопереходные теплоаккумулирующие материалы имеют температуру плавления более $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Получение таких температур в солнечных установках требует применения концентраторов солнечного излучения. Из автореферата не ясно, как будут использованы такие материалы в аккумуляторах тепла в предлагаемых энергоустановках.

2. Приложения перегружены информацией.

Д.т.н., профессор, руководитель Отдела энергетики и геотермомеханики Института проблем геотермии ДНЦ РАН Алишаев Мухтар Гусейнович (367015, г. Махачкала, пр. Шамиля 39 а) – отзыв положительный замечаний нет.

Д.т.н., профессор, заместитель руководителя департамента поддержки проектирования, строительства и эксплуатации АЭС АО «ВНИИАЭС» Павлов Александр Сергеевич (109507, г. Москва, Ферганская ул., д. 25) – отзыв положительный с замечанием:

1. В работе основное внимание уделено вопросам компенсации неравномерности выработки электроэнергии ВИЭ малой мощности; между тем исследованные системы могли бы быть также применены для повышения регулировочных возможностей атомных электростанций, работающих обычно в базовом режиме.

Д.т.н., Генеральный директор ООО «Центр сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов» Булаева Нуржаган Маисовна (119501, г. Москва, ул. Веерная 3, к.4, кв. 51) – отзыв положительный с замечанием:

1. Требуется дополнительное обоснование научной новизны разработанной методики оптимизации систем энергоснабжения автономных потребителей по экологическим критериям.

Д.т.н., Президент Инновационно-технологического Центра (НП ИТЦ) «ИнТех-Дон» Бринк Иван Юрьевич (346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Троицкая 39/166) – отзыв положительный, замечаний нет.

Д.т.н., профессор кафедры Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики Института природообустройства имени А.Н. Костякова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Дмитрий Васильевич Козлов (127081, г. Москва, проезд Дежнева дом 34, кв. 152) – отзыв положительный с замечаниями:

1. «Интенсивное развитие технологий использования возобновляемых источников энергии...», о котором пишет соискатель в самом начале автореферата, не есть некоторое модное течение в современной энергетике. Оно возникло совершенно закономерно в связи с интенсификацией процессов самого серьезного в истории Земли кризиса развития цивилизации – глобального потепления, кризиса, причиной которого является безудержное увеличение потребления ископаемого органического топлива. Переход на использование экологически чистых возобновляемых энергоисточников является единственным разумным путем выхода из этого кризиса и перспективой будущего развития энергетике. Этот аспект актуальности выполненных соискателем исследований недостаточно четко обозначен в автореферате и, возможно, в самой диссертации.

2. В автореферате не показано, в течение какого времени (или бесконечно долго) может эксплуатироваться теплоаккумулирующий материал в составе энергоустановки, преобразующей возобновляемый источник энергии.

3. В автореферате не сделаны попытки объяснить, какие особенности физико-химического строения вещества определяют те или иные фазопереходные свойства тех или иных материалов или их комбинаций.

Д.т.н., профессор кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии национального исследовательского университета МЭИ Александровский Алексей Юрьевич (119602, г. Москва, улица Академика Анохина, дом 6, корп. 3, кв. 616) – отзыв положительный с замечаниями:

1. Представляется недостаточно акцентированной оценка экологических достоинств возобновляемых источников энергии, сделанная в автореферате и необходимая при обосновании эффективности их максимального использования;

2. Не приведено обоснование достоинств метода аккумулирования энергии с использованием фазопереходных процессов по сравнению с другими методами аккумулирования энергии.

Д.т.н., заместитель начальника отдела водохранилищ и охраны окружающей среды ОАО «Институт Гидропроект», заслуженный энергетик РФ Асарин Александр Евгеньевич – отзыв положительный с замечаниями:

1. В диссертации не указано четко, что мировые усилия по совершенствованию технологий преобразования возобновляемых источников энергии стали реакцией на зафиксированное глобальное потепление климата и стремлением экологически улучшить баланс первичных источников энергии;

2. В работе не приведены научные обоснования преимуществ аккумулирования энергии с помощью фазопереходных процессов по сравнению с другими способами прямого или косвенного аккумулирования энергии.

Д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории термодинамики веществ и материалов ФГБУН Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе Каплун Александр Борисович – отзыв положительный с замечаниями:

1. На с. 8 автор пишет «Впервые получены диаграммы состояния и составы эвтектик МКС на основе Li,Na,Ca,Ba/F,MoO₄, методом количественного ДТА определены энтальпии плавления эвтектических составов. Некоторые диаграммы состояний показаны на рис. 1, 2». Этот тезис иллюстрируется данными, приведенными на с. 9, о системах меньшей компонентности: политермическими разрезами системы Li,Ca,Ba/F, MoO₄ и схемой поверхности ликвидуса системы Li,Ba/F,MoO₄. На с. 10 автор утверждает, что им подтверждена матрица смежности системы Li,Na,Ca,Ba/F,MoO₄. Целесообразно было бы сделать ссылку на эту работу. Было бы правильно включить в а/р построенную автором

схему «древа кристаллизации», поскольку она полностью описывает строение исследованной автором диаграммы плавкости семикомпонентной системы, сведения о которой в реферате отсутствуют.

2. В списке условий, соблюдение которых необходимо для выявления уравнений химических реакций, отсутствует очевидное условие электронейтральности.

3. Для расчета тепловых и объемных эффектов при плавлении эвтектик необходимо знать зависимость избыточных энтальпии и объема расплава от его состава, т.е. необходимо иметь термодинамическую модель расплава. Из текста а/р можно предположить, что авторы использовали модель ионных расплавов, в которой избыточные энтропия и объем равны нулю. Это обстоятельство желательно было бы специально отметить в автореферате.

4. Многие из изученных автором потенциально пригодных для работы ТА веществ, особенно галогениды, обладают высокой токсичностью. Учитывались ли при выборе оптимального состава рабочего вещества ТА вопросы экологической безопасности в случае аварийной ситуации?

Выбор Безруких Павла Павловича в качестве оппонента обоснован тем, что он является крупным специалистом в области использования возобновляемых источников энергии. В настоящее время основные исследования П.П. Безруких связаны с изучением состояния энергетики России, основанной на возобновляемых энергоисточниках, и прогноза ее развития.

Основные публикации П.П. Безруких, близкие к тематике диссертации:

1. Безруких П.П. К вопросу об энергосбережении и повышении энергетической эффективности экономики России // Энергетическая политика. 2011. №1. С. 4-40.
2. Безруких П.П., Безруких П.П. (мл). Об индикаторах состояния энергетики и эффективности возобновляемой энергетики // Вопросы экономики. 2014. №8. С. 92- 105.
3. Безруких П.П., Карabanов С.М., Шущканова Т.А. Энергетика будущего. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии. Тонкоплёночные солнечные элементы и модули (техника, экономика, анализ рынка, перспективы развития). – М.: ООО «ИДЭНЕРГИЯ», 2014. –84 с.

Выбор Тягунова Михаила Георгиевича в качестве оппонента обоснован тем, что он является ведущим специалистом в области возобновляемых источников энергии. В настоящее время основные исследования М.Г. Тягунова связаны с оптимизацией структур гибридных энергетических комплексов на основе возобновляемых источников энергии с потребителями различного типа. Основные публикации М.Г. Тягунова, близкие к тематике диссертации:

1. Васьков А.Г., Тягунов М.Г. Оптимизация структуры гибридных энергетических комплексов с потребителями различного типа // Энергетик. 2013. №6. С. 97-100.
2. Тягунов М.Г., Шарапов С.А., Шуркалов П.С. Гибридные энергетические комплексы и алгоритмы управления ими // Вестник МЭИ. 2013. №4. С. 64-67.
3. Васьков А.Г., Коваленко Е.А., Тягунов М.Г., Шарапов С.А. Использование гибридных энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии в распределенной энергетике // Энергетик. 2014. №2. С. 25-27.

Выбор Харченко Валерия Владимировича в качестве оппонента обоснован тем, что он является ведущим специалистом в области возобновляемых источников энергии. В настоящее время основные исследования В.В. Харченко связаны с созданием и оптимизацией микросетей (микроэнергокомплекса – МЭК) на основе возобновляемых источников энергии и систем автономного теплоснабжения потребителей с использованием низкопотенциальных источников тепла. Основные публикации Харченко В.В., близкие к тематике диссертации:

1. Харченко В.В., Адомавичюс В., Гусаров В.А. Микросеть на основе ВИЭ как инструмент концепции распределенной энергетики // *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*. 2013. № 2 (119). С. 80-85.
2. Klychev Sh.I., Bakhranov S.A., Klychev Z. Sh., Kharchenko V.V. Optical media as a way to improve performance of solar concentrator photoelectric devices // *Applied Solar Energy*. 2012. Т. 48. № 2. С. 123-125.
3. Chemekov V.V., Kharchenko V.V. The heat supply system for a self-contained dwelling house on the basis of a heat pump and wind power installation // *Thermal Engineering*. 2013. Т. 60. № 3. С. 212-216.

Ведущая организация

Выбор АО «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» в качестве ведущей организации обоснован тем, что АО «НИИЭС» является одним из широко известных научных центров, изучающих проблемы строительства сооружений и технического регулирования в сфере малой энергетики, использования возобновляемых энергоисточников, энергий течений вод для автономного энергоснабжения, и исследования факторов влияния гидроаккумулирующих электростанций и других объектов малой энергетики на экологию. Основные публикации сотрудников организации, близкие к тематике диссертации:

1. Усачев И. Н. Возобновляемые источники энергии и основы распределенной энергетики. Учебник для студентов энергетических, физических, технических и химикотехнических вузов. –М.: Минобрнаука РФ. 2016. –106 с.
2. Рубин О.Д., Магрук В.И., Самосейко А.Н., Гурьевич Т.Б., Дмитриева И.Л., Юдкевич А.И., Филиппов Г.Г., Захаров В.И. Исследование факторов влияния гидроаккумулирующих электростанций на речные бассейны // *Вестник РАЕН*. 2011. № 1. С. 76-85.
3. Ливинский А.П., Редько И.Я., Филин В.М. Пути решения проблем автономного энергоснабжения потребителей удаленных регионов России // *Энергетик*. 2010. № 4. С. 22-26.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана новая методика и программная реализация многокритериальной оптимизации систем энергоснабжения, позволяющая получать необходимые технические данные для проектирования энергогенерирующих установок, определять рациональный тип источника энергии, выбирать оптимальный вариант энергоснабжения, сохранять стабильное состояние природной среды при создании безопасной и комфортной среды жизнедеятельности;
- разработана методика и программа описания термохимических реакций в любой точке фигуры конверсии МКС независимо от состава компонентов, которая позволяет определить температуры, при которых реакции обладают наибольшим тепловым эффектом; определять объемные расширения при химических реакциях;
- предложены новые схемы и конструктивные элементы использования возобновляемых источников энергии и фазопереходного теплового аккумулирования, впервые выявленные энергоемкие составы эвтектик и химические реакции для фазопереходного и термохимического аккумулирования;
- доказана возможность применения разработанных методик, составов и систем для оптимизации энергоснабжения потребителя за счет местных возобновляемых источников энергии с фазопереходным тепловым аккумулированием при сохранении стабильного состояния природной среды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказана возможность автоматизации процесса выявления химических взаимодействий в многокомпонентных системах независимо от числа компонентов;

- применительно к проблематике диссертации результативно использованы программно-вычислительный комплекс (программы «*Optimum*», «*Optimization of energysystems*» и «ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ реакций в МКС в зависимости от температуры») для оптимизации энергоснабжения конкретного автономного потребителя и для выявления термохимических реакций в МКС Li, Na, Ca, Ba, // F, MoO₄; Li, Na, K, Mg // F, Cl, Br, SO₄;
- предложены способы теплового аккумулирования, пути использования теплоаккумулирующих материалов и возобновляемых источников энергии в Российской Федерации и Республике Дагестан;
- дан анализ мировых тенденций развития теплового аккумулирования и возобновляемой энергетики;
- научно обоснована методика оптимизации энергоснабжения потребителя по технико-экономическим, энергетическим, экологическим и социальным показателям.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны и апробированы методика, алгоритм и программа оптимизации энергоснабжения автономных потребителей, конструктивные элементы и энергетические системы использования возобновляемых источников энергии с фазопереходным и термохимическим тепловым аккумулированием;
- разработаны и апробированы алгоритм и программа описания термохимического взаимодействия многокомпонентных систем; программа позволяет уменьшить трудоемкость исследований, выявить химические взаимодействия без привлечения объемных геометрических построений, получить зависимость направленности химических реакций при любой температуре;
- выявлены составы эвтектик и построены уравнения энергоемких термохимических реакций во взаимных системах, состоящих из фторидов, хлоридов, нитратов, молибдатов, сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов, которые могут быть использованы для разработки фазопереходных и термохимических аккумуляторов, электролитов для химических источников тока;
- определены ресурсы солнечной, ветровой и волновой энергии для Республики Дагестан;
- ряд выявленных составов эвтектики и разработанных энергетических систем внедрены в практику.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при разработке более эффективных комбинированных энергетических систем на основе ВИЭ не только в Дагестане, но и в других районах нашей страны.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- расчеты ресурсов ВИЭ базируются на применении современных методик определения ресурсов;
- использованы современные методы и приборы для исследования физико-химических свойств многокомпонентных систем;
- результаты экспериментальных исследований получены на сертифицированном оборудовании;
- характеристики, полученные при апробации разработанных программ, согласуются с результатами исследований других авторов;
- установлено удовлетворительное совпадение результатов численных и экспериментальных исследований автора.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке методик, алгоритмов, программ выявления химических реакций в многокомпонентных взаимных системах и оптимизации энергоснабжения потребителей;

экспериментальных исследованиях и определении количественных данных по фазовым равновесиям систем, образованных комбинациями Li, Na, Ca, Ba, // F, MoO₄ и системы NaF – NaNO₃ – NaCl;

- разработке новых экологически безопасных энергетических систем и их конструктивных элементов;

- выявлении химических и термохимических реакций, протекающих в системах Li, Na, Ca, Ba, // F, MoO₄ и Li, Na, K, Mg // F, Cl, Br, SO₄;

- апробация результатов исследований проводилась на более чем 30 международных и всероссийских научных конференциях, в которых автор принимал непосредственное участие. Все публикации по выполненной работе подготовлены при личном участии Бабаева Б. Д.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием основной идеи диссертации – обоснованием целесообразности и необходимости широкого использования чистых возобновляемых источников энергии и применения методов аккумуляции энергии путем использования фазопереходных и термохимических процессов с целью оптимального энергоснабжения потребителей.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную самостоятельную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную для отечественной энергетики тему. Совокупность сформулированных в диссертации положений может быть квалифицирована как решение актуальной народнохозяйственной проблемы расширения использования экологически чистых возобновляемых источников энергии. Диссертация Б.Д. Бабаева соответствует критериям п. 9 Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842.

На заседании 08.06.2016 диссертационный совет принял решение присудить Бабаеву Б.Д. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы и 13 докторов наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0, действительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета Д 002.110.03

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор



Вараксин А.Ю.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.03