

Протокол № 125
заседания диссертационного совета Д 212.064.01,
созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном
учреждении высшего образования «Ивановский государственный
энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ),

от 24 ноября 2017 года

при защите диссертации ЛАРИНА Андрея Борисовича
на тему «Разработка метода химического контроля на основе измерений
электропроводности и pH и совершенствование систем обеспечения
водно-химического режима на ТЭС»
по специальности 05.14.14 - «Тепловые электрические станции,
их энергетические системы и агрегаты»
на соискание ученой степени доктора технических наук

Присутствуют 17 членов диссертационного совета из 22:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Шуин Владимир Александрович (председатель) | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 2. Ларин Борис Михайлович (зам. председателя) | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 3. Бушуев Евгений Николаевич (ученый секретарь) | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 4. Елин Николай Николаевич | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 5. Барочкин Евгений Витальевич | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 6. Бухмиров Вячеслав Викторович | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 7. Копсов Анатолий Яковлевич | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 8. Куликов Александр Леонидович | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 9. Мизонов Вадим Евгеньевич | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 10. Очков Валерий Федорович | д-р техн. наук, 05.14.14 |
| 11. Попов Геннадий Васильевич | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 12. Савельев Виталий Андреевич | д-р техн. наук, 05.14.02 |
| 13. Султангузин Ильдар Айдарович | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 14. Созинов Владимир Петрович | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 15. Соколов Анатолий Константинович | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 16. Шелгинский Александр Яковлевич | д-р техн. наук, 05.14.04 |
| 17. Шувалов Сергей Ильич | д-р техн. наук, 05.14.14 |

а также официальные оппоненты, преподаватели и сотрудники университета.

Председательствующий профессор Шуин Владимир Александрович на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания.

Списочный состав совета 22 человека. Присутствуют на заседании 17 членов совета из 22, в том числе докторов наук по специальности 05.14.14 – 6. Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите докторской диссертации ЛАРИНА Андрея Борисовича на тему «Разработка метода химического контроля на основе измерений электропроводности и pH и совершенствование систем обеспечения водно-химического режима на ТЭС».

Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 6 июля 2017 года, протокол № 119.

Официальные оппоненты:

- Петрова Тамара Ивановна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», профессор кафедры «Теоретические основы теплотехники им. М.П. Вукаловича»;
- Лаптев Анатолий Григорьевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», заведующий кафедрой «Технология воды и топлива»;
- Шарапов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Ведущая организация Открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва.

Ученый секретарь Совета Бушуев Е.Н. кратко докладывает об основном содержании представленных документов и сообщает присутствующим, что все представленные документы соответствуют установленным требованиям.

Соискатель излагает основные положения диссертации и отвечает на вопросы членов совета: Бушуева Е.Н., Мизонова В.Е., Очкова В.Ф., Соколова А.К., Савельева В.А., Барочкина Е.В.

Председательствующий объявляет технический перерыв.

После перерыва совет продолжает свою работу.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа, оформленное в форме выписки из протокола из протокола № 5 расширенного заседания кафедры «Химия и химические технологии в энергетике» от 19 декабря 2016 года.

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации Открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт», г. Москва.

Ученый секретарь извещает членов совета, что на автореферат диссертации поступило 10 отзывов, все отзывы положительные: Одесский национальный политехнический университет; ОАО «ВТИ»; ООО «Аквахим»; НИУ «МЭИ» (2 отзыва); ООО «НПП «Техноприбор»; ПАО «Т Плюс» филиал «Ульяновский»; Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ); АО «Электрогорский научно-исследовательский

центр по безопасности атомных электростанций»; ОАО «НПП ЦКТИ».

С согласия членов диссертационного совета делается обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации и в отзывах на автореферат.

Выступает официальный оппонент Петрова Т.И. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Ученый секретарь оглашает положительный отзыв официального оппонента Лаптева А.Г., отсутствующего по уважительной причине. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Выступает официальный оппонент Шарапов В.И. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии участвуют члены Совета: Очков В.Ф., Барочкин Е.В., Бушуев Е.Н., Копсов А.Я.

После заключительного слова соискателя диссертационный совет переходит к тайному голосованию.

Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Савельев В.А., Куликов А.Л., Султангузин И.А.

После проведения тайного голосования председатель счетной комиссии Савельев В.А. оглашает протокол счетной комиссии с результатами голосования:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек.

Присутствовало на заседании 17 членов совета, в том числе докторов наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» – 6. Выдано бюллетеней – 17. Осталось не выданных бюллетеней – 5. Оказалось в урне бюллетеней – 17.

Результаты голосования по вопросу о присуждении Ларину А.Б. ученой степени доктора технических наук подано голосов: «за» – 17, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 17, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Ларина А.Б. с присуждением ему ученой степени доктора технических наук.

После обсуждения и внесения редакционных поправок Совет открытым голосованием единогласно (за – 17, против – нет) принимает следующее заключение:

**Заключение диссертационного совета Д 212.064.01 на базе
федерального государственного образовательного учреждения высшего
образования «Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук**

решение диссертационного совета от 24 ноября 2017 г. № 125

О присуждении Ларину Андрею Борисовичу, гражданину России, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка метода химического контроля на основе измерений электропроводности и pH и совершенствование систем обеспечения водно-химического режима на ТЭС» по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты» принята к защите 6 июля 2017 г., протокол № 119, диссертационным советом Д 212.064.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки №105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Ларин Андрей Борисович 1981 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование перспективных и традиционных ионитов и технологий ионирования маломинерализованных вод на ТЭС» защитил в 2006 году в диссертационном совете Д 212.064.01, созданном на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

Работает доцентом на кафедре «Химия и химические технологии в энергетике» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Химия и химические технологии в энергетике» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

– Петрова Тамара Ивановна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», профессор кафедры «Теоретические основы теплотехники им. М.П. Вукаловича»;

– Лаптев Анатолий Григорьевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», заведующий кафедрой

«Технология воды и топлива»;

– Шарапов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Открытое акционерное общество «Всероссийский дважды ордена трудового красного знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном: доктором технических наук, профессором, научным руководителем ОАО «ВТИ» Тумановским Анатолием Григорьевичем; кандидатом технических наук, заведующей лабораторией отделения водно-химических процессов тепломеханического оборудования ТЭС Овечкиной Ольгой Владимировной; заместителем заведующего отделения водно-химических процессов тепломеханического оборудования ТЭС Зезюлей Тamarой Викторовной, и утвержденном генеральным директором, кандидатом технических наук Реутовым Борисом Федоровичем, указала, что диссертационная работа Ларина А.Б. «Разработка метода химического контроля на основе измерений электропроводности и pH и совершенствование систем обеспечения водно-химического режима на ТЭС» отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», в частности, пунктов 9-14, утвержденного Правительством РФ от 24.09.2013 г. № 842 и может быть оценена положительно. Соискатель Ларин Андрей Борисович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты».

Соискатель имеет 125 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 54 работы, из них, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 23. Опубликовано 2 монографии, получено 7 патентов на изобретение и 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем составляет 55 печатных листов, авторский вклад – 20,6 печатных листа. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Основные результаты диссертационной работы изложены в следующих публикациях:

1. **Ларин А.Б.** Мониторинг водно-химического режима энергоблока ТЭС с ПГУ / А.Б. Ларин, А.В. Колегов // Вестник ИГЭУ. – 2013. – №3. – С. 14–18 (5/2,5).
2. **Ларин А.Б.** Совершенствование химического контроля водного режима на ТЭС на основе измерений электропроводности и pH / А.Б. Ларин // Вестник ИГЭУ. – 2014. – №5. – С. 10–14 (5/5).
3. **Ларин А.Б.** Совершенствование химического контроля водно-химического режима ТЭС на основе измерений удельной электрической проводимости и pH / А.Б. Ларин, Б.М. Ларин // Теплоэнергетика. – 2016. – №5. – С. 70–74 (5/2,5).
4. **Ларин А.Б.** Математическая модель ионных равновесий котловой воды барабанного котла / А.Б. Ларин // Вестник ИГЭУ. – 2012. – №3. – С. 10–13 (4/4).
5. **Ларин А.Б.** Расчетная оценка эффективности декарбонизации и деминерализа-

ции воды в схемах химического обессоливания / А.Б. Ларин // Энергосбережение и водоподготовка. – 2014. – №4. – С. 6–10 (5/5).

6. Ларин Б.М. Измерения электропроводности и pH в системах мониторинга водного режима ТЭС / Б.М. Ларин, А.В. Колегов, **А.Б. Ларин** – Иваново: ИГЭУ, 2014. – 332 с. (332/126).

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов из организаций: Одесский национальный политехнический университет (подписали: заведующий кафедрой «Технология воды и топлива», д-р техн. наук, профессор Кишневский В.А.; доцент той же кафедры, канд. техн. наук Кардасевич О.А.; заведующий кафедрой «Атомные электрические станции», д-р техн. наук, профессор Кравченко В.П.); ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (подписали: заведующая отделением «Водно-химические процессы тепломеханического оборудования ТЭС», канд. техн. наук Кирилина А.В.; заведующий лабораторией «Водный режим и коррозия оборудования ТЭС», канд. техн. наук Суслов С.Ю.); ООО «Аквахим» (подписал директор, д-р техн. наук Юрчевский Е.Б.); ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (подписал профессор кафедры «Теоретические основы теплотехники им. М.П. Вукаловича» д-р техн. наук, профессор Воронов В.Н.); ООО «Научно-производственное предприятие «Техноприбор» (подписал заместитель генерального директора, канд. техн. наук Киет С.В.); ПАО «Т Плюс» филиал «Ульяновский» (подписал заместитель главного инженера по тепловым сетям – технический директор Территориального управления по теплоснабжению в г. Ульяновск филиала «Ульяновский» ПАО «Т Плюс», д-р техн. наук, доцент Ротов П.В.); ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (подписала профессор кафедры «Тепловые электрические станции и теплотехника», д-р техн. наук, проф. Веселовская Е.В.); АО «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности атомных электростанций» (подписал главный эксперт-технолог, д-р техн. наук Гашенко В.А.); ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова» (подписал ведущий научный сотрудник сектора «водно-химических режимов» канд. техн. наук Евтушенко В.М.); ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (подписали: ведущий научный сотрудник кафедры «Теоретические основы теплотехники им. М.П. Вукаловича» канд. техн. наук, старший научный сотрудник Васина Л.Г. и старший научный сотрудник той же кафедры, канд. техн. наук, старший научный сотрудник Богловский А.В.).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, касаются вопросов связанных с методиками расчетов диагностических параметров, в частности, обоснования правильности выбора эмпирических коэффициентов принимаемых для расчета; необходимости сравнения полученных расчетных данных по концентрации потенциально-кислых веществ с измерениями общего органического углерода; рассмотрения в работе только традиционных водно-химических режимов (ВХР) без учета аминсодержащих ВХР; формулировок и оформления автореферата; обозначения величин.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соот-

ветствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их широкой известностью своими достижениями в области теплоэнергетики, которые позволяют им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод количественного определения на основе непрерывных измерений удельной электропроводности и рН таких важных нормируемых показателей, как концентрации аммиака, хлоридов, натрия в питательной воде и паре энергетических котлов, солесодержания и концентрации фосфатов в котловой воде барабанных котлов и котлов утилизаторов ПГУ, концентрации потенциально-кислых веществ в питательной воде прямоточных котлов, а так же, определение ряда показателей водного теплоносителя, применимых для совершенствования вспомогательных систем обеспечения водного режима ТЭС таких, как водоподготовительные установки, деаэрационные установки, системы охлаждения статора электрогенератора;

предложены оригинальные методики, алгоритмы, способы и устройства для практического использования разработанного метода в условиях непрерывного оперативного химического контроля и управления состоянием водно-химического режима основного контура и ряда вспомогательных систем ТЭС;

доказана возможность и перспективность использования теории растворов электролитов для расчетов рН и концентраций ионов и молекул отдельных компонентов в водных предельно-разбавленных растворах смеси электролитов, характерных для питательной, котловой воды и пара энергетических котлов, по измерениям электропроводности охлажденных проб до – и после Н-катионитовой колонки;

введено новое понятие «щелочной коэффициент», характеризующий режим фосфатирования котловой воды, параметров отношения концентраций гидрокарбонатов и хлоридов в Н-катионированной пробе питательной воды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

доказана возможность решения математической модели ионных равновесий многокомпонентного предельно-разбавленного водного раствора типа конденсата и котловой воды по измерениям электропроводности и рН с подбором характерных эмпирических коэффициентов, расширяющие границы применимости полученных результатов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** известные подходы теории растворов электролитов для моно-растворов электролитов, а так же, известные способы и устройства непрерывного измерения электропроводности и рН водных охлажденных (конденсированных) паровых растворов;

изложены расчетные методики и алгоритмы частных решений обобщенной системы уравнений математической модели ионных равновесий, применимые для типовых энергетических котлов и вспомогательных систем, способы регулирования значений рН и концентрации отдельных примесей (аммиака, фосфатов) в питательной и котловой воде, способы совершенствования традиционных систем химического обессоливания природ-

ных вод с повышенным содержанием органических примесей;

раскрыты возможности расширения измерительных и диагностических характеристик штатных отечественных приборов автоматического химического контроля: кондуктометров и рН-метров, обеспечивающие импортозамещение дорогостоящих зарубежных приборов и систем, возможности повышения технологических и экологических показателей систем обеспечения на ТЭС;

изучены особенности и взаимосвязи ионных равновесий минеральных и органических примесей питательной и котловой вод энергетических котлов, включая котлы-утилизаторы энергоблоков ПГУ и блоки суперсверхкритических параметров (ССКП), особенности водно-химических режимов котлов-утилизаторов ПГУ, прямоточных котлов, а так же таких вспомогательных систем, как водоподготовительные установки и оборотные системы охлаждения на ТЭС;

проведена модернизация существующих математических моделей и алгоритмов системы химико-технологического мониторинга барабанного котла ($P_6=13,8$ МПа) с расширением контрольных и диагностических функций, системы охлаждения статора электрогенератора энергоблока 300 МВт, приборного парка системы автоматического химического контроля за водным режимом энергетических котлов.

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

разработаны и внедрены: метод, методики и алгоритмы для отдельных приборов и систем химико-технологического мониторинга нового поколения для традиционных паровых котлов, новых энергоблоков ПГУ, перспективных энергоблоков сверхкритического давления (СКД) и ССКП, вспомогательных систем, обеспечивающие импортозамещение и отвечающие мировым требованиям к объему и уровню химического контроля качества водного теплоносителя;

определены перспективы разработанного метода с получением эксплуатационных значений ряда важных нормируемых показателей качества питательной воды (аммиак, хлориды), котловой воды (натрий, гидраты) и предложены для нормирования качества водного теплоносителя энергоблоков ПГУ, содержание потенциально-кислых веществ в питательной воде блоков СКД в расчете на концентрацию условной уксусной кислоты, граничные значения удельной электропроводности циркуляционной воды оборотной системы охлаждения статора электрогенератора для контроля и регулирования нормативного значения рН;

созданы промышленный образец системы химико-технологического мониторинга нового поколения на основе измерений электропроводности и рН для контроля качества питательной, котловой воды и пара барабанных котлов СВД ($P_6=13,8$ МПа), и пилотный образец нового анализатора примесей конденсата АПК-051, пригодный для использования на всех типах энергетических котлов высоких параметров, включая котлы-утилизаторы ПГУ;

представлены рекомендации для разработки нового отраслевого нормативного документа по технологии водоподготовки, водного режима и химического контроля на традиционных паровых котлах, новых энергоблоках с ПГУ и перспективных энергоблоках СКД и

ССКП; технические решения по совершенствованию систем обеспечения водного режима, включая установки водоподготовки и оборотные системы охлаждения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты получены с использованием поверенных измерительных приборов и апробированных методов обработки экспериментальных данных при проведении лабораторных и промышленных экспериментов, обработка экспериментальных данных проведена корректно с использованием современных программных средств и приложений;

теория основана на классических положениях теории растворов электролитов и включает корреляционно-регрессионный анализ при обработке экспериментальных данных, учитывает основные положения математического моделирования состояния водного теплоносителя на ТЭС и согласуется с опубликованными экспериментальными данными других авторов;

идея базируется на анализе существующих (нормативных) методов и методик контроля качества водного теплоносителя, обобщении опыта использования новых импортных и отечественных анализаторов типа FAM Deltacon pH, кондуктометров и pH-метров;

использованы сравнение данных, представленных в диссертации, и опубликованных данных, полученных другими авторами, работающими в области теплоэнергетики, в частности, организации водно-химических режимов и химического контроля энергоблоков ТЭС;

установлено удовлетворительное совпадение результатов расчетов с экспериментальными данными, полученными как автором, так и эксплуатационным персоналом химических цехов ТЭС;

использованы лабораторные стенды, методики измерений и анализа проб водного теплоносителя, принятые на ТЭС, современные методики сбора и обработки информации на ТЭС РФ, в частности, в среде «Master Scada» и кодовые системы автоматических анализаторов, методики обработки экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит: в разработке метода, методик и алгоритмов косвенных измерений нормируемых и диагностических показателей ВХР основного и вспомогательного контуров ТЭС; в создании экспериментальных стендов для изучения процессов деминерализации воды и отработки метода и методик автоматического химического контроля на основе измерений электропроводности и pH; в анализе результатов лабораторных исследований и промышленных испытаний на ряде ТЭЦ Российской Федерации по совершенствованию технологий обработки и химическому контролю водного теплоносителя; в организации и проведении промышленных испытаний опытных образцов анализаторов АПК на Конаковской ГРЭС, Костромской ГРЭС, Ивановской ТЭЦ-3, ТЭЦ-9 Мосэнерго и др.

На заседании от 24 ноября 2017 г. диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для совершенствования методов контроля и управления водно-химическими режимами действующих, новых и перспективных

энергоблоков, обеспечивающих существенное повышение эксплуатационной надежности и безопасности ТЭС, и соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями от 21.04.2016г. № 335), в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, и принял решение присудить Ларину А.Б. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом заседание диссертационного совета считается закрытым.

Председатель

диссертационного совета



Шуин Владимир Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета



Бушуев Евгений Николаевич

Подписи Шуина В.

заверяю, Ученый

Совета ИГЭУ



Ширяева Ольга Алексеевна