ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 05.12.2018 г. № 23

О присуждении Тавлинцеву Александру Сергеевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие методов идентификации статических характеристик комплексного узла нагрузки» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы принята к защите 26 сентября 2018 г. (протокол заседания № 19) диссертационным советом Д 212.285.03, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Тавлинцев Александр Сергеевич, 1986 года рождения.

В 2010 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению Электроэнергетика; в 2013 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы; работает в должности старшего преподавателя кафедры «Автоматизированные

электрические системы» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные электрические системы» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Паздерин Андрей Владимирович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, кафедра «Автоматизированные электрические системы», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Фишов Александр Георгиевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», кафедра автоматизированных электроэнергетических систем, профессор;

Кулешов Анатолий Иванович – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», кафедра электрических систем, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск – в своем положительном отзыве, подписанном Нагаем Владимиром Ивановичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы», указала, что диссертация Тавлинцева А.С. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи развития методов идентификации статических характеристик нагрузки по напряжению за счет повышения уровня автоматизации процесса обработки данных измерений. Диссертация Тавлинцева А.С. удовлетворяет

требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, ее содержание соответствует специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, а Тавлинцев А.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ.

Другие публикации представлены в виде 6 статей, опубликованных в научных трудах международных научных конференций. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 6,36 п.л., авторский вклад – 3,05 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. **Тавлинцев, А.С.** Поиск однотипных графиков нагрузки энергообъекта / А.С. Тавлинцев, А.А. Суворов, Е.Д. Стаймова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 20–27. DOI: 10.14529/power180203. 0,56 п.л. / 0,45 п.л.
2. **Тавлинцев, А.С.** Статистически равновесные состояния нагрузки в задаче идентификации статических характеристик нагрузки / А.С. Тавлинцев, А.А. Суворов// Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2017. – Т. 17, № 2. – С. 23–28. DOI: 10.14529/power170203. 0,75 п.л. / 0,70 п.л.
3. **Tavlintsev, A. S.**; Pankratov, A. V.; Kopylov, I. E.; Kondrashov, M. A. & Wang, L. Estimating Accuracy of Experimentally Obtained Power System Zip Load Models MATEC Web of Conferences, 2016, 91 *(индексирована в Scopus и Web Of Science).* 0,50 п.л. / 0,10 п.л.

4. Pazderin, A., **Tavlintsev, A.** Static load characteristic of complex load node with allowance for automation MATEC Web of Conferences, 2015, 37 *(индексирована в Scopus и Web Of Science)*. 0,50 п.л. / 0,40 п.л.
5. **Tavlintsev, A.S.** Technique for field data based identification of static polynomial load model / A. V. Pankratov, Y. V. Khrushchev, A. V. Prokhorov, N. L. Batseva // Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2014, 2014 *(индексирована в Scopus и Web Of Science)*. 0,75 п.л. / 0,10 п.л.
6. **Tavlintsev, A.** Experimental Investigation of Static Load Characteristics / A. Pazderin, A. Suvorov, P. Chusovitin, O. Malozemova // Advanced material Research, 2014, 960-961, 969-973 *(индексирована в Scopus и Web Of Science)*.
7. Панкратов, А.В. Методика идентификации статических характеристик нагрузки по результатам активного эксперимента / А.В. Панкратов, Ю.В. Хрущев, Н.Л. Бацева, В.И. Полищук, **А.С. Тавлинцев** // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – № 4 (325). – С. 164.–175. 0,75 п.л. / 0,15 п.л.
8. **Tavlintsev, A.** Identification of Static Polynomial Load Model Based on Remote Metering Systems Information / A. Pazderin, O. Malozemova, P. Chusovitin // 13th International Conference on Environment and Electrical Engineering, EEEIC'13, Wroclaw, Poland, 2013 *(индексирована в Scopus и Web Of Science)*. 0,55 п.л. / 0,25 п.л.
9. **Тавлинцев, А. С.** Определение статической характеристики крупных узлов нагрузки / А. В. Паздерин, А. А. Суворов, П. В. Чусовитин, А. В. Юдин // Научное обозрение, 2013, 1, 70-77. 0,50 п.л. / 0,20 п.л.

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. Обухова Сергея Геннадьевича, д-ра техн. наук, профессора отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский

политехнический университет». Содержит замечание, касающееся отсутствия описания результатов обработки данных активного эксперимента, который упоминается в обзорной главе.

2. **Чиркова Геннадия Васильевича**, д-ра техн. наук, проф., главного специалиста отдела Энергосвязи ООО «Прософт-Системы», г. Екатеринбург. Содержит замечание: не показана практическая применимость полной (квадратичной) модели СХН и не приведены примеры использования такой модели

3. **Захарова Юрия Павловича**, канд. техн. наук, начальника отдела анализа электрических режимов Службы электрических режимов филиала АО «Системный оператор Единой энергосистемы» «Объединённое диспетчерское управление энергосистемы Урала», г. Екатеринбург. Содержит вопрос о возможности применения процедуры оценивания состояния к телеизмерениям, полученным по результатам активного и пассивного экспериментов, с целью снижения погрешности измерительных систем в ходе решения задачи идентификации СХН.

4. **Колосок Ирины Николаевы**, д-ра техн. наук, ст. науч. сотр., ведущего научного сотрудника отдела электроэнергетических систем, и **Глазуновой Анны Михайловны**, канд. техн. наук, старшего научного сотрудника отдела электроэнергетических систем ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск. Содержит замечания:

   – В автореферате не показано наличие обзора существующих методов идентификации СХН по напряжению. Не описаны структура и объём работы.
   – В разделе практической значимости говорится о предложенных методиках. Целью работы является разработка одной методики. В четвёртой главе дано описание апробации методики. В заключении отсутствует вывод о том, разработана ли методика в диссертации. Вопрос: сколько методик разработал автор, и какие методы и алгоритмы в неё (них) включены.

- На рис. 2 показана классификация подходов к идентификации моделей нагрузки. Может быть, автор имел в виду классификацию подходов к идентификации СХН?
- Из объяснения, данного в автореферате, не понятно, что конкретно показано на рис. 4. Красными точками показаны замеры одной нагрузки в разное время или замеры разных составляющих комплексной нагрузки в один момент времени?

5. Мезенцева Петра Евгеньевича, канд. техн. наук, учёного секретаря ФГБУН Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы:

- Какова величина горизонта прогноза статических характеристик нагрузки по напряжению?
- В чём состоит необходимость использования термина «квантования» для телеизмерений?

6. Герасименко Алексея Алексеевича, канд. техн. наук, проф., профессора кафедры «Электрические станции и электроэнергетические системы» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Содержит вопросы:

- В автореферате дана оценка изменения перетоков мощности, предельных по статической устойчивости, при различных видах, существующих типовых СХН. В связи с этим, как изменится указанная оценка при использовании полученных СХН с уменьшенным регулирующим эффектом по напряжению?
- Как устойчив результат оценки изменения перетоков мощности при использовании крайних значений доверительных интервалов коэффициентов, полученных СХН?

7. Степанова Валентина Павловича, д-ра техн. наук, проф., заведующего кафедрой «Автоматизированные электроэнергетические системы», **Кроткова Евгения Александровича**, канд. техн. наук, доц., доцента кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы», и

Дадонова Дмитрия Николаевича, канд. техн. наук, доцента кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». Содержит замечания:

- на стр. 10 автореферата указан общий регулировочный диапазон 12 % от нормального рабочего уровня напряжения в электрической сети при проведении активного эксперимента в Серово-Богословском энергорайоне. Каким образом был определён достаточный регулировочный диапазон при подготовке данного активного эксперимента?
- На стр. 17 автореферата вместо слов «всплески» и «спады» мощности следовало использовать термины из теории электрических нагрузок – выбросы и провалы графиков электрических нагрузок.
- На стр. 19 указано, что в качестве математической модели на исследуемом диапазоне напряжений принята линейная модель. Выполнялась ли оценка изменения погрешности определения величины нагрузки при выходе напряжения за рамки рассмотренного диапазона напряжений?

8. Горюнова Владимира Николаевича, д-ра техн. наук, проф., заведующего кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий», и **Осипова Дмитрия Сергеевича**, канд. техн. наук, доцента кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет». Содержит замечания:

- Из автореферата не понятно почему для оценки коэффициентов модели СХН выбран метод наименьших квадратов? Проводилось ли обоснование выбора именно этого метода?
- Целесообразно пояснить, почему автор акцентирует внимание именно на линейной СХН? В случае нефтеперерабатывающего района данный тип превосходит по точности квадратичную

параболу. Однако, не понятно, как будет вести себя линейная СХН для других районов (типов потребителей и состава электроприёмников)?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями и исследованиями в области идентификации статических характеристик нагрузки по напряжению, наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** инструментарий для повышения уровня автоматизации процесса обработки данных измерений в задаче идентификации статических характеристик нагрузки;
- **введено** новое понятие «статистически равновесные состояния нагрузки»;
- **предложен** новый метод для выявления интервалов времени с близким включенным составом и режимом работы электроприёмников, входящих в состав узла комплексной нагрузки;
- **доказана** возможность использования данных текущих телеизмерений для решения задачи идентификации СХН;
- **обосновано** использование алгоритмов кластерного анализа данных для выявления статистически равновесных состояний узла комплексной нагрузки, для которых возможно выполнить решение задачи по определению статических характеристик нагрузки.

Теоретическая значимость исследования заключается в описании метода идентификации интервалов времени с близким включенным составом электроприёмников и сетевых элементов, входящих в состав узла комплексной нагрузки. Полученные результаты теоретических исследований использованы для решения задачи идентификации статических характеристик нагрузки по напряжению.

Применительно к проблематике диссертации эффективно использованы: методы статистического анализа данных, в том числе алгоритмы кластерного анализа: k-средних и EM алгоритм;

выявлены и подробно описаны основные проблемы, возникающие при идентификации статических характеристик нагрузки на основе данных телеизмерений;

изложена методика обработки данных телеизмерений для решения задачи идентификации статических характеристик нагрузки и её апробация на данных телеизмерений, собранных с реальной подстанции 110 кВ энергосистемы Урала.

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

разработана методика обработки данных телеизмерений, на основе которой выполнена обработка данных телеизмерений с реальных подстанций 110 кВ Уральской энергосистемы, а полученные результаты **внедрены** в оперативную работу службы электрических режимов АО «Системный оператор Единой энергосистемы» «Объединённое диспетчерское управление энергосистемы Урала»;

создана программная расчётная библиотека, в основу которой положена разработанная методика обработки данных телеизмерений;

представленные результаты исследований могут быть использованы в работе крупнейших электроэнергетических организаций РФ: АО «СО ЕЭС», ПАО «Россети» и АО «НТЦ ФСК ЕЭС», а также для проектных организаций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследований, полученных при многократном повторении опытов по расчёту установившихся режимов, а также подробному изложению начальных условий и принятых допущений при проведении численных экспериментов;

теория построена на использовании известных математических методов и алгоритмов статистической обработки данных, теории расчёта установившихся режимов энергосистем;

использованы научные труды российских и зарубежных специалистов, материалы научно-технических конференций и семинаров, руководящие документы и известные программные пакеты и библиотеки;

установлено качественное и количественное соответствие результатов теоретических исследований уже имеющимся разработкам в области идентификации статических характеристик нагрузки на примере данных измерений, полученных с реальных объектов энергосистемы Урала.

Личный вклад соискателя заключается в разработке метода для оценки интервалов времени с близким включенным составом электроприёмников, входящих в состав узла комплексной нагрузки; разработке методики для решения задачи определения статических характеристик нагрузки по напряжению на основе данных телеизмерений; практической апробации разработанной методики на реальных данных измерений, полученных с шин 110 кВ одной из подстанций энергосистемы Уральского региона; обобщении результатов и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Тавлинцева А.С. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей теоретическое и практическое значение для совершенствования математических моделей энергосистем, в части повышения точности оценки параметров установившихся режимов.

На заседании 05 декабря 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Тавлинцеву А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек,

входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета Сарапулов Федор Никитич

Ученый секретарь
диссертационного совета Зюзев Анатолий Михайлович

05 декабря 2018 г.