

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 512.002.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ» (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27 февраля 2020 г. № 2

О присуждении Илюшину Павлу Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Совершенствование противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределенной генерацией» по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы» принята к защите 11.11.2019 (протокол заседания № 9) диссертационным советом Д 512.002.01, созданным в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ от 11.04.2012 № 105/нк на базе Открытого акционерного общества «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы» (ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»), находящегося по адресу: 115201, г. Москва, Каширское шоссе, д. 22, корп. 3.

Соискатель Илюшин Павел Владимирович, 1972 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Разработка и развитие принципов противоаварийного управления распределительными сетями мегаполиса» защитил в 2011 году в диссертационном совете, созданном на базе ОАО «Научно-технический центр электроэнергетики»; работает в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» (ФГАОУ ДПО «ПЭИПК») в должности проректора по

научной работе.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации».

Научный консультант – доктор технических наук, доцент Куликов Александр Леонидович, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», кафедра «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Нагай Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова», кафедра «Электрические станции и электроэнергетические системы», заведующий кафедрой;

Папков Борис Васильевич, доктор технических наук, профессор, ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», кафедра «Электрификация и автоматизация», профессор кафедры;

Фишов Александр Георгиевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», кафедра «Автоматизированные электроэнергетические системы», профессор кафедры

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук» (ИСЭМ СО РАН), г. Иркутск, в своем положительном отзыве, подписанном Воропаем Н.И., д.т.н., профессором, член-корреспондентом РАН, научным руководителем ИСЭМ СО РАН, указала, что диссертация Илюшина П.В. полностью отвечает требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября



2013 г. №842, а «соискатель безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Соискателем опубликовано 104 научные статьи, в том числе: 42 в журналах по списку, рекомендованному ВАК, 12 статей в рецензируемых изданиях, входящих в базы научного цитирования Web of Science и Scopus, 50 в других журналах, сборниках докладов и тезисов, а также 2 монографии, 10 патентов (6 на изобретения, 4 на полезные модели). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых периодических изданиях:

1. Илюшин П.В. Разработка и внедрение устройств автоматического ограничения перегрузки линий / Г.Л. Брухис, В.А. Воронин, П.В. Илюшин, Н.А. Горшкова // Электрические станции. – 2012. – № 6. – С. 36-42.
2. Илюшин П.В. Структура систем противоаварийного управления распределительными сетями крупных городов / П.В. Илюшин, О.А. Суханов // Электротехника. – 2014. – № 3. – С. 14-19.
3. Илюшин П.В. Подходы к оценке возможности обеспечения надежного электроснабжения потребителей за счет строительства объектов распределенной генерации / П.В. Илюшин, Ю.Н. Кучеров // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2014. – № 5. – С. 2-7.
4. Илюшин П.В. О специальном воздействии на систему возбуждения автономно работающих генераторов при больших набросах нагрузки / П.В. Илюшин, Ю.Е. Гуревич // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 2-7.
5. Илюшин П.В. Особенности противоаварийного управления при аварийных дефицитах мощности в автономных энергосистемах // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. –

2016. – № 5. – С. 2-10.

6. Илюшин П.В. О влиянии распределенной генерации на работу устройств автоматического включения резервного питания // Релейная защита и автоматизация. – 2017. – № 4 (29). – С. 28-36.

7. Илюшин П.В. О повышении эффективности применения систем мониторинга температуры кабельных линий напряжением 110-500 кВ / П.В. Илюшин, М.В. Дмитриев // Релейная защита и автоматизация. – 2018. – № 1. – С. 20-27.

8. Илюшин П.В. Особенности реализации многопараметрической делительной автоматики в энергорайонах с объектами распределенной генерации // Релейная защита и автоматизация. – 2018. – № 2. – С. 12-24.

9. Илюшин П.В. Расширение области допустимых режимов для генерирующих установок объектов распределенной генерации при провалах напряжения // Энергетик. – 2018. – № 11. – С. 21-27.

10. Илюшин П.В. Особенности учета параметров нагрузки при анализе переходных процессов в сетях с объектами распределенной генерации // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2018. – № 6 (51). – С. 54-60.

11. Илюшин П.В. Анализ показателей надежности современных объектов распределенной генерации / П.В. Илюшин, В.О. Самойленко // Промышленная энергетика. – 2019. – № 1. – С. 8-16.

12. Илюшин П.В. Адаптивный алгоритм автоматики ограничения снижения напряжения промышленных энергорайонов с объектами распределенной генерации / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов // Релейная защита и автоматизация. 2019. № 1. С. 55-65.

13. Илюшин П.В. Особенности выбора статических устройств для расширения области допустимых режимов работы генерирующих установок // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2019. – Том 62, № 1. – С. 97-105.

14. Илюшин П.В. Разработка схем выдачи мощности объектов распределительной генерации, с учетом особенностей современных



генерирующих установок // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2019. – № 2. – С. 28-35.

15. Илюшин П.В. Статистические методы оценки параметров аварийного режима энергорайонов с объектами распределенной генерации / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов // Электричество. – 2019. – № 5. – С. 4-11.

16. Илюшин П.В. Применение последовательной процедуры Вальда в автоматике управления режимами энергорайонов с объектами распределенной генерации / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов // Энергетик. – 2019. – № 6. – С. 23-29.

17. Илюшин П.В. Применение дискриминаторных методов для оценки параметров режима энергорайонов с объектами распределенной генерации / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов, П.С. Пелевин // Электричество. – 2019. – № 7. – С. 22-35.

18. Илюшин П.В. Особенности реализации автоматике управления режимами энергорайонов с объектами распределительной генерации / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов // Релейная защита и автоматизация. – 2019. – № 3. – С. 14-23.

19. Ilyushin P.V. Emergency and post-emergency control in the formation of micro-grids // The Proceedings of Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems (RSES). pp. 1-6. September 11 – 15, 2017. Bishkek, Kyrgyzstan. E3S Web of Conferences, Vol. 25. doi:10.1051/e3sconf/20172502002.

20. Ilyushin P.V. Requirements for power stations islanding automation / P.V. Ilyushin, A.V. Pazderin // The Proceedings of 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). pp. 1-6. May 15-18, 2018. Moscow, Russia. doi: 10.1109 / ICIEAM.2018.8728682.

21. Ilyushin P.V. The analysis of dispersed generation influence on power system automatics settings and function algorithms // The Proceedings of Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems (RSES). pp. 1-5, July 02 – 07, 2018. Irkutsk, Russia. E3S Web of Conferences, Vol. 58. doi:10.1051/e3sconf/20185802001.

22. Ilyushin P.V. Under-frequency load shedding strategies for power districts with distributed generation / P.V. Ilyushin, S.P. Filippov // The Proceedings of 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). pp. 1-6. March 25-29, 2019. Sochi, Russia. doi: 10.1109/ICIEAM.2019.8743001.

Личный вклад соискателя в опубликованных работах:

[1, 2, 7, 11, 17] – анализ публикаций по рассматриваемой тематике, подготовка исходных данных к проведению расчетов, разработка структурных и функциональных схем, анализ и обобщение полученных результатов, разработка рекомендаций по применению предложенных решений;

[3, 4, 12, 15, 16, 18, 20, 22] – постановка задачи, разработка теоретических положений, математических моделей и методов, анализ и обобщение результатов, разработка рекомендаций по применению предложенных решений;

[5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 19, 21] – выполнены единолично.

На диссертацию и автореферат поступил 31 положительный отзыв, где отмечены актуальность работы, ее теоретическая и практическая значимость, а также научная новизна полученных результатов.

1. ФГБУН «Институт энергетических исследований Российской академии наук», подписанный научным руководителем, академиком РАН, д.э.н., профессором А.А. Макаровым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Из 1 главы автореферата не понятно, имеются ли ограничения по предельным величинам суммарных мощностей объектов на основе возобновляемых источников энергии в структуре генерирующих мощностей энергорайонов?

– В автореферате не представлена информация по оценке возможных последствий от введения платы за неиспользуемый резерв электросетевой мощности для предприятий с собственной генерацией, в виде оплаты услуг по передаче электроэнергии в объеме равном суммарному электропотреблению.



– В автореферате нет информации о получаемых экономических, экологических и социальных эффектах от внедрения распределенной генерации в энергорайонах для конкретных потребителей, а также субъектов Российской Федерации в целом.

– В 7 главе автореферата не представлена информация о результатах технико-экономического обоснования внедрения автоматизации управления нормальными и аварийными режимами взамен находящихся в эксплуатации устройств релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматизации.

2. ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», подписанный научным руководителем, академиком РАН, д.т.н., профессором Д.С. Стребковым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Современные инверторные установки, применяемые на солнечных электростанциях, обладают возможностями для участия в управлении электрическими режимами прилегающей сети. Рассматривались ли в работе подходы к выбору алгоритмов управления и параметрированию инверторных установок?

– На стр. 30 и 34 автореферата приведены выявленные режимные области и их границы. Будут ли принципиально изменяться границы режимных областей при росте доли объектов ВИЭ в структуре генерирующих мощностей энергорайона?

– В автореферате не рассмотрены вопросы применения накопителей электрической энергии для компенсации нестационарности выработки электроэнергии объектами на основе ВИЭ, что позволило бы существенно улучшить схемно-режимные условия.

3. ФГБУН «Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук», подписанный научным руководителем, академиком РАН, д.ф.-м.н., профессором С.В. Алексеенко. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В диссертации значительная часть исследований (и даже сделан упор

на это) направлена на решение проблем применения зарубежного оборудования со своими специфическими эксплуатационными требованиями. Непонятно, какие перспективы у российского оборудования (например, крупнейших производителей типа Силовых машин, Пермских моторов, Хевела) в сравнении зарубежными поставками?

– На что надеяться российским производителям, есть ли для них рекомендации или, может, даже требования?

4. Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси», подписанный научным руководителем, академиком НАН Беларуси, д.т.н., профессором А.А. Михалевичем и заместителем директора по научной работе и проектированию, к.т.н., доцентом Н.Е. Шевчиком. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Нет четкого разделения островного и автономного режимов. В автореферате отмечено, что при островном режиме «... осуществляется отделение от энергосистемы одной ГУ или объекта РГ с несколькими однотипными ГУ и нагрузкой». Указанное применимо также и к автономному режиму.

– Утверждение автора в том, что в отечественных распределительных сетях допустимы провалы и прерывания напряжений (стр. 14) не точное. Да, к сожалению, в электрических сетях они имеют место. Но ни в действующем стандарте ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», ни в предыдущих ГОСТ 13109-97, ГОСТ 13109-87, ГОСТ 13109-67 провалы и прерывания напряжений не нормированы.

5. ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», подписанный главным научным сотрудником лаборатории «Моделирования и управления большими системами», д.т.н., профессором И.Б. Ядыкиным и утвержденный директором, д.т.н.,



профессором, членом-корреспондентом РАН Д.А. Новиковым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В разработанном схемно-алгоритмическом решении по автоматике ограничения снижения напряжения предусмотрена реализация превентивных управляющих воздействий, требующая организации взаимодействия с генерирующими и электросетевыми компаниями, что в условиях реформирования электроэнергетики вызывает значительные сложности.

– В автореферате, учитывая ограничения по объему, не представлены структурные схемы усовершенствованных устройств автоматики энергосистем, что не позволяет в полной мере оценить их преимущества над существующими техническими решениями.

– В автореферате не представлены общие принципы построения и типовая структура коммуникационной сети энергорайона для реализации функций автоматики управления нормальными и аварийными режимами.

– В диссертации следовало бы уделить большее внимание вопросам мониторинга и демпфирования опасных колебаний. Низкочастотные опасные колебания несут потенциальную угрозу устойчивости энергосистем, поскольку вследствие развития рынков электроэнергии и растущего спроса на энергию энергосистемы все чаще функционируют вблизи границ устойчивости.

6. ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», подписанный врио директора Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми, д.т.н., ст.н.с. Ю.Я. Чукреевым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Необходимо пояснить, почему в первой главе основное внимание, при рассмотрении особенностей электрических режимов энергорайонов с распределенной генерацией, уделено генерирующим установкам прямого присоединения, в то время как часть газотурбинных установок, а также объектов на основе ВИЭ присоединяется к сети с помощью полностью

управляемых инверторных преобразователей?

– В системах автоматического регулирования и управления, которыми оснащены генерирующие установки, заводы-изготовители закладывают определенные алгоритмы регулирования и управления. Тем не менее, в третьей и четвертой главах автореферата автором предлагаются дополнительные алгоритмы внешнего управления. Каким образом это предполагается реализовывать?

– В автореферате уделено значительное внимание вопросам обеспечения надежности электроснабжения потребителей, однако не рассмотрены показатели аппаратной (элементной) надежности собственно генерирующих установок. В большинстве режимов работы энергорайонов эти генерирующие установки будут тесно взаимосвязаны и в значительной степени влиять на обеспечение системной надежности. Рассматривались ли эти вопросы в тексте диссертации?

7. АО «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского», подписанный заместителем Генерального директора по научной работе, д.т.н., профессором Д.И. Панфиловым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В автореферате не представлены расчеты быстродействия комплекса автоматики управления нормальными и аварийными режимами (АУНиАР) при возникновении различных возмущений во внешней сети. Проводилось ли сопоставительное сравнение результатов с находящимися в эксплуатации устройствами противоаварийной автоматики?

– Не представлены результаты технико-экономического обоснования применению АУНиАР. Выполнялись ли данные расчеты для конкретных энергорайонов с объектами распределенной генерации?

– В автореферате представлено множество схемно-алгоритмических решений. Прорабатывалась ли автором системотехника их реализации в энергорайонах с объектами распределенной генерации?

8. АО «Системный оператор Единой энергетической системы»,



подписанный советником директора группы советников, д.т.н., доцентом П.М. Ерохиным. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– На стр. 3 определено, что «под объектом РГ понимается электростанция, состоящая из одной или нескольких ГУ, ... и использующая... любые первичные источники энергии, включая возобновляемые». Однако в дальнейшем анализе генерирующие установки на базе ВИЭ не рассматриваются, хотя их доля в некоторых объектах РГ неуклонно возрастает. Является ли этот процесс существенным, требующим дополнительных исследований? Будут ли разработанные автором алгоритмы и автоматические устройства успешно работать в энергорайонах с ГУ на базе ВИЭ (СЭС, ВГУ)?

– На текущий момент доминирующая доля ГУ в объектах РГ в российских РЭС представлена зарубежными установками, находящимися при этом в собственности разных юридических субъектов. В диссертации решается чрезвычайно важная проблема адаптации автоматики зарубежных ГУ под задачи автоматического управления режимами работы ГУ «в различных схемно-режимных условиях и срабатывания устройств РЗ и ПА с действием на отключение ГУ и нагрузки». Насколько реализуемы предлагаемые автором решения с учётом юридических ограничений при согласовании изменений «заводских настроек автоматики ГУ» с производителями и собственниками ГУ?

– Ввиду системности и новизны исследования результаты диссертационной работы представляют безусловный интерес для подготовки молодых и повышения квалификации действующих специалистов и учёных. Факты такого использования результатов исследований приведены на стр. 12-13 автореферата. Существуют ли учебно-методические материалы широкого доступа в электронном виде или планы их подготовки?

9. АО «Научно-технический центр Единой энергетической системы», подписанный заместителем заведующего отделом проектирования и развития энергосистем, д.т.н., профессором С.В. Смолеником. Отзыв положительный со

следующими замечаниями:

– Как обоснована принятая в работе большая величина постоянной времени на набор мощности для газопоршневых установок (20 с), стр. 28?

– Каковы принятые в работе характеристики накопителя электрической энергии – постоянные времени регулирования активной и реактивной мощности, ограничения по потребляемому и выдаваемому току и т.д.?

10. Азербайджанский Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт энергетики, подписанный главным научным сотрудником отдела «Режимы и проблемы управления энергосистем», заслуженным энергетиком Азербайджана, заслуженным деятелем науки Азербайджана, д.т.н., профессором Н.Р. Рахмановым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В настоящее время имеются промышленные системы известных компаний, например, Siemens-Siprotech, Sepam-France, с помощью которых решаются задачи для координации релейной защиты со сложным (гармоническим составом и высокой степенью нелинейности) характером изменчивости входных сигналов. Проводился ли сравнительный анализ указанных и предложенных в диссертации решений по точности и быстродействию? Как в этих условиях обеспечивается устойчивость самой системы?

– Измеряемые параметры режима РГ имеют стохастический характер, изменчивость которых связана с рядом случайных факторов, действующих в регионе с РГ, а также процессами во внешней энергосистеме. Причем, в зависимости от состава ГУ и характера нагрузки эти стохастические изменения могут отличаться. Проводился ли анализ распределения вероятностей измеряемых параметров режима при подключении РГ к энергосистеме и в изолированном режиме работы?

11. Некоммерческое партнерство «Научно-технический совет Единой энергетической системы», подписанный первым заместителем Председателя



научно-технического совета, д.т.н., профессором В.В. Молодюком и утвержденный президентом НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессором Н.Д. Рогалевым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Из автореферата не понятно, используются ли для создания автоматики управления нормальными и аварийными режимами дополнительные многофункциональные цифровые устройства или данные функции управления режимами реализуются в терминалах релейной защиты и автоматики?

– Для обеспечения функциональной надежности цифровых устройств критически важно соблюдение требований (нормативов) по электромагнитной совместимости. Так как данный вопрос не нашел своего отражения в автореферате, то рассматривался ли он в рамках диссертационного исследования?

– Разрабатывались ли типовые технические решения по автоматике управления нормальными и аварийными режимами для промышленных энергорайонов с объектами распределенной генерации, учитывая их сложность, которые можно было бы использовать в проектных организациях?

12. ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт релестроения с опытным производством», подписанный научным консультантом Департамента РЗА и АСУ, д.т.н. В.Г. Наровлянским. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В таблице рис. 2.16 приведены результаты определения частоты и амплитуды сигнала. К сожалению, в тексте автореферата отсутствуют пояснения по применению метода максимального правдоподобия к обработке приведенных в таблице результатов. При этом остается непонятным назначение цветной разметки вблизи диагонали таблицы. Отмеченные значения имеют систематическое смещение по частоте. Желательно прояснить указанные вопросы в ходе доклада.

– Предложенный автором усовершенствованный алгоритм работы АЧР не получил в автореферате достаточного описания в качестве

совокупности последовательных шагов и схемы действий, приводящей к желаемому результату. Приведена лишь информация о входных параметрах, характеристиках темпа расчета и полученном положительном эффекте.

13. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», подписанный заведующим научно-исследовательской лабораторией «Возобновляемые источники энергии» Географического факультета, д.ф.-м.н, профессором А.А. Соловьевым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В автореферате автором рассматриваются энергорайоны с объектами РГ на базе генерирующих установок на углеводородном топливе, хотя одним из направлений развития электроэнергетики России является увеличение доли ВИЭ в структуре генерирующих мощностей. Потребуется ли доработки предложенных алгоритмов в этом случае?

– Мировой опыт функционирования объектов РГ показывает, что их генерирующие установки отключаются в несколько раз чаще, чем энергоблоки на крупных электростанциях, поэтому к ним не предъявляются требования по обеспечению надежности электроснабжения потребителей. Требуется пояснить, почему в автореферате не приведены решения по повышению надежности электроснабжения за счет усиления сетевой инфраструктуры?

– В автореферате не затронуты вопросы обеспечения кибербезопасности, учитывая, что сеть передачи данных, через которую осуществляется передача информации от всех устройств и датчиков, а также реализация алгоритмов управления нормальными и аварийными режимами, имеет большую протяженность и охватывает весь энергорайон.

14. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», подписанный заведующим кафедрой «Теоретическая электротехника и электромеханика», д.т.н., профессором Н.В. Коровкиным. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Необходимо пояснить, возможно ли совмещение функций релейной защиты присоединений с разработанными в диссертационной работе



функциями противоаварийной и режимной автоматики в одном устройстве и не потребует ли это корректировки действующих требований нормативно-технических документов?

– В настоящее время проходит публичное обсуждение проект Постановления Правительства РФ по созданию и развитию активных энергетических комплексов (АЭК). Удовлетворяет ли разработанный программно-аппаратный комплекс АУНиАР требованиям, предъявляемым к пилотным проектам АЭК?

– Во второй главе на рис. 2.3 приведена структурная схема дискриминаторного измерителя определения частоты и амплитуды сигнала напряжения, однако не приведено краткое описание принципа его работы, что не позволяет в полной мере оценить эффективность его функционирования.

15. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», подписанный профессором кафедры «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии», д.т.н., профессором М.Г. Тягуновым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В главе 2 проведен анализ влияния показателей качества электроэнергии энергосистем с распределенной генерацией в островном режиме на функционирование устройств автоматики, однако не приводится их влияния на работу электроустановок потребителей.

– Из автореферата неясно как строятся алгоритмы координации управления в послеаварийном и нормальном режимах?

– В главе 7 рассмотрены вопросы формирования технических требований к генерирующим установкам распределенной генерации, однако нет упоминания о требованиях к режимным показателям накопителей энергии, обеспечивающих заданную гарантию электроснабжения потребителей.

– Автореферат изобилует аббревиатурами, сильно затрудняющими его чтение.

16. ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический

университет», подписанный заведующим кафедрой «Электротехника», д.т.н., профессором А.Н. Шилиным. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В связи с принятием Государственной думой в третьем окончательном чтении инициированного Правительством РФ закона, регулирующего производство электроэнергии на объектах микрогенерации, в какой степени это может повлиять на отказы и ложные срабатывания устройств автоматики энергосистем, размещенных в распределительных сетях?

– В автореферате не рассмотрены принципы организации синхронизации энергорайонов после их выделения в островной режим, например действием многопараметрической делительной автоматики.

– В главе 7 автореферата неоднократно упоминается об особенностях нагрузки, однако не освещены вопросы моделирования новых видов двигательной нагрузки, например, двухскоростных (полюсо-переключаемых) асинхронных двигателей (АД) с короткозамкнутым ротором, АД с короткозамкнутым ротором и дополнительной низковольтной обмоткой «малой скорости» в статоре, а также электродвигателей подключаемых посредством устройств плавного пуска и частотно-регулируемого привода.

17. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», подписанный заведующим кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» Института энергетики и автоматизированных систем, д.т.н., профессором Г.П. Корниловым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Автореферат перенасыщен аббревиатурами и сокращениями, которых на одной странице до 10 и более. В результате этого чтение – утомительно, а понимание – затруднительно.

– Из автореферата не ясно, что представляет собой накопитель электрической энергии с независимым регулированием активной и реактивной мощности. Отсутствует структура и состав НЭЭ. Желательно указать, что из



существующей элементной базы можно отнести к НЭЭ или это чисто виртуальный объект?

– Из каких соображений в многоканальном измерителе частоты принят диапазон от 40 до 60 Гц (стр. 17 автореферата), а также частота основной гармоники 56 Гц (стр.18), если предельно допустимое отклонение частоты в существующем ГОСТе 0,4 Гц?

– На стр. 23 не указана исследуемая система электроснабжения и время отключения длительного КЗ, параметры которого приведены на рис. 3.2. Не ясно, в каких условиях может возникнуть такое КЗ?

– В работе достаточно подробно рассмотрена методика приведения натуральных испытаний и измерений в энергорайонах с объектами распределённой генерации, однако все переходные процессы, приведенные в автореферате, получены исключительно на моделях. Отсутствуют результаты эксперимента на действующем оборудовании.

18. ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», подписанный профессором кафедры «Автоматизированные электрические системы», д.т.н., профессором П.И. Бартоломеем. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В главе 2 упоминается необходимость получения статистических распределений частоты для нормальных и аварийных режимов с целью дальнейшего принятия решений по процедуре Вальда. Какова должна быть величина выборки рассчитанных режимов для успешной классификации режима как «нормального» или «аварийного», и какова зависимость доли ошибочных решений от величины выборки?

– В главе 4 на графиках показано дискретное (мгновенное, безынерционное) изменение активной мощности генерирующих установок, что противоречит приводимым там же сведениям о постоянных сброса мощности в 2 с и набора в 20 с. Очевидно, имелась ввиду не сама мощность генерирующей установки, а ее уставка (желаемое значение) для соответствующего регулятора генерирующих установок.

– Из главы 7 не ясен набор средств измерений для одновременного получения высокодискретных результатов измерений в различных точках энергорайона с распределенной генерацией.

– В области определения работы заявлена распределенная генерация на основе возобновляемых источников энергии, при этом в автореферате в явном виде подобная распределенная генерация не рассматривается. Также не вполне ясно, как применять положения глав 3-7 работы по отношению к распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии.

19. ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», подписанный профессором кафедры «Теоретические основы электротехники и релейная защита и автоматика», д.т.н., профессором Ю.Я. Лямецем. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Отсутствуют исследования влияния режима заземления нейтрали на режимы функционирования и предлагаемые средства противоаварийного управления энергорайонов с распределенной генерацией.

– Структура диссертационной работы и примеры устройств автоматического управления, приведенные в автореферате, показывают, что их работа рассматривалась на отдельных частных примерах. Целесообразно было бы привести вариант аварийной ситуации, предполагающий задействования полного комплекса релейной защиты и противоаварийной автоматики в энергорайоне с источниками РГ, с изучением его особенностей и согласованного во времени действия отдельных устройств.

20. Белорусский национальный технический университет, подписанный профессором кафедры «Электрические системы» д.т.н., профессором М.А. Короткевичем. Отзыв положительный, без замечаний.

21. ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», подписанный профессором кафедры «Энергетика», почетным работником высшего профессионального образования РФ, д.т.н., профессором И.Ф. Суворовым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В главе 4 не понятна технология проведения имитационных расчетов



и проверки эффективности выбранных параметров настройки САУ.

– Среди параметров генераторов, запрашиваемых у заводоизготовителей, отсутствует номинальная мощность генератора, которая является базовой величиной для вычислений в относительных величинах, а по тексту приводятся величины в о.е. (глава 7). Не понятно также в каком случае и на какой удаленности может находиться ШБМ (глава 7).

22. АО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», подписанный д.т.н., профессором, профессором кафедры «Электроснабжение» Д.С. Ахметбаевым. Отзыв положительный со следующим замечанием:

– Из автореферата остается не ясным, как учитываются относительные углы генерирующих установок при выборе параметра пускового органа многопараметрической делительной автоматики.

23. ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», подписанный профессором кафедры «Электроэнергетики и электротехники», д.т.н., доцентом А.В. Мокеевым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Из содержимого автореферата неясно, какими основными параметрами качества должна обладать противоаварийная автоматика для распределенной генерации. В тексте автореферата приводятся противоречивые сведения по основным показателям качества указанных устройств автоматики, прежде всего это касается точности и быстродействия.

– Требуется отдельных пояснений утверждение относительно невозможности прямого использования в России результатов исследований зарубежных авторов по распределенной генерации, опубликованных в работах IEEE и SIGRE (стр.15).

– Почему в автореферате нет прямого упоминания о перспективности применения технологии синхронизированных векторных измерений для противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределенной генерацией?

24. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический

университет», подписанный профессором кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», д.т.н., доцентом Е.И. Грачевой. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

- Желательно пояснить, почему диапазон изменения напряжения на шинах подстанции 110 кВ ограничен напряжением во внешней сети значением 110 кВ и не рассматриваются режимы перенапряжений (рис. 3.1).

- Требуется пояснить, до какого значения рассматривается снижение частоты для режимов, соответствующих области В2 – рис. 6.1.

25. ООО «Завод «ИЗОЛЯТОР», подписанный генеральным директором, вице-президентом Международной Ассоциации ТРАВЭК, вице-президентом Академии электротехнических наук РФ, д.т.н. А.З. Славинским. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

- В главе 1 автореферата упоминается, что одним из факторов, обуславливающих особенности электрических режимов в энергорайонах с распределенной генерацией, являются их малые механические постоянные инерции. Однако далее в тексте отсутствует информация о последствиях возникновения асинхронных режимов генерирующих установок и обоснованности применения автоматики ликвидации асинхронного режима.

- В главе 2 автореферата рассматривается применение дискриминаторного метода для оценки параметров режима. Однако на точность получаемых результатов данным методом оказывают влияние многие факторы, такие как незнание амплитуды сигнала, неточность настройки дискриминатора, влияние априорных сведений, неточность шкалы дискриминатора и др.

- Следует пояснить, все ли зарубежные заводы-изготовители оснащают АРВ производимых генерирующих установок модулем согласования нагрузки (Load agreement module).

26. ООО Научно-производственное предприятие «ЭКРА», подписанный главным специалистом Департамента автоматизации энергосистем, д.т.н., доцентом В.И. Антоновым. Отзыв положительный со следующими



замечаниями:

– Анализ предлагаемых соискателем решений иногда сопровождается без пояснения основ предлагаемых методов, что не позволяет в полной мере оценить их преимущества. Например, в 3-й главе рассматривается многопараметрическая делительная автоматика, но изложение принципа действия и описание используемых параметров в автореферате отсутствуют. Да и при изложении условий применения той же многопараметрической делительной автоматики используются настолько обобщенные характеристики режимов, что не позволяет оценить обоснованность и ценность предлагаемых соискателем решений.

– Изложение предложений по совершенствованию противоаварийного и режимного управления энергорайонами с распределенной генерацией в автореферате ведется с явным уклоном на действие различных систем автоматики независимо друг от друга, хотя многие из них вполне могут и должны быть реализованы как часть распределенной системы мониторинга и управления интеллектуальной электроэнергетики. Думаю, что рассмотрение в диссертационном исследовании предлагаемых соискателем приложений с точки зрения положений интеллектуальной электроэнергетики еще больше повысило бы научный вес диссертационной работы.

– При изложении материала соискатель увлекается излишним употреблением сокращений, что значительно усложняет чтение и анализ положений диссертационных исследований.

27. ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», подписанный профессором кафедры «Электроэнергетика транспорта», д.т.н., профессором А.В. Крюковым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Из текста автореферата (стр. 41) неясно, как осуществляется контроль допустимости послеаварийных режимов.

– Требуется пояснения методика определения показателей качества электроэнергии в режимах динамического перехода системы

электроснабжения (стр. 39).

28. Комитет по проблемам использования возобновляемых источников энергии Российского Союза научных и инженерных общественных объединений, подписанный председателем, академиком Российской инженерной академии, заслуженным энергетиком РФ, д.т.н. П.П. Безруких. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Датчиками информации о токе и напряжении в сети по-прежнему остаются трансформаторы тока и напряжения. Точность измерения ими зависит от конструкции, нагрузки и от измеряемой величины. За счёт чего удалось «снизить погрешность измерения», как сказано п.1 раздела «Научная новизна» автореферата?

– Вопросы по разработанному автором способу реализации делительной автоматики, обеспечивающей выделение энергорайона с дефицитом активной мощности до 60%: а) Как обоснована величина предельного дефицита 60%? Почему не 70%? б) Имеются ли другие ограничения? Например, наличие электрогенератора в островном энергорайоне, который может вести частоту; наличие автоматики, выравнивающей генерирующую и потребляемую мощность и т.п.

– Судя по рис. 4.1, напряжение от накопителя электроэнергии на шины ГПУ подаётся при напряжении на них порядка 0,35 от номинала. Обеспечивается ли при этом синхронизация двух источников или в этом нет необходимости?

29. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», подписанный д.т.н., доцентом, профессором кафедры «Электротехники, теплотехники и возобновляемых источников энергии» А.В. Богданом. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В главе 4 рассмотрено применение накопителей электрической энергии (НЭЭ), причем это НЭЭ с независимым регулированием. Вопрос – какие накопители рекомендуются к использованию (перечень их широк – от суперконденсаторов до ГАЭС)?



– В пятой главе предлагается усовершенствованный алгоритм автоматики ограничения перегрузки кабельной линии, заключающийся в учете температуры кабеля (дополнительно). Но это предложение известно давно. Или автор нашел другие связи в алгоритме защиты кабеля от перегрузки.

– По тексту автореферата имеется значительное количество сокращений слов. Это сильно затрудняет чтение текста и понимание смысла написанного.

30. ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», подписанный к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Электроэнергетики и электротехники» Ю.Н. Булатовым. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– Из текста автореферата (стр. 31) неясно, как предлагается определять превентивное управляющее воздействие от АОСН.

– Требуется пояснения предложенный способ адаптации АРВ, заключающийся в блокировке модуля согласования нагрузки: в каких конкретно схемно-режимных условиях работы установки РГ выполняется блокировка.

31. Ассоциация «НП Совет рынка», подписанный членом Правления – заместителем Председателя Правления, руководителем Национального исследовательского комитета С5 «Рынки электроэнергии и регулирование» РНК СИГРЭ О.Г. Баркиным. Отзыв положительный со следующими замечаниями:

– В условиях массовой интеграции разнотипных распределенных источников энергии существенно возрастает количество устройств противоаварийной автоматики, особенно в сетях среднего напряжения, что приводит к удорожанию проектов их строительства. Является ли данный подход к развитию систем релейной защиты и автоматики оптимальным?

– Отключение одного или нескольких объектов РГ не должно

приводить к возникновению аварийных ситуаций, сопровождающихся значительными убытками у потребителей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их специальностью и трудами, выполненными по тематике диссертации, достижениями по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», а также высоким вкладом в разработку, развитие и совершенствование принципов и средств противоаварийного и режимного управления электроэнергетических систем, а также обеспечения надежности электроснабжения потребителей.

Д.т.н., профессор Нагай Владимир Иванович является ведущим специалистом в области распознавания образов аварийных режимов при наличии влияния внешних и внутренних мешающих факторов, синтеза алгоритмов адаптивных устройств и систем аварийного управления (основных и резервных систем релейной защиты с абсолютной селективностью), а также построения измерительных органов, контролирующих аварийные составляющие входных сигналов датчиков электрических величин.

Д.т.н., профессор Папков Борис Васильевич является ведущим специалистом в области надежности и эффективности систем электроснабжения, разработки и совершенствования методов обоснования решений по управлению электропотреблением в энергорайонах с промышленной нагрузкой, обеспечения кибербезопасности объектов электроэнергетики.

Д.т.н., профессор Фишов Александр Георгиевич является ведущим специалистом в области управления режимами и структурной адаптивности электроэнергетических систем, разработки теоретических основ, алгоритмов работы и испытаний систем противоаварийной автоматики для электрических сетей с распределенной генерацией.

Ведущая организация – ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук (отдел электроэнергетических систем) широко известна теоретическими



исследованиями и практическим разработками в области надежности, устойчивости и живучести электроэнергетических систем, управления режимами крупных энергообъединений, организации противоаварийного и режимного управления, а также энергетической безопасности России и ее отдельных регионов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** способы и средства противоаварийного и режимного управления, совокупность которых позволяет реализовывать комплексные технические решения для энергорайонов с распределенной генерацией, что содействует обогащению общей теории и практики управления режимами электроэнергетических систем;

**предложены** новые способы определения параметров режима пусковыми органами и принятия решений логическими блоками автоматики, способы реализации многопараметрической делительной автоматики и расширения области допустимых режимов генерирующих установок распределенной генерации, структурные и схемно-алгоритмические решения по устройствам противоаварийного и режимного управления, способы адаптации автоматических регуляторов частоты вращения и автоматических регуляторов возбуждения зарубежных генерирующих установок;

**доказана** эффективность и перспективность использования разработанных способов и средств противоаварийного и режимного управления для обеспечения надежного функционирования генерирующих установок в энергорайонах с распределенной генерацией и электроснабжения потребителей в различных схемно-режимных условиях;

**введены** новые термины и понятия: «многопараметрическая делительная автоматика», предназначенная для выделения энергорайонов с объектами распределенной генерации в островной режим работы как превентивно по параметрам режима, так и в случае непреднамеренного выделения, с дефицитами активной мощности до 60%; «расширение области допустимых

режимов генерирующих установок», позволяющее предотвращать их излишние отключения при значительных отклонениях параметров режима за счет применения накопителей электрической энергии с независимым регулированием по активной и реактивной мощности.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**доказано**, что технологическое присоединение объектов распределенной генерации к электрическим сетям напряжением 0,4-110 кВ приводит к изменению характера и параметров переходных процессов, оказывая существенное влияние на алгоритмы работы и параметры настройки находящихся в эксплуатации устройств противоаварийной и режимной автоматики, что может приводить к их отказам, излишним или ложным срабатываниям, а также вызывать отключения генерирующих установок и электроприемников потребителей;

**применительно к проблематике диссертации эффективно использованы** методы математического моделирования в электроэнергетике, теории цифровой обработки сигналов и принятия решений, устойчивости и противоаварийного управления в электроэнергетических системах;

**изложены** положения, вносящие вклад в развитие общей теории и практики управления режимами электроэнергетических систем, применительно к организации противоаварийного и режимного управления в энергорайонах с объектами распределенной генерации;

**раскрыты** недостатки используемых методов, применяемых методик выполнения расчетов и анализа режимов, выявлена необходимость разработки новых способов, методик проведения натурных испытаний и измерений, а также выполнения расчетов и анализа электрических режимов для энергорайонов с объектами распределенной генерации, с учетом особенностей современных генерирующих установок и нагрузки;

**изучены** и проанализированы результаты расчетов электрических режимов в энергорайонах с объектами распределенной генерации, позволившие выявить наличие дополнительных режимных областей, в которых применяемых



пусковых органов устройств противоаварийной автоматики и их быстродействия недостаточно для предотвращения развития аварий и обеспечения допустимых условий электроснабжения и электропотребления; **проведено** усовершенствование комплекса алгоритмов устройств противоаварийной автоматики – автоматической частотой разгрузки, автоматического ограничения снижения напряжения, автоматического ограничения перегрузки оборудования применительно к кабельным линиям электропередачи с изоляцией из сшитого полиэтилена и силовым трансформаторам.

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

**разработаны и внедрены** способы адаптации автоматических регуляторов частоты вращения и автоматических регуляторов возбуждения генерирующих установок в ООО «МКС»; алгоритмы управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с распределенной генерацией, усовершенствованные структурные и схемно-алгоритмические решения по устройствам сетевой, противоаварийной и режимной автоматики в АО «НИПОМ» и ООО «НПП АЛИМП»; способ реализации многопараметрической делительной автоматики в ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»; усовершенствованные алгоритмы устройств противоаварийной автоматики в ПАО «Московская объединенная электросетевая компания»; методика выполнения расчетов и анализа электрических режимов в АО «Региональные электрические сети», АО «Башкирская электросетевая компания», ООО «ЛУКОЙЛ – энергоинжиниринг»; методика проведения натуральных испытаний и измерений в АО «Техническая инспекция ЕЭС», ООО «Научно-инженерный центр «ВИНДЭК» и ООО «ИСМ»; принципы формирования дополнительных технических требований к генерирующим установкам распределенной генерации в Ассоциации малой энергетики и ООО «Деловая Россия». Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе в ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения

квалификации» и ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»;

**определены** перспективы применения результатов исследований на заводах-изготовителях устройств противоаварийной и режимной автоматики, систем автоматического управления генерирующих установок, в распределительных сетевых компаниях и на промышленных предприятиях, осуществляющих эксплуатацию электрических сетей напряжением 0,4-110 кВ с объектами распределенной генерации, в проектных и научных организациях, а также образовательных учреждениях;

**создан** на основе разработанных структурных и схемно-алгоритмических решений программно-аппаратный комплекс автоматики управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с объектами распределенной генерации;

**представлены** методики проведения натурных испытаний и измерений, выполнения расчетов и анализа электрических режимов в энергорайонах с объектами распределенной генерации, позволяющие осуществлять разработку схем выдачи мощности генерирующих установок и основных технических решений по их участию в реализации алгоритмов противоаварийного управления, с целью обеспечения надежного электроснабжения потребителей в различных схемно-режимных условиях.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** соответствие полученных результатов испытаний и измерений базовым законам электротехники, корректность и адекватность математических моделей исследуемым процессам, соответствие результатов расчетов режимов в энергорайонах с объектами распределенной генерации, расчетам, выполненным другими авторами с применением широко используемых программных комплексов;

**теория** построена на использовании метода максимального правдоподобия, дискриминаторного метода, последовательной процедуры Вальда, что согласуется с опубликованными данными по теме диссертационной работы;



**идея базируется** на анализе результатов расчетов электрических режимов, выполненных при проектировании схем выдачи мощности генерирующих установок и причин возникновения аварий с погашением электроустановок потребителей в энергорайонах с объектами распределенной генерации по результатам их расследования;

**использованы** электрические схемы и параметры электрических нагрузок реальных промышленных энергорайонов, данные экспериментов, результаты расчетов электрических режимов, полученные в широко используемых программных комплексах, научные труды российских и зарубежных специалистов, материалы научно-технических конференций и семинаров;

**установлено**, что полученные соискателем теоретические результаты и результаты расчетов электрических режимов согласуются с результатами, полученными другими авторами;

**использованы** методы математического моделирования в электроэнергетике, теории цифровой обработки сигналов и принятия решений, устойчивости и противоаварийного управления в электроэнергетических системах, тестовые и реальные расчетные схемы энергорайонов с распределенной генерацией.

Личный вклад соискателя состоит в теоретической и практической разработке и обосновании основных идей и положений диссертационной работы, способов противоаварийного и режимного управления, схемно-алгоритмических решений и структурных схем, предложений по совершенствованию алгоритмов функционирования устройств автоматики энергосистем, методик проведения натурных испытаний и измерений, а также выполнения комплексных расчетов и анализа режимов, в планировании расчетных задач и анализе полученных результатов, обобщении результатов исследований, доведении разработанных научно-технических решений до внедрения, в подготовке публикаций (разделов, при написании в соавторстве) по результатам выполненной работе. Личное авторство положений и результатов диссертационной работы подтверждается научными

публикациями и внедрением их в работу.

В целом диссертационная работа Илюшина П.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложены новые научно - обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие электроэнергетики страны.

На заседании 27 февраля 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Илюшину Павлу Владимировичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.14.02 и 5 докторов наук по специальности 05.09.01, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав диссертационного совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 13, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета Д 512.002.01

В.Э. Воротницкий

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 512.002.01



Н.Л. Новиков

27 февраля 2020 г.