

ОТЧЕТ за 2019-2023 гг.

1. *Наименование Научной школы: Уральская школа электроэнергетики*
2. *ФИО руководителя(ей):* Бартоломей Пётр Иванович; Паздерин Андрей Владимирович
3. *Количество и список членов научной школы, работающих в настоящее время в УРФУ:*
 1. Бартоломей П.И. – д-р техн. наук, профессор, ведущий инженер кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 2. Бердин А.С. – д-р техн. наук, профессор, профессор-исследователь кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 3. Кокин С.Е., д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 4. Обоскалов В.П. – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 5. Паздерин А.В. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированные электрические системы»
 6. Банных П.Ю. – инженер научной лаборатории «Управление развитием интеллектуальной электроэнергетической системой Smart Grid», ассистент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 7. Близнюк Д.И. – канд. техн. наук, инженер научной лаборатории «Управление развитием интеллектуальной электроэнергетической системой Smart Grid» кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 8. Валиев Р.Т. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 9. Губин П.Ю. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 10. Дмитриев С.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 11. Егоров А.О. – канд. техн. наук, доцент базовой кафедры «Электроэнергетика»
 12. Котов О.М. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 13. Котова Е.Н. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 14. Крючков П.А. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 15. Мухлынин Н.Д. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 16. Плесняев Е.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 17. Одинаев И. Н. – канд. техн. наук, ведущий инженер кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 18. Полякова О.Ю. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
 19. Поляков И.Д. – канд. техн. наук, инженер научной лаборатории «Управление развитием интеллектуальной электроэнергетической системой Smart Grid» кафедры «Автоматизированные электрические системы»

20. Самойленко В.О. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
21. Сафаралиев М.Б. – канд. техн. наук, старший научный сотрудник кафедры «Автоматизированные электрические системы»
22. Семененко С.И. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
23. Сенюк М.Д., канд. техн. наук, ведущий инженер кафедры «Автоматизированные электрические системы»
24. Суворов А.А – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
25. Тавлинцев А.С. – канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
26. Тащилин В.А. – канд. техн. наук, доцент-исследователь кафедры «Автоматизированные электрические системы»
27. Чусовитин П.В. – канд. техн. наук, доцент-исследователь кафедры «Автоматизированные электрические системы»
28. Шелюг С.Н. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы»
29. Верховин А.М. – ведущий инженер, старший преподаватель кафедры «Автоматизированные электрические системы»
30. Дехтяр С.А. – ведущий инженер кафедры «Автоматизированные электрические системы» УралЭНИН УрФУ, старший преподаватель кафедры «Электротехника и электротехнологические системы»
31. Люханов Е.А. – инженер, ассистент кафедры «Автоматизированные электрические системы», аспирант;
32. Ложкин С.А. – инженер научной лаборатории «Управление развитием интеллектуальной электроэнергетической системой Smart Grid» кафедры «Автоматизированные электрические системы», аспирант, ассистент кафедры «Электротехника и электротехнологические системы»
33. Каппес А.Д. – инженер кафедры «Автоматизированные электрические системы», аспирант;
34. Снегирев Д.А. – инженер 1 учебно-тренажерного комплекса кафедры «Автоматизированные электрические системы», аспирант
35. Стаймова Е.Д. – старший преподаватель кафедры «Автоматизированные электрические системы»
36. Шабалин Г.С. – ведущий инженер, старший преподаватель кафедры «Автоматизированные электрические системы»
37. Игнатъев Д.А. – инженер научной лаборатории «Управление развитием интеллектуальной электроэнергетической системой Smart Grid»;
38. Юферев С.В. – ведущий инженер кафедры «Автоматизированные электрические системы»

4. Результаты деятельности за 2019-2023 гг.

Деятельность научной школы за последние 5 лет была посвящена решению актуальных для российской экономики и науки задач: обеспечению технологического

суверенитета страны, цифровизации энергетической отрасли, созданию предпосылок для структурной трансформации российской экономике.

В рамках деятельности научной школы по направлению «Построение цифровой подстанции» создан экспериментальный образец программно-технического комплекса цифровой подстанции (ПТК ЦПС), который тестировался и испытывался с помощью экспериментального образца стенда для испытания ПТК ЦПС, включающего в свой состав программно-аппаратный комплекс моделирования в реальном времени. Созданный совместно с компанией ООО «Прософт-Системы» экспериментальный образец ПТК ЦПС продемонстрировал соответствие требованиям, предъявляемым стандартом МЭК 61850. В ходе работ продемонстрировано, что цифровизация потоков информации в электроэнергетике не только повышает её точность за счет уменьшения помех при передаче, но и создает большой массив данных, который может использоваться для новых алгоритмов управления энергосистемой и её элементов. При проведении исследований создана модель энергосистемы, позволяющая воспроизвести режимы работы сети для реальной подстанции 220 кВ МЭС Урала (токи и напряжения нормального режима, токи коротких замыканий и т.д.). Использование модели и комплекса моделирования в реальном времени позволяет тестировать вторичные цифровые устройства по отдельности, а также набор устройств. Такие испытания позволяют проверять работу алгоритмов и устройств до применения на объектах электроэнергетики, что значительно снижает вероятность технологических нарушений. Представителями школы создан и успешной внедрен электронный образовательный курс «Цифровая подстанция». Обучение по нему позволяет быть в курсе современных тенденций развития отрасли, обучение по нему проходят не только студенты УрФУ, но и сотрудники внешних организаций.

Поступательно продолжалась деятельность по тематике «Развитие современных алгоритмов и систем режимного и противоаварийного управления» За последние 5 лет получила свое дальнейшее развитие лабораторию, на базе которой создан орган по добровольной сертификации в Системе добровольной сертификации АО «СО ЕЭС». Представителями научной школы созданы модели и условия для проведения сертификационных испытаний для всех видов противоаварийной автоматики, ведется работа по расширению области допуска центра на релейную защиту, на весь спектр, связанный с устройствами синхронизированных векторных измерений. Важно отметить, что успешно проведена модернизация моделей при переходе с сертификации по СТО АО «СО ЕЭС» на сертификацию в соответствии с требованиями ГОСТ Р. За отчетный период коллективом школы разработаны инновационные алгоритмы расчета токов коротких замыканий, расчета режимов работы сети в гибридной трехфазно-однолинейной постановке. Алгоритмы не просто теоретически разработаны, но и реализованы в виде прототипов модулей для различных программных комплексов. В настоящее время разработки внедряются в программные продукты компании ООО «Прософт-Системы». Для надежного функционирования алгоритмов противоаварийного и режимного управления разработано несколько способов отстройки от погрешностей в измерительной части, возникающих из-за насыщения трансформаторов тока (в том числе способ с использованием нейронных сетей). Разработки по тематике находят отражение в учебных материалах для магистратуры по соответствующим профилям подготовки.

Исследования по тематике «Smart Energy» заключались в разработке концептуальных решений для управления нагрузкой. Исследования проводились с учетом появления в России нормативной базы для активных энергокомплексов (АЭК), которая

позволяет потребителю меньше зависеть от сетевых компаний, искать оптимальное соотношение приобретаемой и производимой электроэнергии. Коллектив научной школы в своих работах учитывал и потенциальный интерес сетевых компаний, стремился к тому, чтобы предлагаемые решения способствовали надежности электросетевого комплекса. Для управления нагрузкой, более точного предсказания её поведения проведена серия исследований статических характеристик нагрузки по напряжению, уточнены типовые характеристики, предложены способы идентификации статических характеристик.

Основная часть работ по тематике ВИЭ связана с разработкой методик прогнозирования генерации от возобновляемых источников. Сложность данного направления работ обусловлена зависимостью выработки от погоды и ограничениями по набору располагаемых данных для прогнозирования. Алгоритмы прогнозирования создавались по отдельности для различных видов источников энергии (ветра, солнца). При создании алгоритмов активно использовались нейронные сети. Работы по прогнозированию выполнялись в первую очередь для задач коммерческого учета электрической энергии, но созданные алгоритмы благодаря своей высокой точности могут использоваться для широкого спектра задач управления и планирования в электроэнергетике.

Значительность полученных результатов, их применимость для задач реального сектора экономики подтверждается как тем, что заметная часть работ выполнена при финансировании от отраслевых компаний, так получением охранных документов на РИД. За 2019-2023 гг. получены и получили надлежащую правовую охрану 19 РИД: 4 патента на изобретения, 10 программ для ЭВМ, 3 базы данных и 2 секрета производства (ноу-хау).

Учебные пособия, изданные членами научной школы в 2019-2023 гг.: 5

Монографии, изданные членами научной школы в 2019-2023 гг.: 1

4.1. *Количество статей в журналах ВАК:* 60

4.2. *Количество статей в WoS/Scopus:* 233 (230 статей, написанных сотрудниками кафедры «Автоматизированные электрические системы» и 3 статьи, написанные сотрудниками базовой кафедры «Электротехника»).

Из них статей в 1-4 квартилях SJR 51 статьи (в Q1 - 19, в Q2 - 17, в Q3 - 5, в Q4 - 10).

4.3. *Количество проведенных научных конференций/мероприятий:* 3

4.4. *Количество и объем выигранных научных грантов (тип, название, руководитель):* 8 грантов, 12 иное.

Общая сумма финансирования научно-исследовательских работ составляет: 181 590 240 руб., без учета договоров гражданско-правового характера за счет гранта УМНОЦ 164 193 000 руб.

4.5. *Количество защит кандидатских и докторских диссертации членами коллектива:*

- Поляков Илья Дмитриевич, кандидатская диссертация «Адаптация методов оценивания состояния для трехфазных моделей распределительных сетей», дата защиты – 19 ноября 2019 г. (рук. А.В. Паздерин)
- Семененко Сергей Игоревич, кандидатская диссертация «Разработка алгоритмов размещения синхронизированных векторных измерений для повышения эффективности оценивания состояния ЭЭС», дата защиты – 19 ноября 2019 г. (рук. П.И. Бартоломей)

- Банных Павел Юрьевич, кандидатская диссертация «Развитие потоковой модели установившихся режимов электрических сетей в трехфазном и однолинейном представлении», дата защиты – 04 февраля 2020 г. (рук. А.В. Паздерин)
- Паздерин Андрей Андреевич, кандидатская диссертация «Разработка модели энерго-стоимостного распределения и ее применение в электрических сетях», дата защиты – 04 февраля 2020 г. (рук. П.И. Бартоломей)
- Ареф Махмуд Махрос Амери, кандидатская диссертация «Modeling of renewable energy sources for calculation short current currents of local distribution systems of Egypt» («Моделирование возобновляемых источников энергии при расчете токов короткого замыкания в локальных распределительных системах Египта»), дата защиты – 02 июня 2020 г. (рук. В.П. Обоскалов)
- Валиев Рустам Талгатович, кандидатская диссертация «Развитие методов расчета показателей балансовой надежности электроэнергетических систем», дата защиты – 24 ноября 2020 г. (рук. В.П. Обоскалов)
- Полякова Ольга Юрьевна, кандидатская диссертация «Регулирование частоты при выделении дефицитного энергорайона с ПГУ на изолированную работу», дата защиты – 24 ноября 2020 г. (рук. А.В. Паздерин)
- Абдель Менаем Амир Салах Хассан, кандидатская диссертация «Improving evaluation methods of adequacy for renewable energy integrated power systems (Развитие методов оценки показателей балансовой надежности энергосистем с возобновляемыми источниками энергии)», дата защиты – 09 июля 2021 г. (рук. В.П. Обоскалов)
- Кокорин Евгений Леонидович, кандидатская диссертация «Разработка методов управления эксплуатацией релейной защиты». Дата защиты – 15 октября 2021 г. (рук. С.Е. Кокин)
- Одинаев Исмоил Назримадович, кандидатская диссертация «Снижение погрешности трансформаторов тока в режиме насыщения для цифровых устройств защиты и автоматики», дата защиты – 22 ноября 2022 г. (рук. А.В. Паздерин)
- Сенюк Михаил Дмитриевич, кандидатская диссертация «Разработка адаптивного метода разгрузки энергоблока при близких коротких замыканиях», дата защиты – 22 ноября 2022 г. (рук. А.С. Бердин)
- Сафаралиев Муродбек Холназарович, кандидатская диссертация «Разработка моделей прогнозирования электропотребления и генерации ГЭС на среднесрочную перспективу в изолированных энергосистемах», дата защиты – 29 ноября 2022г. (рук. С.Е. Кокин)