

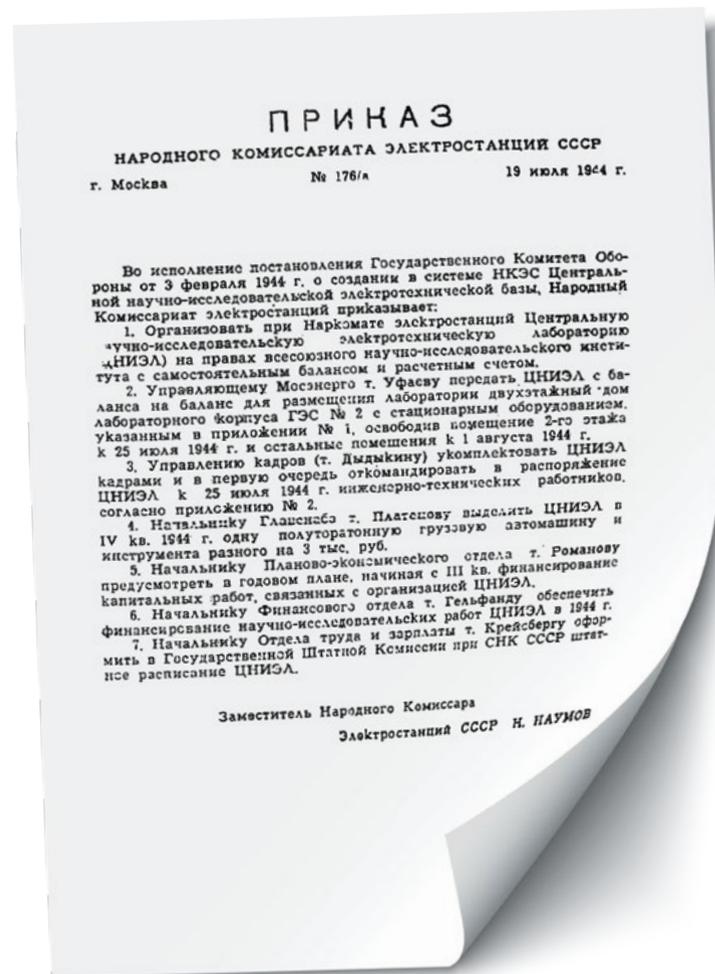
# ВНИИЭ — БАЗОВАЯ НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «НТЦ РОССЕТИ ФСК ЕЭС». ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ

## АВТОРЫ:

В.Э. ВОРОТНИЦКИЙ,  
Д.Т.Н.,  
Ю.И. МОРЖИН, Д.Т.Н.,  
Д.С. САВВАИТОВ К.Т.Н.,  
«НТЦ РОССЕТИ ФСК ЕЭС»

**С**тановление ЦНИИЭЛ — ВНИИЭ связано с именами выдающегося

электроэнергетика Ивана Аркадьевича Сыромятникова и первого директора Сергея Михайловича Гортинского.



Приказ о создании Центральной научно-исследовательской электротехнической лаборатории

В 2021 г. исполнилось 77 лет со дня создания Центральной научно-исследовательской электротехнической лаборатории (ЦНИЭЛ), в дальнейшем Всесоюзного научно-исследовательского института электроэнергетики (ВНИИЭ).

Государственный комитет обороны (ГКО) СССР 19 июля 1944 г. вынес постановление, в котором была поставлена задача достичь довоенного уровня производства электроэнергии, а затем значительно превзойти его. Для научного обеспечения выполнения этой задачи ГКО постановил создать в системе Народного комиссариата электрических станций СССР (НКЭС) ЦНИЭЛ, в которой развернуть научно-исследовательские работы в областях электрической части энергосистем, восстановления энергетики на бывшей оккупированной территории и дальнейшего развития электроэнергетики Советского Союза.

Перечень основных задач, которые предстояло решать ЦНИЭЛ, включал изучение опыта эксплуатации электрических станций, сетей и энергосистем; совершенствование методов эксплуатации и профилактики электрооборудования электрических станций и сетей, повышение его надежности и экономичности; разработку новых схем объектов электроэнергетики, новых типов электротехнического оборудования, аппаратуры контроля, автоматики, релейной защиты, телемеханики и связи.

Становление ЦНИИЭЛ — ВНИИЭ связано с именами выдающегося электроэнергетика Ивана Аркадьевича Сыромятникова (рис. 1) и первого директора Сергея Михайловича Гортинского (рис. 2).

В период 1944–1947 гг. в ЦНИЭЛ были созданы лаборатории электрических машин, высокого

напряжения и систем, электрических сетей, релейной защиты, высокочастотной связи, телемеханики, электрических измерений. Развитие энергетики страны требовало расширения тематики работ ЦНИИЭЛ, что, в свою очередь, вызвало необходимость увеличения численности ее сотрудников. К 1958 г. объем и научно-технический уровень выполняемых лабораторией работ вышел за рамки понятия «лаборатория», в связи с чем ЦНИЭЛ была реорганизована во ВНИИЭ, деятельность которого должна была обеспечить решение основных проблем электроэнергетики: повышение надежности и устойчивости энергосистем и энергообъединений; освоение высших классов напряжения в энергосистемах; создание и освоение нового электротехнического оборудования электростанций и электрических сетей, продление сроков его службы; разработка автоматизированных систем диспетчерского управления, устройств релейной защиты, систем и средств телемеханики и связи.

Большую роль в становлении и развитии института, его научных направлений, определении его места и влияния на научно-технический прогресс в электроэнергетике сыграл видный электротехник и электроэнергетик Лев Гразданович Мамиконянц, на протяжении долгих лет занимавший должность заместителя директора по научной работе (рис. 3).

В рамках развития ВНИИЭ в 1963 г. был создан вычислительный центр, выделившийся в 1964 г. в самостоятельную организацию — Вычислительный центр Главтехуправления (ВЦ ГТУ) Минэнерго СССР.

В 1964 г. в составе ВНИИЭ было завершено строительство самого мощного в стране центра в Бескудниково для испытаний высоко-

вольтного оборудования, который в этом же году был выделен в самостоятельную организацию — Научно-исследовательский центр по испытанию высоковольтной аппаратуры (НИЦ ВВА).

В 1985 г. ВНИИЭ, как головной научной организации по проблеме автоматизации в энергетике и созданию систем АСДУ (автоматизированных систем диспетчерского управления) для крупных энергообъединений, включая ЕЭС СССР, были переданы соответствующие подразделения ЭНИН им. Г.М. Кржижановского и института «Энергосетьпроект».

В 1987 г. для расширения научно-исследовательских работ по применению в электроэнергетике силовой электроники и координации работ в отрасли по этой проблеме к ВНИИЭ было присоединено Московское отделение Научно-исследовательского института по передаче электроэнергии постоянным током (МО НИИПТ).

В 1993 г. в ходе реструктуризации, проводимой по всей стране, в том числе в энергетике, институт был преобразован в ОАО «ВНИИЭ», единственным акционером которого стало РАО «ЕЭС России».

ВНИИЭ, имея в своем составе ведущих отечественных ученых и специалистов, внес весьма существенный вклад в обеспечение научно-технического прогресса электроэнергетики и электротехники, причем не только в их практические аспекты, но и в развитие ряда научно-теоретических положений в этих областях. Ниже приведены некоторые наиболее существенные результаты деятельности института, направленные на повышение надежности и экономичности энергосистем, электрических станций и сетей, освоение электропередачи высших классов напряжения

в энергосистемах, их электрооборудования, надежности и качества электроснабжения потребителей.

Практически с самого начала своей деятельности в институте стали проводить теоретические и экспериментальные исследования нормальных, аномальных и переходных режимов синхронных машин применительно к условиям их эксплуатации на электростанциях. Эти работы выполнялись по инициативе, под общим руководством и при непосредственном участии П.А. Сыромятникова, Л.Г. Мамиконянца и созданной ими во ВНИИЭ школы разработчиков и исследователей в области электрических машин (Л.С. Линдорф, А.А. Хачатуров, В.А. Цветков, А.П. Чистиков, Ю.А. Шмайн, Ю.М. Элькинд и др.). Теоретические и практические результаты их исследований легли в основу целого ряда нормативных документов, регламентирующих работу синхронных машин на электростанциях в эксплуатационных режимах со значительно меньшими, чем было раньше, ограничениями.

Эти и другие исследования стали основой важных мероприятий по противоаварийному управлению энергосистемами, а также мероприятий эксплуатационного характера (работа и ремонт линий

электропередачи в неполнофазном режиме; упрощение схем и порядка пуска крупных двигателей и др.). Результаты данных исследований оказались также востребованными заводами — производителями синхронных турбо- и гидрогенераторов.

В 1954 г. по инициативе М.М. Ботвинника были начаты работы по принципиально новому и перспективному для электроэнергетики направлению — созданию генераторов и двигателей с продольно-поперечным возбуждением, названных «асинхронизированными синхронными машинами» (АСМ). Для этого были разработаны теоретические основы установившихся и переходных процессов таких машин и управления ими. Следует отметить, что, возглавив в ЦНИЭЛ — ВНИИЭ работы по АСМ, М.М. Ботвинник при этом большое внимание уделял развитию шахмат в СССР, многие годы был чемпионом мира по шахматам.

С середины 1970-х гг. преемником и основным руководителем работ по развитию нового класса электрических машин стал Ю.Г. Шакарян, возглавивший вначале лабораторию АСМ, а позднее ставший заместителем директора по научной работе, сменив на этом посту Л.Г. Мамиконянца. Им был сфор-

мулирован новый подход к анализу широкого круга электрооборудования, основанного на синтезе машин переменного тока (асинхронных и синхронных) и силовой электроники, а именно, полупроводниковых преобразователей частоты, включаемых в цепь ротора или статора, получившего название электромашиноинвентильные комплексы. При этом были определены их различные виды и целесообразные области применения. Благодаря новым подходам, сформулированным Ю.Г. Шакаряном, теория АСМ и методы управления ими получили дальнейшее развитие. Созданной им школой был исследован новый класс АСМ: асинхронизированных синхронных турбогенераторов (АСТГ); асинхронизированных электрических приводов (АСК); электрических приводов на базе машин двойного питания (асинхронизированных синхронных двигателей). Много внимания при этом уделялось созданию совместно с электротехническими заводами и их НИИ электромашин нового типа. Первые два АСТГ мощностью 200 МВт были приняты в эксплуатацию на Бурштынской ГРЭС. На электростанциях Мосэнерго на протяжении ряда лет эксплуатируются АСТГ мощностью

110, 160 и 320 МВт. На подстанции «Бескудниково» введены в эксплуатацию два АСК мощностью 100 МВА. В течение ряда лет в этих работах активное участие принимали Н.Н. Блоцкий, И.А. Лабунец, А.П. Лохматов, Т.В. Плотникова, И.Я. Довганюк, П.В. Сокур и другие сотрудники.

Одним из важных направлений деятельности ВНИИЭ по решению проблем энергоресурсосбережения были проводившиеся с 1980 г. разработки электроприводов с регулируемой частотой вращения для экономичного регулирования производительности мощных насосов и вентиляторов ТЭС и АЭС (руководитель работ Г.Б. Лазарев). Были выполнены исследования по выбору и обоснованию схем и параметров высоковольтных преобразователей частоты (ВПЧ), моделированию электромагнитных и электромеханических процессов при пуске и самозапуща частотно-регулируемых электроприводов (ЧРЭП) с ВПЧ, разработке способов и средств обеспечения ЭМС ЧРЭП с сетями электроснабжения (Г.Б. Лазарев С.Г. Забровский, А.Н. Новаковский, А.Т. Султанов и др.).

В середине 2000-х гг. институт был привлечен к разработке проекта модернизации Кислогубской приливной электростанции (ПЭС). Перед специалистами ВНИИЭ была поставлена задача создать электромашиноинвентильный комплекс, состоящий из синхронного генератора 1000 кВт, 6 кВ и соответствующего тиристорного преобразователя частоты, включаемого в статор генератора (А.Е. Загорский, Г.Б. Лазарев, И.Т. Пар, А.Н. Новаковский). По разработкам института электротехнической промышленностью были изготовлены специальный синхронный генератор и тиристорный преобразователь частоты, смонтированные на наплавном блоке ПЭС.

Значительный вклад был внесен институтом в развитие теории и расширение практического применения электромашиноинвентильных комплексов на основе пусковых устройств (софт-стартеров) с квазичастотным управлением и асинхронных двигателей (руководитель работ А.Е. Загорский).

Проблемы применения тиристорных преобразователей для регулируемых статических устройств компенсации реактивной мощности объектов электрических сетей прорабатывались во ВНИИЭ под руководством и при непосредственном участии В.И. Кочкина коллективом его учеников и сотрудников (О.П. Нечаев, А.П. Обязуев, В.К. Фокин и др.).

Формирование требований к вновь создаваемому основному электрооборудованию электрических станций и сетей в отношении обеспечения надежности, экономичности, необходимых эксплуатационных характеристик, ремонтопригодности, управляемости, а также к методам изучения опыта эксплуатации электротехнического оборудования и проведению мероприятий по устранению недостатков действующего оборудования и его модернизации на протяжении всей деятельности института было важнейшим направлением его работ. В рамках постоянно проводившихся исследований и обобщения опыта эксплуатации был подготовлен ряд новых и усовершенствованы многие ранее известные методы испытаний электрооборудования при его приемке и в эксплуатации. Совместно с изготовителями и персоналом энергосистем проводились комплексные испытания основного электрооборудования многих электростанций и подстанций. В их числе, например, синхронные турбогенераторы мощностью 800–1200 МВт Рязанской и Костромской ГРЭС, гидрогенераторы мощностью

500 и 600 МВт Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС, двигатели-генераторы Загорской ГАЭС, а также асинхронизированные синхронные генераторы Иовской ГЭС, Бурштынской ГРЭС, ТЭЦ-22 «Мосэнерго», Каширской ГРЭС, асинхронизированные синхронные компенсаторы на подстанции «Бескудниково».

Важнейшее значение имели также комплексные испытания электрооборудования линий электропередачи 400–1150 кВ.

Институт постоянно оказывал большую помощь электростанциям и сетевым объектам в освоении в эксплуатации нового и совершенствовании обслуживания уже установленного электрооборудования.

Очень значим вклад ЦНИЭЛ — ВНИИЭ в совершенствование методов и средств профилактических испытаний генераторов, трансформаторов и электродвигателей. Работы по этому направлению в 1960-х гг. развились в более широкий комплекс исследований и разработок по-новому в то время не только для института, но и для отрасли направлению — создание систем, методов и средств технической диагностики электрооборудования энергосистем по аналогии с уже действовавшими подобными системами в некоторых технических отраслях, например в авиации.

Отвлекаясь от календарного порядка выполнения работ в рамках этого цикла, можно отметить, что они охватывали очень широкий круг вопросов, в частности таких, как анализ и обобщение опыта эксплуатации и повреждаемости оборудования, изучение причин и характера возникновения и развития типовых дефектов в нем, оценка старения составляющих его элементов; проведение комплексных обследований длительно работающего электрооборудования,

Рис. 1  
Иван Аркадьевич Сыромятников — выдающийся советский электроэнергетик, первый научный руководитель Центральной научно-исследовательской электротехнической лаборатории (ЦНИЭЛ)



Рис. 2  
Сергей Михайлович Гортинский — организатор и первый директор ЦНИЭЛ



Рис. 3  
Лев Гразданович Мамиконянец — научный руководитель ЦНИЭЛ с 1954 по 1994 г.



оценка возможности его дальнейшей эксплуатации и разработка мероприятий для обеспечения надежности его последующей работы; разработка автоматизированных систем диагностики, в том числе экспертных, включающих в себя контроль оборудования в процессе работы (мониторинг) и при выводе его из работы; создание информационно-диагностических систем; определение путей перехода на базе технической диагностики от календарно-плановой системы проведения ремонтов к системе ремонтов «по состоянию» и т. п.

Весьма существенным является вклад института в развитие научных основ обеспечения надежной работы существующих и перспективных воздушных линий (ВЛ) электропередачи и подстанций, в частности, научное обеспечение создания линий электропередачи сверхвысокого (СВН) и ультравысокого (УВН) напряжения. Исследования и разработки по этим проблемам были начаты в 1945 г. и проводятся до настоящего времени. Их инициатором и научным руководителем был талантливый и широко эрудированный ученый В.В. Бургсдорф, создавший в институте школу ученых и инженеров в области ВЛ электропередачи, подстанций и их высоковольтного оборудования.

В последующие годы руководителями данного направления являлись Д.С. Савваитов и Л.В. Тимашова. Эти работы способствовали тому, что впервые в мире ВЛ электропередачи напряжением 500, 750 и 1150 кВ сооружались в СССР.

Научные и практические разработки в области ВЛ электропередачи, подстанций и их оборудования высокого напряжения с самого начала были комплексными, охватывающими вопросы:

- климатологии;
- механических и тепломеханических процессов ВЛ;
- электрических и электромагнитных явлений при работе ВЛ и подстанций, включая их влияние на окружающую среду;
- изоляции и защиты от перенапряжений.

Работы по изучению влияния климатических факторов на надежность ВЛ проводились под руководством В.В. Бургсдорфа. В дальнейшем этими вопросами занимались воспитанные в институте специалисты Т.А. Басарская, Т.Н. Голикова, Л.Е. Ломилина, Г.Д. Топоркова и др. По инициативе института была существенно расширена сеть метеорологических станций, ведущих наблюдение за гололедом и сильными ветрами. В 1976 г. была издана утвержденная Минэнерго СССР и подготовленная ВНИИЭ методика построения региональных карт гололедных и ветровых нагрузок ВЛ. Также было составлено около 200 карт климатических нагрузок на ВЛ. Работы по уточнению методик и составлению климатических карт нагрузок на ВЛ продолжают и сегодня (С.В. Черешнюк).

Исследования и разработки в области механики и нагрева проводов ВЛ, также ведущиеся с самого начала деятельности ЦНИЭЛ, охватывают развитие теории и экспериментальных исследований динамики проводов, в частности, в расщепленных фазах, формирование основ методологии и создания устройств для борьбы с вибрацией и пляской проводов, определение механических характеристик проводов и тросов, включая в последние годы провода с оптоволоконными каналами, допустимой токовой нагрузки проводов по условиям огра-

ничения провесов и т. п. Руководителями и ведущими исполнителями этих работ в разные периоды были А.Я. Либерман, Е.П. Никифоров, Д.С. Савваитов, В.А. Шкапцов.

Широким фронтом велись исследования и разработки, посвященные электрическим и электромагнитным процессам на ВЛ, в частности, были:

- исследованы потери от короны и создаваемые ею и искровыми разрядами на линиях электропередачи и подстанциях СВН и УВН помехи, обоснованы мероприятия по их ограничению (Н.П. Емельянов, Э.Н. Журавлев, С.В. Крылов, Л.В. Тимашова и др.);
- определены условия самопогасания мощных электрических дуг в воздушных промежутках на линиях СВН и УВН и на этой основе оценены требуемые паузы при повторных включениях (Н.Н. Беляков, В.С. Рашкес, К.В. Хоециан);
- исследованы условия возникновения различных видов перенапряжений (грозовых, коммутационных, феррорезонансных и др.) и их уровень в электрических сетях и на электростанциях, а также обоснованы мероприятия по их предотвращению и ограничению (Н.Н. Беляков, Б.Б. Бочковский, Л.Д. Зилес, К.И. Кузьмичева, А.С. Майкопар, Н.В. Муравлева, В.С. Рашкес, К.В. Хоециан);
- обоснованы мероприятия по повышению надежности работы линейной изоляции, в том числе полимерной (С.В. Крылов);
- исследованы режимы работы коммутационной аппаратуры высокого напряжения, сформулированы мероприятия по повышению ее надежности,

подготовлены аналитические обзоры по применяемым в нашей стране и мире способам создания коммутационных аппаратов (Г.Н. Дорф, Г.В. Кузнецов, Н.В. Шилин);

- разработаны системы емкостного отбора мощности от линий электропередачи (Д.Н. Булашевич, Г.Н. Дорф, В.Д. Юренков).

Существенный вклад внесен институтом в подготовку научных основ и практических рекомендаций при создании и вводе в эксплуатацию первых в мире линий электропередачи переменного тока 400–500, 750 и 1150 кВ. При этом проведенные исследования и разработки касались не только электрических, климатических и механических проблем создания таких ЛЭП. Активное участие специалисты института приняли также в комплексных испытаниях этих линий, включая первый участок ВЛ 1150 кВ.

Следует отметить важный вклад ВНИИЭ (Ю.Д. Аронштам, В.О. Фрейеров, А.Н. Демин) в разработку, развитие и широкое внедрение методов акустико-эмиссионного контроля технического состояния (выявления внутренних дефектов) фарфоровых опорно-стержневых изоляторов, разъединителей и фарфоровых покрышек вводов выключателей 110–220 кВ. Подготовленные институтом методики и созданные на их базе приборы до сих пор являются одними из наиболее эффективных средств своевременного определения дефектов фарфора и предотвращения возможных по этой причине аварий в электрических сетях.

ВНИИЭ проведены весьма важные исследования, касающиеся режимов работы энергообъединений, энергосистем и электрических сетей, принципов и методов управления ими, обеспечения надежности и живучести, авто-

матического регулирования. Еще в конце 1940-х гг. М.М. Ботвинник теоретически обосновал и экспериментально доказал возможность работы линий электропередачи в режиме «искусственной устойчивости» при использовании так называемого сильного регулирования возбуждения генераторов по углу. Принцип сильного регулирования возбуждения синхронных генераторов получил в дальнейшем широкое распространение в стране на основе регулирования не по углу, а по другим параметрам, косвенно характеризующим угол (частоте, напряжению, току, их производным и др.).

Существенный вклад внесли ученые и специалисты ВНИИЭ в развитие принципиальных основ противоаварийной автоматики и методов расчета устойчивости сложных энергосистем и потребителей электроэнергии (М.Г. Портной, Ю.Е. Гуревич, Я.Н. Лугинский,



Рис. 4  
Открытие научно-технической библиотеки в здании ВНИИЭ на Каширском шоссе в 1980 г.

Е.К. Лоханин, Ю.А. Тихонов). Были также разработаны методы оптимизации установившихся режимов энергообъединений, энергосистем, электростанций и каскадов ГЭС по активной и реактивной мощностям (В.М. Горнштейн, В.А. Тимофеев, Е.В. Цветков, Т.М. Алябышева, Т.Н. Протопопова).

Большое внимание уделялось и уделяется в настоящее время повышению экономичности передачи и распределения электроэнергии. Под научным руководством и при непосредственном участии В.Э. Воротницкого и Ю.С. Железко их учениками и сотрудниками (М.А. Калинкина, О.В. Туркина, И.А. Паринов, А.В. Артемьев, О.В. Савченко) выполнен комплекс работ по развитию принципов и методов расчета, анализа и нормирования, оценки эффективности внедрения мероприятий по снижению потерь электроэнергии на ее передачу в электрических сетях всех уровней напряжения от 0,4 до 750 кВ включительно. Подготовлены и широко внедрены методики проведения энергетических обследований электросетевых предприятий для выявления резервов снижения потерь электроэнергии в сетях.

Важным направлением деятельности института были исследования по совершенствованию и развитию метрологического обеспечения электрических измерений и учета электроэнергии на объектах электроэнергетики, которые выполнялись Ю.Е. Ждановой, Е.В. Комковой и другими сотрудниками под руководством Я.Т. Загорского. В частности, впервые были разработаны типовые методики выполнения измерений электрической мощности и электроэнергии, которые в дальнейшем стали обязательной метрологической основой для создания и внедрения автоматизированной информационно-измерительной

системы контроля и учета электроэнергии (АИИС КУЭ) на оптовом рынке электроэнергии.

Большое внимание уделялось также вопросам компенсации реактивной мощности, регулирования напряжения и увеличения пропускной способности реконструируемых и новых линий электропередачи. Работы этого направления развились в широкий комплекс исследований, проводимых под руководством Ю.Г. Шакаряна, В.И. Кочкина и Ю.С. Железко, по оптимизации режимов, определения мест и мощности установки компенсирующих устройств, созданию гибких передающих систем переменного тока (FACTS), причем не только на базе использования статических управляемых устройств, но и с использованием вращающихся компенсаторов на линиях электропередачи, а также АС-генераторов электростанций, близких к концам электропередачи в передающих и приемных энергосистемах.

Институтом проведены исследования и разработки по таким важным проблемам режимов функционирования энергообъединений, энергосистем и электрических сетей, как автоматическое регулирование частоты и активной мощности (А.Г. Москалев, И.Б. Копылов и др.); стандартизация и контроль качества электроэнергии (Н.Н. Мельников, Ф.Ф. Карпов, Ю.С. Железко, В.Н. Никифорова и др.); совершенствование методов аналитических и экспериментальных исследований режимов энергосистем (Н.А. Картвелишвили, Н.И. Соколов, В.Ф. Тимченко, В.К. Фокин, А.А. Хачатуров и др.); надежность энергосистем и электроснабжения потребителей (Ф.И. Синьчугов, Р.Я. Федосенко, Ю.Е. Гуревич и др.).

Логическим развитием исследований режимов работы энергосистем, принципов управления ими в соче-

тании с освоением возможностей, предоставляемых быстро развивающейся вычислительной техникой, явилось проведение в институте, начиная с 1970-х гг., широкого круга исследований и разработок по новому для того времени направлению — создание автоматизированных систем управления (АСУ) в электроэнергетике (руководитель Ю.И. Моржин). Основными стали работы по математическому и информационному обеспечению АСУ разных уровней диспетчерского управления (АСДУ), проводившиеся совместно с ЦДУ ЕЭС СССР, ВЦ ГТУ, институтом «Энергосетьпроект» и др.

Был проведен большой объем работ по нормативному обеспечению АСУ предприятий и районов распределительных электрических сетей (АСУ ПЭС и РЭС) (руководитель В.Э. Воротницкий), АСУ технологическими процессами (АСУ ТП) электрических станций и подстанций (Я.Н. Лугинский), в том числе в отношении системных требований и принципов их реализации. В результате был внесен существенный вклад в развитие методов расчета стационарных и переходных режимов энергосистем и электрических сетей, совершенствование методов и средств их анализа и оптимизацию управления ими.

На базе ЭВМ различных поколений и типов институтом было создано и внедрено математическое обеспечение разных уровней АСДУ и АСУ в электроэнергетике, включая специализированные базы данных, геоинформационные системы и современные средства организации человеко-машинного интерфейса. К наиболее важным разработкам в этой области относятся:

- АСДУ нового поколения для энергосистем и крупных ПЭС с использованием неод-

народных вычислительных систем, включая режимно-технологические задачи в режиме реального времени (Ю.И. Моржин В.Ф. Жаркин, Ю.А. Тихонов, М.И. Лондер, С.Г. Попов, К.М. Митюшкин);

- интеллектуальные (экспертные) системы для оперативно-диспетчерского персонала энергосистем и ПЭС (Ю.Я. Любарский);
- динамические режимные тренажеры для энергообъединений и энергосистем (М.А. Рабинович);
- автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии АСКУЭ (Я.Т. Загорский, В.М. Щуров).

Институт занимал ведущее место в электроэнергетике по созданию систем сбора, передачи и обработки информации в АСДУ на базе современных средств телемеханики.

Созданная институтом Центральная координирующая система АРЧМ с 1990 г. используется в АО «СО ЕЭС» для регулирования частоты в энергосистеме РФ и контроля отечественных межсистемных и межгосударственных перетоков электроэнергии (А.М. Машанский).

Оперативно-информационный комплекс (ОИК) «Диспетчер 5», созданный во ВНИИЭ, с 1985 до 2004 г. являлся главной компьютерной системой обеспечения оперативно-диспетчерского управления в АО «СО ЕЭС» (Г.Л. Кемельмахер, А.Л. Вулис, Г.П. Кутлер).

В 1999 г. в «Мосэнерго» (крупнейшей в то время энергосистеме РФ) была введена в промышленную эксплуатацию информационно-вычислительная система «ДС-Альфа», сочетающая традиционные функции ОИК с решением режимно-техно-

логических задач в режиме реального времени с использованием интеллектуальных (экспертных) систем и динамических тренажеров для оперативного персонала (М.И. Лондер).

Активно используются в РФ и странах СНГ созданные ВНИИЭ комплексы программ оптимизационных и имитационных расчетов для планирования и анализа режимов каскадов ГЭС с учетом требований энергетических и неэнергетических водопользователей (Е.В. Цветков, Т.М. Алябышева, Т.Н. Протопопова, П.С. Абакшин).

Заслуженной известностью пользуется постоянно развивающийся и широко внедренный программный комплекс «Энергостат», предназначенный для прогнозирования и анализа различных параметров, характеризующих работу энергообъединений (Б.И. Макоклюев).

Широкое внедрение на предприятиях и в энергосистемах получили созданные в институте комплексы программ для расчета, анализа и нормирования потерь электроэнергии в электрических сетях. Эти комплексы программ постоянно развиваются по мере совершенствования средств АСУ и АСДУ, информационного обеспечения расчетов режимов электрических сетей 0,4–750 кВ (Ю.С. Железко, В.Э. Воротницкий, М.А. Калинкина).

Важными, имеющими высокий потенциал для применения в новых условиях результатами работ института являются алгоритмы и комплексы программ с использованием аппарата экспертных систем для анализа топологии энергосистем, анализа нештатных ситуаций, выполнения ремонтных заявок и др. (Ю.Я. Любарский).

По заказу Минтопэнерго и РАО «ЕЭС России» ВНИИЭ подготовил

унифицированные протоколы обмена информацией в электроэнергетике на базе стандартов МЭК. Было выпущено 15 стандартов серии ГОСТ Р МЭК 60870.

По АСКУЭ разработан ряд нормативно-технических документов: Основные положения, Типовые технические требования, Типовой проект и т. п. Созданы технические задания (ТЗ) и технико-экономические обоснования (ТЭО) по АСКУЭ ряда конкретных объектов разных уровней (В.М. Щуров).

В связи с возросшим объемом оснащения объектов электроэнергетики (ПАО «ФСК ЕЭС», АО «СО ЕЭС») видеоцифрами активно востребована созданная ВНИИЭ ситуационная технология отображения состояния энергообъектов (Л.С. Штейнбок).

Важным направлением деятельности ЦНИЭЛ — ВНИИЭ, начиная с 1945 г., является проведение исследований и разработок систем и средств релейной защиты, системной автоматики, связи, обнаружения и определения мест повреждений в электрических сетях, телемеханики, необходимых для обеспечения надежного функционирования и эффективно-го управления энергосистемами, электрическими станциями и их электрооборудованием (К.М. Митюшкин, Г.М. Шалыт).

В области релейной защиты и системной автоматики сформированы научные основы производства таких систем и средств для энергообъединений, энергосистем, электрических станций и сетей, включая распределительные сети, их электрооборудование, а также в определенной степени электроустановки потребителей электроэнергии. Были изобретены более совершенные, чем ранее, защиты генераторов, трансформаторов, линий электропередачи. Особо

следует отметить разработку отсутствовавших ранее систем и средств релейной защиты и автоматики для созданных в нашей стране впервые в мире линий электропередачи большой протяженности, позже развитых сетей 500 и 750 кВ, а в последние годы существования СССР — линий 1150 кВ. Последние несколько лет особое внимание уделяется выпуску защит и автоматики на основе микропроцессорной техники. Руководителями и непосредственными участниками работ в этой области последовательно были М.И. Царев, И.Н. Попов, Е.Д. Сапир, Я.С. Гельфанд, а в последнее время — А.И. Левиуш.

Исследования в области связи в энергосистемах были направлены на развитие теоретических основ и создание необходимой аппаратуры высокочастотной связи по проводам силовых линий электропередачи. Институт был ведущим разработчиком этой техники в стране.

Созданные институтом системы и аппаратура были освоены промышленностью и до сих пор применяются в электрических сетях, включая сети СВН и УВН. Руководителями и участниками создания этих систем и технических средств в ЦНИЭЛ — ВНИИЭ были Г.В. Микуцкий Н.А. Ульяновский, Я.Л. Быховский, Л.И. Брауде, В.С. Скитальцев, В.Б. Соколов, Ю.П. Шкарин, М.А. Кальманович.

Были широко внедрены в энергосистемы созданные ЦНИЭЛ — ВНИИЭ совместно с другими организациями системы и средства определения мест повреждений воздушных и кабельных линий. Исследования в данном направлении активно велись с 1945 до 1980-х гг. и возглавлялись В.Л. Бакиновским и Г.М. Шальтом. Большой вклад в эти разработки внесли также Я.Л. Быховский, А.П. Осадчий, В.К. Спиридонов, Л.И. Брауде.

Исследования в области телемеханики в электроэнергетике в институте активно велись с 1946 г. В первые десятилетия деятельности создавались системы и средства телемеханики для электрических сетей и электрических станций (К.Г. Митюшкин). Эти технические средства были освоены промышленностью и широко внедрены в энергосистемы. Подготовленные институтом теоретические и практические основы производства и применения систем и средств телемеханики для электроэнергетики отражены во многих научно-технических публикациях, которые сегодня стали базой для организации интеллектуальной электроэнергетической системы новой России с применением цифровой техники и технологий.

Сотрудники большинства подразделений института являются авторами и соавторами многих важнейших нормативно-технических документов в электроэнергетике, создававшихся в тесном взаимодействии с Главтехуправлением Минэнерго СССР под руководством главного электрика министерства К.М. Антипова. К этим документам в первую очередь относятся:

- Правила устройства электроустановок;
- Правила технической эксплуатации;
- руководящие указания, государственные стандарты, инструкции, противоаварийные и эксплуатационные циркуляры.

Сегодня большая часть этих документов требует доработки и актуализации, которая, к сожалению, проводится в недостаточном объеме из-за отсутствия необходимого финансирования и отраслевой политики нормативно-технического обеспечения.

Специалисты института на протяжении многих лет активно и творчески участвуют в международных организациях — Международном совете по большим электроэнергетическим системам (СИГРЭ) и Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Научные достижения и широкие связи ВНИИЭ с зарубежными энергетическими компаниями и организациями позволили завоевать институту заслуженный авторитет в мире.

За вклад в развитие отечественной электроэнергетики и электротехники многие работники ВНИИЭ награждены Ленинской и Государственной премиями СССР, премиями Правительства СССР и РФ, Академии наук СССР и РФ, отраслевыми наградами и почетными званиями.

Ленинские премии получили:

- в 1962 г. В.В. Бургсдорф — за создание линий электропередачи 500 кВ;
- в 1964 г. М.И. Царев, Е.Д. Сапир, Г.В. Микуцкий за разработку и внедрение систем и средств релейной защиты и автоматики линий электропередачи 500 кВ.

Государственные премии получили:

- в 1948 г. И.А. Сыромятников за разработку методов пофазного ремонта воздушных линий электропередачи;
- в 1950 г. М.И. Царев, И.И. Соловьев, И.Н. Попов за разработку новых устройств релейной защиты;
- в 1968 г. Ю.А. Шмайнд за разработку и внедрение быстродействующих систем возбуждения с управляемыми преобразователями для мощных гидрогене-

раторов и синхронных компенсаторов;

- в 1978 г. К.М. Антипов, Н.П. Фуфурин за создание и внедрение в энергетику комплекса мощных высоковольтных трансформаторов;
- в 1986 г. В.М. Горнштейн, Л.Г. Мамиконянц, К.Г. Митюшкин за разработку теории и методов управления режимами электроэнергетических систем и их применение в АСДУ ЕЭС СССР;
- в 2004 г. Ю.Н. Львов за создание системы повышения надежности и живучести ЕЭС России.

Премии Совета Министров СССР получили:

- в 1979 г. В.В. Бургсдорф за создание высокогорной воздушной линии электропередачи 500 кВ;
- в 1980 г. Л.А. Бибер, Ю.Е. Жданова, Ю.М. Элькинд за комплекс работ по созданию, метрологическому обеспечению и широкому внедрению методов и средств контроля надежности сооружений и оборудования ГЭС.

Премия им. П.Н. Яблочкова Российской академии наук получили:

- в 1979 г. Ю.П. Шкарин за серию трудов по волновым процессам в многопроводных линиях;
- в 1993 г. Ю.Г. Шакарян за цикл работ «Теория, проектирование и моделирование машиновентильных систем».

Основной вклад в развитие отечественной электроэнергетики и перечисленные достижения ведущих специалистов ЦНИЭЛ — ВНИИЭ

были получены в результате активной государственной поддержки, финансирования и координации со стороны Главтехуправления Министерства энергетики и электрификации СССР, Госкомитета по науке и технике СССР.

Исследования и разработки проводились в тесном сотрудничестве и взаимодействии с институтами РАН, вузами, отраслевыми научно-исследовательскими и проектными организациями, предприятиями — производителями электротехнического оборудования, средств релейной защиты, автоматики, связи, телемеханики, учета электроэнергии.

В 2006 г. произошло слияние ОАО «ВНИИЭ» с ОАО «НИЦ ВВА», ОАО «РОСЭП» и ОАО «СибНИИЭ» с образованием на основе этого слияния ОАО «Научно-технический центр электроэнергетики». При этом ВНИИЭ, как самостоятельная организация, прекратил свое существование.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За прошедшие 62 года своей работы ЦНИЭЛ — ВНИИЭ внес значительный вклад в научно-технический прогресс отечественной электроэнергетики, создание и развитие ЕЭС страны, разработку нормативной базы ее функционирования и развития, обеспечение ее надежной работы в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах.

Созданные с активным участием ученых и инженерно-технических работников ВНИИЭ теория, методы, алгоритмы, электрооборудование и приборы, программно-технические комплексы и автоматизированные системы управления режимами энергосистем, измерения, учета и контроля электроэнергии

и сегодня служат основой для решения современных задач цифровой трансформации отрасли, разработки и внедрения интеллектуальных систем управления надежностью, качеством и экономичностью электроснабжения потребителей.

За годы своей плодотворной работы ВНИИЭ из небольшой лаборатории вырос в одну из ведущих отраслевых научно-исследовательских организаций бывшего Советского Союза и постсоветской России.

При этом организаторы и ведущие ученые института на всем протяжении своей деятельности были не только специалистами высочайшей квалификации, но и Учителями, образцами преданности своей профессии, создателями Школ, воспитавшими не одно поколение высококвалифицированных специалистов-электротехников и электроэнергетиков, которые и сегодня являются основой научного потенциала «НТЦ Россети ФСК ЕЭС».

Проходят годы, трансформируются электроэнергетика страны и ее экономика. Сегодня стратегическим ресурсом развития компании «НТЦ Россети ФСК ЕЭС» должно стать новое поколение молодых ученых и специалистов.

Особенно важно при этом сохранить преемственность поколений, высокий научный потенциал и традиции, заложенные создателями и выдающимися учеными ВНИИЭ.

Хочется надеяться, что этот потенциал и многолетний успешный опыт работы в новых условиях будут безусловно востребованы на благо развития отечественной электроэнергетики и ее электросетевой инфраструктуры при выполнении проектов по внедрению инновационных технологических решений.