ЖУРНАЛ ОСНОВАН в 1880 г.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

12
1982
ДЕКАБРЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОРГАН АКАДЕМИИ НАУК СССР, ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ, ЦП НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА ЭНЕРГОИЗДАТ

60-летие Союза Советских Социалистических Республик — замечательное событие в жизни советского народа. Славный союз братских республик — подтверждение правоты учения В. И. Ленина о многонациональном социалистическом государстве, его национальной политике. Развитие народного хозяйства, расцвет науки, культуры и образования всех народов в первой стране рабочих и крестьян оказывали и оказывают революционизирующее влияние на другие народы планеты, борющиеся против ига капитала и национального угнетения.

В публикуемой ниже статье затрагиваются некоторые вопросы становления, развития и достижений электротехнической науки, энергетики и электропромышленности в советских союзных республиках[1]. Авторами статьи являются: доктор техн. наук Меерович Э. А., доктор техн. наук Толстов Ю. Г.; члены-корреспонденты АН УССР Милях А. Н., Чиженко И. М., Шидловский А. К.; доктор техн. наук Ермаков В. С., акад. АН УзССР Фазылов Х. Ф., канд. техн. наук Котия А. К.; акад. АН АзССР Эфендизаде А. А.; Аугустайтис А. П.; чл.-корр. АН МССР Чалый Г. В.; доктор техн. наук Табакс К. К.; канд. техн. наук Рахимов К. Р.; акад. АН АрмССР Адонц Г. Т.; канд. техн. наук Тийсмус Х. А.

Развитие электротехники и энергетики в советских социалистических республиках

РСФСР

Воссоздавая историю развития электротехники в Советской России, мы неминуемо должны обратиться к плану ГОЭЛРО, имевшему решающее значение для восстановления и развития народного хозяйства на базе электрификации.

В плане ГОЭЛРО впервые был поставлен вопрос о строительстве крупных районных электрических станций на основе использования местных топливных ресурсов и энергии водных источников. Он повлек за собой сооружение крупных электротехнических предприятий — Московского электрозавода, ленинградского завода «Электросила», Харьковского электромеханического завода (ХЭМЗ) и др. Для создания электротехнического оборудования на этих заводах понадобилось наладить производство специальной электротехнической стали, которое было организовано, в частности, на Верх-Исетском металлургическом заводе. Было создано производство высоковольтных изоляторов (завод «Изолятор» в Москве), кабелей (завод «Электрокабель» в Москве) и других электротехнических изделий. Небольшие заводы электроламповой промышленности были объединены в крупный Электроламповый завод в Москве и завод «Светлана» в Ленинграде.

Стране потребовались электротехнические кадры. Расширились приемы на электротехнические факуль-

[1] Статьи, посвященные Казахской, Таджикской и Туркменской ССР, будут опубликованы в следующем номере.

© Энергоиздат, «Электричество», 1982.

теты существовавших вузов. В лабораториях этих институтов началась интенсивная научно-исследовательская работа.

На крупных заводах были организованы конструкторские и технические бюро по соответствующим специальностям, из которых многие получили в дальнейшем широкую известность в нашей стране и за рубежом, созданы крупные научно-исследовательские лаборатории. Существенное значение имела организация по инициативе К. А. Круга Государственного научно-исследовательского электротехнического института (впоследствии ВЭИ им. В. И. Ленина). Молодое Советское государство не жалело средств для развития электротехники. В этот период (в начале 30-х годов) совместно с нашими специалистами эффективно работали представители зарубежных фирм. В дальнейшем широко развернулась совместная работа российских электротехнических учреждений с республиканскими, которым оказывалась большая помощь.

Серьезное значение имела организация технического отделения в Академии наук СССР.

К работе в Академии были привлечены многие ученые, работающие непосредственно в промышленности и вузах.

В 1934 г. Г. М. Кржижановским был организован Энергетический институт с широкими планами работ в области различных технических дисциплин, относящихся к энергетике. Можно удивляться предвидению основателя института, позволившему ему объединить для совместной работы специалистов различного профиля.

Центральное место в работе института должен был занимать технико-экономический отдел, который по идее Г. М. Кржижановского был призван эффективно направлять работу отдельных лабораторий. Наибольшее значение Глеб Максимилианович придавал электротехническому направлению работ института. Было предусмотрено, что в институте будет развито теоретическое направление, работы в области создания крупномасштабных электрических систем: лаборатория высоковольтной электротехники, высоковольтного газового разряда, электромеханики, электрометрии.

К работе в ЭНИН были привлечены В. П. Вологдин, В. Ф. Миткевич, А. А. Чернышев, Н. Д. Папалекси и др. Институт издавал труды, в которых печатались работы сотрудников. В дальнейшем аналогичные институты были созданы в союзных республиках, ЭНИН координировал их работу.

Для энерготехнической области характерны три периода — довоенный, военный и послевоенный.

Довоенный отличается главным образом развитием теоретических исследований в различных областях. Он дал возможность выделиться целой плеяде талантливых ученых и являлся подготовительным для создания генераторостроения, трансформаторостроения, сооружения высоковольтных линий передачи энергии, крупных электросистем.

В военное время деятельность науки и промышленности была устремлена на оборону страны. В конце войны, еще до ее завершения, она была переориентирована и направлена не только на восстановление народного хозяйства, но и на дальнейшее перспективное его развитие. Так, в этот период было запроектировано строительство новых линий передачи 400 кВ Куйбышев — Москва, Сталинград — Москва. В восстанавливающемся после блокады Ленинграде было начато сооружение крупных генераторов. На Московском трансформаторном заводе создавались трансформаторы для линий 400 кВ.

После окончания Великой Отечественной войны электротехника в Российской Федерации стала развиваться очень быстрыми темпами. По установленной мощности электростанций довоенный уровень был достигнут уже к концу 1945 г., по выработке электроэнергии — в 1946 г. В 1947 г. Советский Союз по выработке электрической энергии вышел на второе место в мире, при этом основные наиболее мощные электростанции были восстановлены и построены на территории РСФСР.

Быстрое развитие промышленности, потребность в резком повышении производительности промышленных предприятий могли быть обеспечены только на основе самой широкой электрификации и автоматизации производственных процессов, поэтому в послевоенные годы электротехника как наука и отрасль приобрела первостепенное значение.

Возник целый ряд совершенно новых научно-технических задач: увеличение мощностей и дальности электропередач, повышение единичных мощностей электрических генераторов, объединения электростанций в энергетические системы и слияния их в единую энергетическую систему Советского Союза, резкое повышение мощности и уровня автоматизации электроприводов, повсеместный переход на электрифицированный транспорт, электрификация сельского хозяйства и быта.

Для решения этих задач прежде всего требовались высококвалифицированные кадры ученых, инженеров, техников. Необходимо развивать существующие и создавать новые научно-исследовательские институты, укреплять их экспериментальную базу, расширять существующие и строить новые заводы электротехнического профиля.

Партия и правительство уделяли этим вопросам огромное внимание.

Подготовка кадров. В послевоенные годы в РСФСР значительно расширились факультеты электротехнического профиля в таких известных вузах, как Московский энергетический, Ленинграский, Новочеркасский, Уральский, Томский, Куйбышевский политехнические, Ленинградский электротехнический, Ивановский энергетический, а также в институтах железнодорожного транспорта. Открылись факультеты электротехнического профиля в ряде специализированных вузов газовой, нефтяной, угольной, судостроительной, авиационной, металлургической и других отраслей промышленности.

Высшая школа готовила высококвалифицированных специалистов для промышленности и научных работников для научно-исследовательских учреждений. Молодые специалисты принимали эстафету старшего поколения ученых.

В этой связи нельзя не назвать имен ученых высшей школы, отдававших все свои силы, знания и опыт молодому поколению.

В области теоретических основ электротехники в послевоенные годы много и плодотворно работали в высшей школе Л. Р. Нейман, К. А. Круг, К. М. Поливанов, Г. И. Атабеков, П. А. Ионкин, С. В. Страхов, Э. А. Меерович, А. В. Нетушил, Л. А. Бессонов,

Ю. Г. Толстов, А. А. Янко-Триницкий, К. С. Демирчян и др.; в области подготовки специалистов по электромашиностроению — М. П. Костенко, А. Е. Алексеев, Г. Н. Петров, И. А. Глебов, А. И. Вольдек, И. П. Копылов, В. А. Трапезников; в области электроаппаратуры — Г. Т. Третьяк, О. Б. Брон, А. М. Залесский, Ю. В. Буткевич, А. Я. Буйлов и др. В области техники высоких напряжений — Л. И. Сиротинский, М. В. Костенко, Н. Н. Тиходеев, Д. В. Разевиг, В. П. Ларионов, И. П. Верещагин, В. И. Левитов, М. М. Акодис и др.; в области электрической тяги — Д. К. Минов, В. Е. Розенфельд, К. Г. Марквардт, И. С. Ефремов, Б. Н. Техменев; в области электрических систем — С. А. Лебедев, П. С. Жданов, Н. Н. Щедрин, В. А. Веников, И. М. Маркович, С. М Усов, И. В. Щербаков, А. В. Иванов-Смоленский и др.; в области электропривода — М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер, Ю. А. Сабинин, О. В. Слежановский, А. Д. Поздеев, А. А. Булгаков и др.; в области электростанций — А. А. Глазунов, А. М. Федосеев, А. Д. Дроздов, И. И. Иванов и др.

В послевоенное время в связи с большими успехами в области физики твердого тела очень быстрыми темпами начала развиваться промышленная электроника и преобразовательная техника. Подготовке специалистов в этих областях в вузах Российской Федерации много внимания и сил отдавали И. Л. Каганов, В. А. Лабунцов, А. В. Поссе, Т. А. Глазенко, И. П. Исаев, Ю. М. Иньков, Н. А Ротанов и др.

В вузах Москвы, Ленинграда, Новосибирска и других городов РСФСР были открыты новые факультеты электроавтоматики и кибернетики. Значительный вклад в подготовку специалистов по этим направлениям внесли многие советские ученые.

Количество инженеров-электротехников, подготовленных за 60 лет в высших школах республики, исчисляется сотнями тысяч. Через аспирантуру вузов и научно-исследовательских институтов подготовлены тысячи кандидатов технических наук, из них многие талантливые ученые защитили докторские диссертации, пополнив и укрепив передовой отряд ученых-исследователей, профессоров высших учебных заведений.

Научно-исследовательские институты. Партия и правительство поставили перед учеными задачу быстрейшего внедрения научных достижений в технику, в народное хозяйство. Наука приобрела новое значение — значение производительной силы.

Для решения этих задач существенное развитие получили научно-исследовательские институты. Кроме уже упоминавшихся здесь ВЭИ им. В. И. Ленина и Энергетического института им. Г. М. Кржижановского, было создано большое число отраслевых научно-исследовательских учреждений электротехнического профиля: НИИПТ, СибНИИЭ, ВНИИЭМ, ВНИИэлектромаш, ВНИИэлектропривод, ВНИИэлектроэнергетики, ВНИИ источников тока, ВНИИ кабельной промышленности, которые разрабатывали новые виды электрооборудования, новые системы автоматики, защиты, исследовали процессы в сложных электросистемах, разрабатывали новые технологии, используя последние достижения науки, обеспечивая процесс освоения научных достижений.

В этих учреждениях работала целая армия выдающихся советских ученых, конструкторов, инженеров, перечислить имена которых в этой краткой статье не представляется возможным. Достижения многих институтов создали им широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом. Институтами были установлены крепкие научные и деловые связи с научными учреждениями, союзных республик, оказана помощь в их становлении и развитии. Налажены совместные исследования с учеными зарубежных, особенно социалистических, стран.

При крупнейших электротехнических вузах были организованы проблемные лаборатории для решения актуальных и перспективных проблем современной электротехники. Такие лаборатории позволили использовать высокий научный потенциал высших учебных заведений, привлечь ведущих ученых вузов к проведению научно-исследовательских работ.

Электропромышленность. За годы Советской власти электропромышленность превратилась в одну из ведущих отраслей народного хозяйства, выпускающую продукцию на уровне самых высоких мировых стандартов. Созданы крупнейшие в мире турбогенераторы мощностью до 1200 МВт с водородным и водяным охлаждением, гидрогенераторы мощностью до 800 МВт. Применение прогрессивных методов охлаждения и новых магнитных и изоляционных материалов позволило существенно снизить удельные показатели крупных машин и создать трансформаторы мощностью свыше миллиона киловатт на напряжения 750 и 1250 кВ. Заводы Российской Федерации освоили широкую номенклатуру синхронных и асинхронных двигателей мощностью от 100 до 5000 кВт.

В послевоенные годы создана совершенно новая отрасль электропромышленности — силовая полупроводниковая техника,— совершившая подлинную революцию в электроэнергетике. Промышленность освоила выпуск мощных полупроводниковых вентилей — диодов и тиристоров,— являющихся основой мощных преобразователей. Освоен выпуск тиристоров на ток до 1200 А и напряжение до 3500 В в одном приборе, что позволило создать мощные высоковольтные вентили на напряжение до 200 кВ и токи до 2000 А для электропередач постоянного тока. Кремниевые вентили явились основой для переоборудования тяговых подстанций железных дорог, построения мощных магистральных электровозов, повышения мощности электролизных предприятий, повышения к. п. д., точности и степени автоматизации электропривода.

В области высоковольтного аппаратостроения промышленностью освоены воздушные выключатели 750 кВ, 2000 А, трансформаторы тока на токи до 18 000 А. Значительные достижения имеет и аккумуляторостроение. Создана широкая номенклатура аккумуляторов, в том числе кадмиево-никелевые, цинко-никелевые, серебряно-никелевые, марганцево-цинковые и другие типы с применением синтетических материалов.

За короткое время построены предприятия, производящие новые изоляционные материалы на основе кремнийорганических соединений, стекловолокна, эпоксидных и полиэфирных смол, стойких к повышенным температурам.

Кабельная промышленность освоила выпуск обмоточных проводов с широким диапазоном диаметров, высоковольтных маслонаполненных кабелей на напряжение до 500 кВ переменного тока и 850 кВ постоянного тока.

Получили развитие электростанции на нетрадиционных видах топлив, среди них наибольшее значение имеют атомные электростанции.

В начале 30-х годов в вестибюле ЭНИН можно было увидеть плакат с такой надписью: «Построим Единую высоковольтную сеть Европейской части РСФСР!».

Эта надпись соответствовала основной задаче энергетиков того времени.

Сейчас, в год 60-летия образования СССР, магистральные высоковольтные линии далеко перешагнули границы России и объединились в общую энергосистему страны, символизируя вечное сотрудничество и братство ее народов.

УКРАИНСКАЯ ССР

Исследования в области электротехники и электроэнергетики широкое развитие на Украине получили только после Великой Октябрьской социалистической революции. Осуществление грандиозного плана электрификации страны (ГОЭЛРО) потребовало организации научных работ, подготовки научных и инженерных кадров в области электротехники и энергетики. Открытие в 1918 г. в Киевском политехническом, а в 1921 г. в Харьковском технологическом институтах электротехнических факультетов, а также создание в 1930 г. Харьковского электротехнического института (ХЭТИ) во многом способствовали решению этой важной задачи.

В Украинской ССР начала интенсивно развиваться электротехническая промышленность, а вместе с ней отраслевая электротехническая наука. Так, на Харьковском электромеханическом заводе (ХЭМЗ) было организовано бюро исследований, переросшее в дальнейшем в центральные заводские лаборатории, а затем — в отраслевой институт.

Развитию фундаментальных исследований в области электротехники способствовало создание в 1939 г. в системе Академии наук УССР Института энергетики, директором которого и руководителем электротехнического отдела был акад. АН УССР В. М. Хрущов. На базе этого отдела в 1947 г. в Киеве по инициативе акад. АН УССР С. А. Лебедева был организован Институт электротехники АН УССР, преобразованный в 1964 г. в Институт электродинамики АН УССР.

Развитие электротехники в республике и возникновение научных школ тесно связано с именами П. П. Копняева, В. М. Хрущова, А. А. Потебни, М. А. Артемьева, А. В. Круковского, А. А. Скоморохова, Е. О. Патона, В. П. Никитина, П. В. Окулова и многих их учеников, подготовивших сильную научную смену.

После Великой Отечественной войны научные исследования по электротехнике получили дальнейшее развитие в ряде институтов АН УССР, в Львовском и Одесском политехнических институтах, Ждановском металлургическом и других вузах республики, а также в отраслевых научно-исследовательских учреждениях, возникших в связи с развитием в республике новых отраслей электротехнической промышленности (трансформаторостроения, электромашиностроения, аппаратостроения, полупроводниковой преобразовательной техники, приборостроения, бытовой электротехники и др.). Отразить все многообразие выполненных учеными республики исследований и достигнутых результатов в области электротехники в короткой статье не представляется возможным. Поэтому приведенные ниже результаты ни в коей мере не претендуют на исчерпывающую полноту. Исследования выполнялись в тесном единении со всей отечественной наукой и были направлены на решение важнейших задач народного хозяйства страны.

В период первых пятилеток были разработаны методы расчета режимов высоковольтных линий передачи энергии, расчета районных и городских сетей по уравнительным мощностям и токам, анализа переходных режимов и расчета токов короткого замыкания в сложных сетях. Выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований перенапряжений в высоковольтных линиях передачи и разработаны устройства для защиты от них (В. М. Хрущов).

Разработана система компаундирования синхронных машин и созданы устройства автоматического регулирования напряжения синхронных генераторов и компенсаторов. За разработку теории искусственной устойчивости, компаундирования генераторов и внедрение их в энергосистемы С. А. Лебедев и Л. В. Цукерник удостоены Государственной премии СССР (1950 г.).

Разработаны принципы построения, теория и создана первая в СССР (1951 г.) малая электронная вычислительная машина «МЭСМ» с универсальными алгоритмическими свойствами, позволившая выполнить большое число сложных вычислительных работ (С. А. Лебедев).

Ученым УССР принадлежит инициатива применения тензорных и матричных методов для анализа режимов электрических сетей, расчета токов короткого замыкания, анализа электромеханических переходных процессов в энергосистемах с использованием ЭВМ для решения разнообразных задач при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем (Л. В. Цукерник).

Разработаны методы расчета установившихся режимов сетей и линий передачи энергии при различных уровнях напряжений, методы эквивалентирования замкнутых сетей, оптимизации режимов и распределения реактивных мощностей в системах электроснабжения с помощью ЭВМ (В. Г. Холмский, В. Н. Винославский, Ю. В. Щербина).

Созданы теория «земляного провода», методы неразрушающих испытаний высоковольтной изоляции трансформаторов и генераторов, изучения импульсной короны на ЛЭП (И. К. Федченко, М. Е. Иерусалимов).

Разработаны основы теории одновременной передачи электроэнергии переменным и постоянным токами по общим линиям передачи. На основе этой идеи предложен и получил применение способ плавки гололеда пульсирующим током (Г. И. Денисенко).

Разработаны теория, общие принципы построения устройств для повышения качества электрической энергии, стабилизации ее параметров в электрических сетях. Созданы схемы и устройства для симметрирования режимов, высокоэффективные управляемые многофункциональные устройства для повышения качества электрической энергии в сетях с несимметричными, нелинейными и резко изменяющимися нагруз-

ками (А. К. Шидловский, И. В. Жежеленко, В. Г. Кузнецов).

Создана система защиты синхронных генераторов и новые устройства для эффективной защиты высоковольтных линий передачи и кабельных сетей от замыканий на землю на основе использования трансформаторов тока нулевой последовательности с подмагничиванием. Созданы измерительные преобразователи для ЛЭП сверхвысокого и ультравысокого напряжения (И. М. Сирота, Б. С. Стогний).

Разработаны методы расчета устройств автоматического пуска энергетического оборудования разного типа и для различных условий включения трансформаторов, автоматического повторного включения релейной защиты, самосинхронизации генераторов и других устройств автоматики энергетических систем (Е. П. Гизила).

Комплекс исследований выполнен по методам расчета электромагнитных процессов в электрических машинах, трансформаторах, по изучению магнитных полей в ферромагнитных телах, решению нелинейных краевых задач электромагнитного поля. Разработаны методы расчета электромагнитных и тепловых полей в электрических машинах предельной мощности, а также магнитных полей рассеяния в концевых частях высокоиспользованных машин переменного тока, предложены новые конструктивные решения систем охлаждения и методы повышения надежности сверхмощных турбогенераторов. Разработаны различные типы асинхронных генераторов больших мощностей и их систем возбуждения. Разработаны бесконтактные синхронные двигатели с автоматическим регулированием возбуждения, отличающиеся большой надежностью и высокими энергетическими показателями (И. М. Постников, Г. Г. Счастливый, В. Г. Данько, А. В. Новиков, А. И. Лищенко).

Созданы теория, методы расчета, схемы автоматического управления агрегатов, предназначенных для генерирования переменного тока стабильной частоты при изменяющейся скорости приводных двигателей и переменного тока регулируемой частоты при постоянной скорости двигателей (М. М. Красношапка).

Выполнен комплекс исследований по разработке теории и конструированию магнитофугальных двигателей, специальных электрических машин для питания установок электроэрозионной обработки металлов импульсным током, развита теория коммутационных процессов и предложены методы улучшения характеристик машин постоянного тока (Г. И. Штурман, И. С. Рогачев, В. А. Яковенко).

Разработаны теория и конструкции трехстепенных электрических машин, получивших применение в гироскопических и сканирующих устройствах (А. Н. Милях, В. А. Барабанов).

Развита теория электропривода и электромеханических систем, на основе которой созданы высокоэффективные системы автоматизированного электропривода для различных отраслей народного хозяйства (А. Г. Ивахненко, Н. Н. Васильев, Л. А. Радченко, Н. Г. Попович, Л. П. Петров, В. М. Чермалых и др.).

В области преобразования и стабилизации параметров электроэнергии учеными республики выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований и разработаны высокоэффективные электромагнитные и полупроводниковые преобразователи различного назначения.

Созданы теория, методы расчета и конструкции мощных преобразователей тока с компенсацией реактивной мощности, позволяющих снизить потери в питающих сетях, повысить надежность их работы и улучшить технико-экономические показатели. Работы по созданию новых компенсационных преобразователей и внедрение их в промышленность в 1962 г. удостоены Ленинской премии (руководитель И. М. Чиженко). Разработаны компенсационные тиристорные инверторы, регуляторы для электротермических установок, источники питания накопителей энергии импульсной энергетики. Разработаны основы теории преобразовательной техники, созданы преобразователи частоты и преобразовательные устройства со сверхнизким выходным напряжением (И. М. Чиженко, В. С. Руденко).

Созданы основы теории, методы анализа и проектирования индуктивно-емкостных преобразователей для питания нагрузки стабилизированным током, значение которого не зависит от количества и мощности включенных потребителей. За разработку теории и создание систем стабилизированного тока присуждена Государственная премия УССР 1975 г. (руководители А. Н. Милях, И. В. Волков).

Разработаны основы теории, схемы и устройства, обеспечивающие коммутацию зарядных цепей и стабилизацию напряжения на батарее конденсаторов, реализованные в ряде конденсаторных сварочных машин (И. В. Пентегов).

Создана теория анализа и синтеза вентильных цепей, найдены условия оптимизации отдельных блоков и преобразователей в целом. Исследованы методы модуляции напряжения преобразователей и найдены оптимальные пути повышения качества выходной энергии. Построен ряд эффективных автономных инверторов, созданы стабилизаторы и регуляторы напряжения.

На основе глубокого секционирования с введением резервной избыточности разработан ряд высоконадежных устройств преобразовательной техники для космических аппаратов и других областей народного хозяйства (В. Е. Тонкаль, Е. А. Карпов, Р. П. Карташов, Ю. И. Драбович).

Разработаны интегральные методы исследования вентильных цепей и способов повышения энергетических показателей полупроводниковых преобразователей, топологические методы анализа переходных и установившихся процессов в устройствах промышленной электроники. Построены и внедрены различные преобразователи параметров электроэнергии с повышенными энергетическими показателями, разработана система управления ими (О. А. Маевский, В. Т. Долбня, В. П. Шипилло).

Большого развития и высокого уровня достигли в Украинской ССР исследования по теоретической электротехнике, разработке новых методов расчета электрических цепей и исследованию электромагнитных полей. Разработаны комплексный метод решения задач теории колебаний, расчета процессов в линейных и нелинейных цепях, цепях с вентильными преобразователями, топологические методы анализа сложных электрических цепей, теория четырехполюсника и многополюсника, анализ цепей с произвольным соединением четырехполюсников и многополюсников (Г. Е. Пухов, А. Н. Милях, Э. В. Зелях, В. П. Сигорский, Ю. М. Калпиболотский, А. И. Петренко, Б. И. Блажкевич, Н. Г. Максимович, Ю. Т Величко).

Выполнены фундаментальные исследования по обобщению операционного исчисления при помощи контурных интегралов и развитию операционного метода анализа применительно к задачам математической физики, механики и электротехники. Разработана математическая теория синтеза линейных электрических цепей (А. М. Эфрос, А. М. Данилевский).

Созданы основы тейлоровского исчисления, позволяющего путем алгебраизации дифференциальных уравнений по правилам и формулам, близким к таковым для операционного исчисления, исследовать переходные процессы в линейных и нелинейных электрических и электронных цепях.

Разработаны и исследованы оригинальные электромоделирующие цепи, позволившие создать универсальные аналоговые машины для решения различных систем алгебраических уравнений, систем дифференциальных уравнений в обыкновенных и частных производных, а также интегральных уравнений (Г. Е. Пухов, В. В. Васильев).

Развиты методы аналитической механики и качественной теории дифференциальных уравнений для исследования электрических нелинейных цепей. Разработана общая теория метода припасовывания и метода на основе суммирования конечных приращений для расчета на ЭВМ нелинейных сложных электрических и электронных схем (Л. А. Синицкий, В. М. Бондаренко).

Созданы аналитические методы исследования электрических полей в полупроводниковых и плазменных средах с нелинейными и анизотропными свойствами при наличии сильных внешних магнитных полей. Разработаны вариационные методы расчета электромагнитных полей при помощи ЭВМ и моделирующих устройств в неоднородных и нелинейных средах (Ю. П. Емец, О. В. Тозони, Е. И. Петрушенко, А. И. Князь).

Более 30 лет в вузах республики и Академии наук УССР проводятся теоретические и экспериментальные исследования по разработке схем, методов и приборов для электрических и магнитных измерений. Члены-корреспонденты АН УССР А. Д. Нестеренко и К. Б. Карандеев создали научные школы по теории и методам электрических и магнитных измерений и электроприборостроению. В области теории электроизмерительных приборов уравновешивания, создания принципов построения вариационных измерительных устройств, применения гальваномагнитных эффектов в измерительной технике и разработке соответствующих приборов эти школы заняли ведущее место в стране.

Выполнены фундаментальные исследования электроизмерительных схем уравновешивания и разработки метода расчета и построены приборы на основе мостовых компенсационных и дифференциальных схем. Работы по созданию и освоению новой электроизмерительной аппаратуры удостоены в 1951 г. Государственной премии СССР (руководитель А. Д. Нестеренко).

Разработаны теоретические основы и созданы принципы построения вариационных устройств и систем переменного тока, позволяющие с высокой точностью и быстродействием измерить параметры комплексных значений сопротивлений в широком диапазоне частот. За разработку теоретических основ и принципов построения автоматических измерителей комплексных электрических величин и создание цифровых автоматических мостов переменного тока группа ученых (руководитель Ф. Б. Гриневич) и производственников завода «Точэлектроприбор» удостоена Государственной премии СССР в 1976 г.

Созданы основы теории и принципы построения аппаратуры для измерения магнитных параметров магнитомягких и магнитотвердых материалов и измерительных приборов с использованием гальваномагнитных эффектов. За разработку и внедрение в серийное производство магнитоизмерительных приборов группе ученых (руководители А. Д. Нестеренко, С. Г. Таранов) присуждена Государственная премия УССР 1978 г.

Разработаны теоретические основы информационно-измерительной техники и методы преобразования и выделения измерительной информации из гармонических сигналов, частотно-анализирующие и фазоизмерительные приборы для определения информативных параметров сигналов переменного тока, устройства для измерения неэлектрических величин, высокоэффективные устройства различного функционального назначения (Ф. Б. Гриневич, Ю. А. Скрипник, П. П. Орнатский, Ю. М. Туз, С. М. Маевский, А. Л. Грохольский, А. Д. Ниженский).

Созданы приборы для электроразведки полезных ископаемых с автоматическими вычислительными устройствами, многоканальная аппаратура для геофизических исследований и бурения нефтяных и газовых скважин (К. Б. Карандеев, Л. Я. Мизюк, В. Н. Михайловский, А. Н. Свенсон).

Приведенный здесь краткий обзор развития электротехнической науки в Украинской ССР за 60 лет не исчерпывает множества исследований в этой области, опубликованных в многочисленных монографиях, сборниках научных трудов, журналах и других изданиях. Все эти достижения были бы невозможны без благотворного влияния всей советской электротехнической науки. Исследования украинских ученых проводились в тесном творческом содружестве с научными и производственными организациями всех республик Советского Союза. Они отвечали запросам промышленности и энергосистем, что обеспечило ускорение научно-технического прогресса в нашей стране.

БЕЛОРУССКАЯ ССР

За годы существования республики энергетика Белоруссии прошла несколько важных этапов развития. Если в первые годы Советской власти на территории, занимаемой ныне Белорусской ССР, мощность электростанций едва достигала 5 тыс. кВт, а на душу населения приходилось 0,43 кВт·ч электроэнергии (в 15 раз меньше, чем в среднем по стране), то уже в 1940 г. на душу населения республики вырабатывалось в 96 раз больше электроэнергии, чем в 1913 г. В 1927 г. было начато сооружение Белорусской ГРЭС по плану ГОЭЛРО; с завершением ее строительства электроэнергию получили Витебск, Могилев, Шклов, Орша и прилегающие к ним районы. Во второй пятилетке были построены достаточно крупные для того

времени Минская ТЭЦ-2, Слуцкая, Полоцкая и Мозырская ТЭЦ. В течение первых пятилеток был построен ряд крупных предприятий с преобладанием электрифицированного привода. В первой пятилетке, например, был обновлен и почти полностью переведен на электропривод станочный парк в сельхозмашиностроении, удельный вес промышленности в народном хозяйстве республики составил в 1928 г. 41,3% против 17,5% в 1923 г.

Значительные темпы в предвоенные годы набрала и электрификация сельского хозяйства. Начиная с 1928 г., когда был составлен перспективный план развития сельской электрификации БССР, и до начала Великой Отечественной войны в республике было построено 32 сельские гидроэлектростанции общей мощностью 1400 кВт.

После войны полностью разрушенное энергохозяйство республики пришлось создавать заново. Всего было разрушено 10 тыс. предприятий, а на оставшихся действовало только 2% довоенных энергетических мощностей (5000 кВт). К 1946 г. 6000 предприятий были восстановлены, и уже к концу первой послевоенной пятилетки промышленность республики превысила уровень 1940 г. на 15%, а машиностроение и металлообработка — более чем в 2 раза. Начинает широко применяться электроэнергия в энерготехнологии — плавке стали, электросварке, электролизе, углубляется электрификация силовых процессов (к 1962 г. в машиностроении — 95,2%).

В 60-х годах в республике созданы новые энергоемкие отрасли промышленности — электротехническая, радиоэлектронная, точного приборостроения, минеральных удобрений, нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая. С ростом электропотребления развивается энергетическая база. Вводятся в строй Смолевичская и Василевичская ГРЭС (1958 г.), сооружается Березовская (900 МВт), а затем (в 1964 г.) Лукомльская ГРЭС (2400 МВт) — флагман энергетики республики. Вырабатываемая электроэнергия вливается в единую энергосистему «Мир», в которую входят страны социалистического содружества. Республика покрыта сетью электрических линий низкого, среднего и высокого напряжения, проектируется сооружение линий и подстанций сверхвысокого напряжения (750 кВ) для надежной связи узлов нагрузки в энергосистеме Северо-Запада и с другими энергосистемами.

Бурное развитие энергетики республики в послевоенные годы вызвало необходимость проведения серьезных научных исследований в области энергоиспользования местных топлив, экономики, энергетики отраслей народного хозяйства, автоматизации технологических процессов на электростанциях, разработки релейных защит и других важных проблем. Для этих целей в Академии наук БССР был создан сначала сектор, затем (в 1953 г.) институт энергетики, развил научные исследования энергофакультет Белорусского политехнического института. В 1964 г. на базе двух лабораторий АН БССР был образован Белорусский филиал Государственного научно-исследовательского энергетического института им. Г. М. Кржижановского. В настоящее время исследования в области энергетики выполняют также Институт ядерной энергетики и Институт тепло- и массообмена АН БССР, Белорусские отделения институтов «Энергосетьпроект» и «ВНИПИэнергопром», кафедры Политехнического, Технологического институтов и Института механизации сельского хозяйства, а также ряд отраслевых лабораторий энергетического профиля в различных министерствах.

Современные исследования в области энергетики отличаются широким применением электронно-вычислительной техники — от микропроцессорной до больших универсальных машин. В лабораториях Бел. ЭНИНа разработан и внедрен ряд руководящих материалов по созданию АСУ тепловыми электростанциями (ТЭС) и комплексами задач АСУ энергосистемами: типовые технические задания, техпроекты-аналоги, рабочие проекты, типовая методика расчета экономической эффективности АСУ ТЭС, на ряде головных электростанций внедрены системы АСУ с автоматическим и ручным сбором информации. На разных стадиях разработки находятся АСУ ТП. Институт приступил к разработке систем автоматизации МГД-электростанции (блок 500 МВт) и атомной ТЭЦ. Эти новые работы являются логическим продолжением исследований института, которому предстоит выполнить все этапы разработки и внедрения средств защиты и автоматизации отдельных узлов МГД-установки, АСУ машзала и общестанционного уровня АТЭЦ.

Институтом разработаны информационно-измерительные системы учета и контроля электрической энергии, счетчики тепла, позволяющие в полной мере реализовать преимущества нового прейскуранта и тарифов на электро- и теплоэнергию на базе анализа совмещенных максимумов нагрузок, дифференцирования электропотребления по часам суток, автоматического суммирования его по каналам учета и отображения соответствующим образом полученной информации. Работы по автоматизации энергоучета продолжаются в направлении обеспечения иерархичности построения систем, применения более совершенной элементной базы электронных блоков, увеличения дальности передачи собираемой информации.

Автоматизация солнечных, фотоэлектрических и геотермальных электростанций — новое направление работ института. В текущем году будет опробована система управления гелиостатом на полигоне солнечной электростанции, выпущены технико-экономические обоснования, разработаны техзадания; разрабатываются разделы технических проектов автоматизации геотермальных электростанций. Исследования сопровождаются получением новых оригинальных решений, позволяющих экономить средства на системы управления, повышать их надежность и качество функционирования. Привлекается большое число субподрядчиков, в том числе разработчиков средств локальной автоматики. Эти средства увязываются с системами АСУ и при разработке АСУ тепловых электростанций.

В серьезную самостоятельную разработку развилось направление работ института по автоматизации топливоучета как части подсистемы оптимизации перспективного, анализа отчетного и планирования текущего топливно-энергетического баланса региона в общем балансе страны. Результаты этой разработки дают возможность выбирать оптимальное направление энергоиспользования в отраслях промышленности, автоматизировать оперативный топливоучет, контролировать ход реализации планов расхода топлива. Отдельные комплексы задач топливоучета внедрены

во многих энергосистемах страны и дают существенный экономический эффект.

Высокой эффективностью отличается и разработка подсистемы энергоремонта основного оборудования электростанций и электрических сетей. Эта автоматизированная подсистема с самого начала строилась как типовая с использованием банка данных, с взаимоувязкой решаемых задач и применением оптимизационных расчетов там, где ставился вопрос выбора лучших планов ремонта из множества допустимых. Обмен опытом внедрения задач этой подсистемы позволил многие из задач внедрить в ряде энергосистем.

Один из разделов плана научно-исследовательских работ филиала связан с исследованиями и внедрением на ряде электростанций, работающих на высоковольтных топливах (торф, бурые угли), систем пылеприготовления с мельницами-вентиляторами. Такие исследования и эксперименты проведены на стендах, а система сдана в опытно-промышленную эксплуатацию.

Сложные научные задачи в области энергетики решают и научные коллективы других организаций республики. Так, на энергетических факультетах Белорусского политехнического института проводятся исследования, связанные с автоматизацией процессов на ТЭС с применением микропроцессоров, по экономии вторичных энергоресурсов, созданию криогенных электропередач и работы этих передач в системе, созданию межсистемных гибких связей с асинхронизированными преобразователями частоты, снижению потерь электроэнергии в электрических сетях, разработке и внедрению методов, алгоритмов и программ оптимизации режимов работы систем электроснабжения промышленных предприятий и городов республики, промышленных работ, созданию релейных защит и системной автоматики на микропроцессорах.

Белорусское отделение института «Энергосетьпроект» прогнозирует энергопотребление в сельском хозяйстве с учетом применения новых энерготехнологий, разрабатывает эффективные мероприятия по сокращению потерь электроэнергии в сетях энергосистемы, по защите электронной техники от мешающего влияния электромагнитных полей, совершенствует и наращивает систему автоматизированного проектирования электрических сетей.

Ряд энергосберегающих технических решений разработало и внедрило на промышленных предприятиях республики Белорусское отделение института «ВНИПИэнергопром». Отделение исследует условия использования мощностей ТЭЦ в качестве маневренных, разрабатывает АСУ технологическими процессами в тепловых сетях, проводит физико-химические исследования по оценке реальной экологической нагрузки в районах ТЭС и разрабатывает мероприятия по ее снижению.

Энергетики Белорусского института механизации сельского хозяйства и технологического также не остаются в стороне от решения проблем в важных отраслях народного хозяйства — сельском хозяйстве, нефтехимии, получении минеральных удобрений. Основными направлениями исследований в этих институтах является разработка средств контроля и управления электроприводом, электротехнических методов переработки кормов и обработки материалов, оптимизации электромеханических систем применительно к химической промышленности и деревообработке.

Краткие экскурс в историю развития энергетики республики и обзор состояния научно-исследовательских работ в институтах энергетического профиля показывают, что к 60-летию Советского Союза в Белорусской ССР сложились коллективы с квалифицированными кадрами, решающие важные научные и практические вопросы совершенствования энергетики, повышения энергетического потенциала региона.

УЗБЕКСКАЯ ССР

Электроэнергетика в республиках Средней Азии росла на фоне общего подъема их производительных сил, предпосылки которого были созданы Великой Октябрьской социалистической революцией. На заре развития энергетики топливные ресурсы Средней Азии не были разведаны. Ограниченный объем добываемых ручным способом углей не мог удовлетворить даже бытовые нужды населения. Единственным значительным энергетическим ресурсом края была гидроэнергия. Строительство первых гидроузлов было намечено еще в знаменитом плане ГОЭЛРО по Туркестанскому району. Причем план этот предусматривал комплексный характер создания гидроузлов: наряду с получением гидроэнергии развитие орошения. Этот принцип при проектировании и строительстве всех крупных гидроузлов в республике не нарушается и сегодня.

К 1926 г. был построен один из первенцев ГОЭЛРО — ГЭС Бозсу мощностью 4 тыс. кВт, положивший начало централизованному электроснабжению Ташкента. Затем вступили в строй каскады ГЭС на Чирчик-Бозсуйском, Даргомском, Шахриханском ирригационных трактах. Эта энергетическая база в годы Великой Отечественной войны была серьезным подспорьем для функционирования различных предприятий, эвакуированных в Узбекистан.

С открытием в республике месторождений угля и газа появились крупные тепловые станции: Ангренская, Ташкентская, Навоинская, Сырдарьинская, а также ТашТЭЦ, ФерТЭЦ и др. В прилегающих к Узбекистану республиках также были построены крупные тепловые станции. Таким образом, в мощной объединенной энергосистеме Средней Азии, несмотря на появление в последние годы ряда уникальных гидростанций, доля тепловых станций в общей выработке электроэнергии в канун 60-летия СССР составляет более 80%.

Все электрические станции республик Средней Азии и южного Казахстана связаны линиями напряжением 220 и 500 кВ.

Масштабное развитие энергетики вообще и специфические ее задачи в условиях республики были основными предпосылками развития науки в этой области. Оно получило размах в военные годы в связи с активной работой большой группы ученых Ленинградского политехнического института (М. П. Костенко, Л. Р. Неймана, В. В. Болотова, Н. Н. Щедрина и др.) во главе с чл.-корр. АН СССР М. А. Шателеном. С их участием отдел энергетики Узбекского филиала АН СССР был реорганизован в Институт энергетики АН УзССР. В Ташкентском политехническом и энергетическом институтах проведена большая

работа по повышению номинальной мощности гидростанций на основе тепловых испытаний их агрегатов и найдены пути преодоления шуговых затруднений каскада ГЭС в условиях зимы, разработаны методы борьбы с аварийностью в мощных ртутно-выпрямительных установках, проведены исследования по статической и динамической устойчивости проектируемых линий электропередач ФархадГЭС — Ташкент с учетом регулирующего эффекта одной из крупнейших нагрузок системы, разработаны мероприятия по улучшению условий работы оборудования и рационализации энергопотребления ряда промышленных предприятий республики, создана подробная теория электромагнитных процессов в ртутно-выпрямительных установках.

Деятельность проф. Н. Н. Щедрина, избранного в чл.-корр. АН УзССР, оставила большой след в научной жизни республики. Им выполнены такие фундаментальные работы, относящиеся к передаче электроэнергии на дальние расстояния постоянным и переменным током, как теория преобразования постоянного тока в переменный с естественной коммутацией при большом числе анодных фаз, методы расчета самовозбуждений асинхронных и синхронных машин; работы по инвертированию представляют научный и практический интерес для последующих исследований. Большой вклад в подготовку кадров, развитие энергетики и электроэнергетической науки внесли сотрудники ТашПИ (Г. Ф. Грушкин, А. В. Сорокин, Т. П. Губенко, И. Я. Каменский, И. Н. Оранский, М. И. Жеребцов, Г. Р. Рахимов, Х. Ф. Фазылов, М. З. Хамудханов, Б. А. Удовиченко, Б. И. Шабадаш и др.).

В области теоретической электротехники чл.-корр. АН УзССР Г. Р. Рахимов исследовал ряд особенностей колебательных явлений, возникающих в цепях с ферромагнитными элементами, дал физическое толкование явлениям феррорезонанса, низших гармонических и комбинированных колебаний. Установил существование интегрального инварианта систем при возбуждении автопараметрических колебаний. Ему принадлежат разработка электротехнической терминологии и первый учебник для вузов на узбекском языке. Он был одним из главных инициаторов постоянно созываемых в ТашПИ Всесоюзных межвузовских конференций по теории и методам расчета нелинейных электрических цепей и систем.

В последние годы идут углубленные исследования теории нелинейных и линейных цепей. З. И. Исмаиловым при исследовании одночастотных колебательных систем с активными нелинейными параметрами показано появление в этих системах субгармонических колебаний 3-го, 4-го и 5-го порядков, возбуждаемых в регенеративном режиме, при этом впервые доказана возможность мягкого возбуждения субгармонических колебаний выше 2-го порядка, что имеет практическое значение при разработке многократных делителей частоты, фильтров и логических устройств. Показано, что применение в колебательных системах одновременно двух реактивных нелинейностей позволяет симметрировать резонансные кривые и исключает осцилляции амплитуды и фазы колебаний при их установлении.

А. С. Каримовым разработана обобщенная теория частото-фазообразования и стабилизации выходных режимных параметров, отражающая единство и неразрывность физических процессов, происходящих в феррорезонансных цепях автопараметрического типа. На основе теории адиабатического инварианта энергии при возбуждении автопараметрических колебаний создан критерий оценки предельных мощностей таких цепей.

В. Н. Ивашевым для исследования установившихся режимов преобразования частоты разработана методика, ставящая в соответствие каждому виду колебаний некоторую режимную поверхность в пространстве координат квадратов амплитуд гармоник потока ферромагнитного элемента.

П. Ф. Хасановым разработана оригинальная модель и алгебра структурно-режимных схем для анализа и синтеза электронных, электромагнитных и оптоэлектронных цепей. Составлены алгоритмы целенаправленного преобразования схем и предложен метод их прямого синтеза.

В области преобразовательной техники Б. И. Умаров провел глубокие исследования электромагнитных процессов в преобразователях, имеющих ряд характерных этапов работы на каждом интервале повторяемости. Предложена методика синтеза параметров элементов автономных инверторов тока для общего случая, которая реализована в алгоритмах и программах для ЦВМ.

Научное направление в области электрических систем возглавлялось Х. Ф. Фазыловым. Известно, что элементы современных электрических систем состоят из трехфазных симметричных устройств. Обычно в основу анализа режимов электрических систем кладется некоторая расчетная схема, приведенная к одной фазе, при этом параметры элементов расчетных схем должны в строгой форме отражать все соотношения между токами и напряжениями одноименных фаз реальных трехфазных устройств. Расчетным схемам в общем случае присущи некоторые свойства, отличные от свойств реальных цепей. Это, в первую очередь, относится к трансформаторам с различными схемами соединения их обмоток. С учетом этих обязательств впервые были получены (1946 г.) узловые уравнения сетей электрических систем и заложены основы (1953 г.) современных методов решения этих уравнений в их нелинейной постановке, т. е. расчетов установившихся режимов электрических систем. Записаны узловые уравнения и получено решение их с учетом изменения частоты системы, при этом отпадало понятие балансирующего и опорного узлов. Исследован ряд задач самоустанавливающихся режимов и предложен метод определения предельных мощностей генерирующих и нагрузочных узлов.

Расширенные возможности узловых уравнений показаны при расчетах динамической устойчивости сложных электрических систем (1949 г.), а также при исследовании многократных повреждений в сетях (1980 г.) на базе метода симметричных составляющих (Т. Х. Насыров), при разработке общей теории преобразования числа фаз (С. С. Салихов) и при изучении ряда схем преобразования однофазного тока в трехфазный.

Узловые уравнения позволяют анализировать не только установившиеся, но и переходные режимы электрических систем с детальным учетом взаимного влияния поведения всех узловых элементов. За последние годы на основе применения неявных методов интегрирования переходных процесссов в мгновен-

ных значениях переменных разработаны и опробованы разностные модели элементов энергосистем, обеспечивающие их простое включение в общую расчетную схему (У. Б. Шарипов). При этом трудности, связанные с приведением системы уравнений к нормальной форме Коши, отпадают, и учет «жесткости» уравнений, т. е. резко различный характер длительности протекания переходных процессов, предопределяет простой выбор шага дискредитации в зависимости от длительности переходных процессов или представления отдельных подсистем или элементов системы с различными степенями упрощения.

Для оперативной цели создан алгоритм оптимизации суточного режима гидро-тепловых объединенных энергосистем с преодолением трудных вопросов учета сетевого фактора, выбора состава оборудования, интегральных и других ограничений (Х. Ю. Юлдашев). Программа внедрена в объединенной энергосистеме Средней Азии. Отметим, что ОДУ Средней Азии является одной из первых в СССР энергосистем, где АСДУ реализовано на более совершенном уровне. Разработаны также алгоритм и программа оптимизации ремонта основного оборудования электростанций в энергосистеме (С. С. Усачев) и важные принципы и алгоритм обработки и передачи информации с минимальным запаздыванием в сложных иерархических системах для практической реализации АСДУ (Д. А. Абдуллаев).

Анализ перспективы развития энергосистемы нашей страны с дальними линиями сверхвысоких напряжений, а также трудностей, возникающих при дальнейшем увеличении единичных мощностей синхронных турбогенераторов традиционной конструкции, позволил выдвинуть проблему создания и применения крупных асинхронных турбогенераторов со статорным возбуждением — АТГ(с) без обмоток на роторе (К. Р. Аллаев). В связи с интенсивно ведущейся в мировой энергетике работой по улучшению технико-экономических показателей статических источников мощностей выдвинутая проблема в будущем может быть весьма актуальна с точки зрения создания сверхмощных электрических станций, состоящих только из АТГ(с).

В связи с возрастающей актуальностью создания электрических машин с повышенным потреблением реактивной мощности проводились теоретические и экспериментальные исследования статических и динамических режимов синхронных машин двухосного возбуждения, позволяющие существенно повысить технико-экономические и энергетические показатели как самих машин, так и электрических систем (М. Г. Ахматов). Ведутся поиски оптимальных законов регулирования возбуждения этих машин.

Научно-исследовательские и экспериментально-прикладные работы в области электропривода и промышленной энергетики всегда велись в тесном контакте с важными энергопотребляющими предприятиями в Ташкентском политехническом институте (Н. Х. Базаров, Х. Г. Каримов, В. К. Соколовский, А. А. Хашимов и др.) и в Институте энергетики АН УзССР (М. З. Хамудханов, М. Хусанов, Г. С. Камалов и др.) академиком АН УзССР М. З. Хамудхановым и его учениками (Н. М. Усманходжаев, А. А. Хашимов). На основе изучения свойств и характеристик существующих и вновь предложенных схем преобразователей (особенно его главного элемента — инвентора) расширены теория и методы расчета систем привода с асинхронными, конденсаторно-асинхронными и синхронными двигателями при стационарном и динамическом режимах с различным характером нагрузки на валу.

В области кабельной техники Я. З. Месенжником и его учениками разработаны вопросы теории и конструирования многофункциональных кабелей для глубоких и сверхглубоких скважин, работающих в уникально сложных условиях многофакторного воздействия.

Сотрудниками ТашПИ, Института энергетики АН УзССР и ВНИИЭК изготовлены и испытаны все виды образцов фарфоровых изоляторов (В. А. Пмас, С. С. Шикин, С. А. Кудрина) из местного сырья, позволяющие обосновать строительство в республике завода высоковольтного фарфора.

Нельзя ни остановиться на работах, связанных главным образом со специфическими особенностями Средней Азии, в частности Узбекистана. Наличие здесь районов с засоленными почвами является обычным явлением. Загрязненные в этих условиях изоляторы линии и подстанций многократно теряют свою электрическую прочность. Над систематическим изучением природы загрязнений изоляции и ее электрических характеристик с целью рационального выбора уровня изоляции, профилактики и борьбы против загрязняемых отложений плодотворно работала большая группа сотрудников Института энергетики (С. С. Шикин, А. А. Инагамов, А. С. Кудратуллаев и др.). Б. М. Юабов предложил и реализовал обмывку загрязненной изоляции линии напряжением 500 кВ струей воды, что оказалось возможным на основе доказанного им положения о наличии значительной электрической прочности высоконапорной струи малого диаметра.

На основе большого фактического материала проектирования, строительства и опыта эксплуатации горных линий электропередачи создана обобщенная методика механического расчета таких линий (Л. М. Кессельман).

В республике действуют два политехнических института с пятью факультетами энергетического и электротехнического профиля и множество техникумов, выпускающих ежегодно более тысячи инженеров и техников для успешно развивающейся энергетической и электротехнической промышленности республики.

ГРУЗИНСКАЯ ССР

Основателем электротехнической школы Грузинской ССР в 20-х—30-х годах является организатор высшего технического образования в Грузии акад. А. И. Дидебулидзе, первые научные труды которого по электротехнике были опубликованы еще до революции. Основание электротехнической школы и ее развитие были предопределены пуском первых электростанций в 1927—1933 гг., организацией политехни-

ческого факультета в 1922 г. — впоследствии Грузинского политехнического института им. В. И. Ленина (ГПИ) (1928 г.).

В становлении и развитии электротехники в республике большую роль сыграли известные ученые и инженеры, руководители и сотрудники кафедр ГПИ им. В. И. Ленина профессора А. Я. Тер-Хачатуров, С. П. Киркесалишвили, Л. Д. Хизанишвили, доценты А. И. Мусхелишвили, Д. Г. Туманишвили, А. М. Кварцхава, И. М. Мачавариани, Е. Г. Чиковани и др.; активное участие они принимали и в электрификации отраслей народного хозяйства.

В 1931 г. был основан Закавказский научно-исследовательский институт энергетики и электрификации, который через несколько лет был объединен с Тбилисским научно-исследовательским институтом гидроэнергетики (впоследствии Грузинский научно-исследовательский институт энергетики и гидротехнических сооружений).

Основными направлениями научно-исследовательских работ в период 1928—1946 гг. в ГПИ им. В. И. Ленина являлись: применение электрической энергии в сельском хозяйстве и создание первого в Советском Союзе электротрактора А. И. Дидебулидзе, исследование электромагнитных процессов в машинах переменного тока, электрических режимов мощных руднотермических печей, резонансных явлений в трехфазных цепях, автоматизация чайных фабрик, регулирование частоты в электроэнергетических системах, новые виды релейной защиты и др.

В ЗакНИИЭ и ТНИСГЭИ исследования проводились по выравниванию электрических нагрузок в Тбилиси, сооружению линий электропередач в горных условиях (грозы, гололед, заземления), длительным неполнофазным режимам, устойчивости асинхронной нагрузки, выбору расчетного расхода воды ГЭС, созданию новых электрических датчиков, методике расчета сложных электрических цепей.

В 1947 г. был организован Энергетический институт им. А. И. Дидебулидзе АН ГрузССР, который в 1973 г. был объединен с ТНИСГЭИ и назван ГрузНИЭГС. В Энергетическом институте проводились следующие работы: использование энергетических ресурсов и обоснование выбора объектов энергетического строительства; исследование электрических режимов работы и путей развития электроэнергетической системы Грузии, регулирование частоты, меры защиты подземных сооружений от блуждающих токов. В электротехническом отделе ТНИСГЭИ были проведены весьма важные исследования в области несимметричных режимов мощных синхронных гидрогенераторов и сложных сетей электрических систем, разработки и совершенствования релейной защиты.

В ГПИ им. В. И. Ленина за период 1947—1978 гг. основными направлениями исследовательских работ являлись: совершенствование электропривода ряда производственных механизмов по точности останова и управляемости; защита магистральных трубопроводов от коррозии; повышение коэффициента мощности; развитие технических средств управления на базе полупроводниковой техники; импульсное регулирование скорости асинхронных двигателей; модернизация электроприводов постоянного тока на базе унифицированных блочных систем управления; установление параметров и оптимальных электрических режимов мощных ферросплавных печей; анализ электрических режимов и снижение потерь энергии в электротехнической системе Грузии; экономия электроэнергии в промышленности; определение методических погрешностей измерения в зависимости от параметров схемы, потенциалов, вызванных заряженными поверхностями вращения; исследования трехфазных параметрических источников тока, магнитно-импульсная техника, нелинейные электрические цепи, кондуктометрия; установление оптимальной структуры систем горных гидроэнергетических районов, самосинхронизация и устройства компаундирования генераторов, блокировка релейной защиты при качаниях в системе, расчет сложных видов переходных процессов и несимметричных режимов и оптимизация режимов работы энергосистемы Грузии, усовершенствование схемы высоковольтного импульсного генератора, уточнение параметров линии электропередачи; исследование несимметричных и переходных режимов машин переменного тока, магнитных полей машин постоянного тока; оптимизация параметров тяговых двигателей; электромагнитные способы преобразования числа фаз; надежность электрических микромашин.

В 1958 г. для обслуживания заводов электротехнической промышленности, производящих электрические машины и низковольтную аппаратуру, был создан Тбилисский научно-исследовательский электротехнический институт (ТНИЭТИ), основным направлением исследовательских работ которого являлись модернизация и совершенствование выпускаемой заводами продукции и разработка и внедрение новых, более совершенных их видов. В 1968 г. ТНИЭТИ был преобразован в Научно-исследовательский институт электронно-ионной технологии (НИИЭТИ) по научным исследованиям и конструкторским разработкам в области создания технологических процессов и оборудования с использованием сильных электрополей.

В этой краткой статье автор информировал читателей в основном о тематике научных и учебных учреждений Грузинской ССР на разных этапах их деятельности. Ознакомление с тематикой работ вузов и НИИ республики дает представление о ее широте и полноте охвата актуальных проблем энергетики и электротехники, которые предстоит решать грузинским ученым и инженерам в XI пятилетке.

АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ССР

В 1920 г. по указанию В. И. Ленина в плане ГОЭЛРО было уделено особое внимание Кавказскому району: «Кавказ для широкой электрификации созрел и к началу его электрификации надлежит приступить безотлагательно ...». Далее, при анализе уровня технического оснащения нефтедобычи района Баку, дававшего в то время около 18% мировой и приблизительно 80% добычи по стране, в плане ГОЭЛРО отмечено: «Единственно рациональным техническим и экономическим решением вопроса является электрификация промыслов ...».

Мощность тепловых электростанций к 1920 г. достигала всего 55 МВт и была недостаточна для электрификации промыслов. Вся вырабатываемая в то

время электроэнергия потреблялась нефтяными промыслами и коммунальными потребителями Бакинского района. Характерно, что в 1920 г. около половины нефтяных скважин обслуживалась двигателями внутреннего сгорания и паровыми машинами, а уже в 1925 г. более трех четвертей скважин обслуживалось электродвигателями. В дальнейшем электрификация промыслов шла ускоренными темпами. В начале 30-х годов практически вся буровая техника базировалась на электродвигателях.

К числу важных потребителей электроэнергии относился и электротранспорт. Баку явился пионером электрификации железнодорожного транспорта в Советском Союзе. 6 июня 1926 г. состоялось открытие электрифицированной железнодорожной линии Баку — Сабунчи. Этот участок питался постоянным током напряжением 1200 В. Отметим также, что в 1924 г. в Баку впервые появился городской трамвай.

Развитие электрификации в республике и появление электротехнических предприятий потребовали кадров, специалистов, особенно для нефтяной промышленности. В Баку в 1920 г. был создан первый технический вуз—Азербайджанский политехнический институт (ныне институт нефти и химии им. М. Азизбекова). Этот институт стал важным центром подготовки инженерных кадров для нефтяной техники всей страны. Здесь работали видные советские ученые: академики И. В. Курчатов, Л. С. Лейбензон, профессора И. Г. Есьман, С. Н. Усатый, К. В. Покровский, М. М. Скворцов и многие другие. Русские ученые играли важную роль в становлении института, подготовке в его стенах квалифицированных кадров и постановке научных исследований, прежде всего по нефтяным проблемам.

В 1932 г. было создано Азербайджанское отделение Закавказского филиала АН СССР (АзОЗФАН), позднее оно было преобразовано в АзФАН СССР. В 1945 г. была создана АН Азербайджанской ССР.

Исследования в области энергетики и электрификации проводились в тесном контакте с ЭНИН им. Г. М. Кржижановского, который оказывал всестороннюю помощь в развитии энергетической науки и особенно в подготовке высококвалифицированных научных кадров — докторов и кандидатов наук.

Начиная с 30-х годов, совместно с ЭНИН им. Г. М. Кржижановского проводятся исследования в области изучения грозовых явлений. Изучалось формирование грозовых облаков, проведены комплексные исследования механизма развития разряда молнии и ее параметров в натурных условиях, массовые измерения расчетных параметров разряда молнии при прямых ударах на ЛЭП и высотные объекты, исследована их грозозащита. Экспериментальные исследования на ЛЭП Мосэнерго позволили установить причину поражаемости молнией земной поверхности и отдельно стоящих объектов.

Был проведен комплекс исследований по эквивалентированию электроэнергетических систем, изучению их устойчивости, надежности. Предложен новый метод расчета пределов статической устойчивости сложных систем на основе экстремального подхода. Разработан инженерный метод оценки статической устойчивости узла электрической нагрузки. В результате исследования надежности электрических систем разработана методика комплексного статистического анализа и прогнозирования надежности электрооборудования систем, обеспечивающая создание достоверной информационной базы АСУ и др.

Увеличение производства электроэнергии и рост передаваемых мощностей требуют освоения новых более высоких классов напряжения. Это, в свою очередь, связано с решением комплекса задач, в частности, с ограничением уровня возможных перенапряжений и созданием более надежной высоковольтной изоляции.

В начале 60-х годов остро был поставлен вопрос о повышении точности моделирования разрабатываемых ЛЭП напряжением 500—750 кВ и выше. Эта задача была решена. Разработаны и доведены до практической реализации методы расчета переходных электромагнитных процессов в сложных схемах протяженных ЛЭП с учетом таких явлений, как корона на проводах ЛЭП, насыщение магнитопроводов трансформаторов и реакторов и др. Разработанные методы расчета позволили смоделировать и объяснить целый ряд явлений в ЛЭП 500—750 кВ. Проводятся исследования эффективных средств регулирования сверхвысокого напряжения, основанных на принципе применения автотрансформаторов с вольтодобавочным трансформатором и применением тиристорного управления.

Некоторые вопросы физико-технических проблем энергетики разрабатываются в Институте физики АН АзССР.

Одно из главных направлений технического прогресса, способствующее повышению производительности труда и интенсификации производственных процессов, связано с автоматизированным электроприводом. Исследования по проблеме управляемого электропривода переменного тока привели к разработке теории частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Одним из важных приложений разработанной системы был частотно-управляемый электробур, исследования которого были начаты в республике еще в 1952 г. Важные выводы теоретических исследований частотного регулирования электробура были использованы на практике.

Многолетние исследования позволили разработать общую теорию переходных процессов в системах частотно-регулируемых электроприводов с автономным инвертором напряжения. Проведены исследования по оптимальному управлению таких систем при минимизации потерь в двигателе и по быстродействию системы. Разработанные методы анализа и синтеза были использованы при создании электроприводов погружных центробежных насосов, прессов и частотно-регулируемого электропривода электромобиля.

На основе использования теории импульсных систем и дискретного преобразования Лапласа были предложены новые методы анализа и синтеза в системах электроприводов с распределенными параметрами.

Проводились исследования систем современных нефтебуровых установок с синхронными двигателями малой мощности, а также работы по разработке и исследованию систем регулируемых электроприводов для механизмов нефтяной промышленности с автономным питанием.

Республиканскими учеными разработаны современные виды электрооборудования. Многие из них серийно выпускаются и применяются в нефтяной про-

мышленности. Индукционные муфты и тормоза являются средствами для плавного пуска и торможения силовых механизмов. Они применяются на буровых установках, выпускаемых, в частности, Уралмашзаводом.

Разработаны комплексные устройства для электроснабжения установок добычи и бурения. Комплектные трансформаторные подстанции для кустовых и одиночных скважин выпускаются на Украине и в Белоруссии.

Созданы новые электроприводы и аппаратура управления для нефтяных скважин, эксплуатируемых штанговыми глубинными насосами и погружными центробежными насосами. Большая работа проведена в области вентильных двигателей, допускающих плавное регулирование частоты вращения. Использование вентильных двигателей позволяет унифицировать электропривод главных механизмов буровых установок и повысить их эффективность. В области преобразовательной техники разработаны пусковые устройства для самолетов и вертолетов, выпускаемые в Эстонии.

До великой Отечественной войны в Азербайджане фактически не было электротехнической промышленности. Первый крупный объект Бакинской электромашиностроительный завод им. 50-летия Комсомола Азербайджана, был основан в 1946 г. и специализировался на выпуске электродвигателей переменного тока. На базе этого завода ныне создано производственное объединение «Азерэлектромаш», в состав которого вошли два завода и институт.

Для обеспечения высокого технического уровня производства и выпускаемой продукции новые производственные мощности создаются на базе высокопроизводительного автоматического и механизированного оборудования. Введены в эксплуатацию комплексно-автоматизированные линии для обработки элементов машин, сборки станин, валов, испытаний двигателей. Широкое внедрение современных средств автоматизации, комплексно-механизированного оборудования позволили существенно увеличить выпуск электродвигателей. При этом за сравнительно короткое время значительно поднят удельный вес продукции высшей категории — более половины машин выпускается со Знаком качества.

В 1972 г. было принято решение об организации в Советском Союзе массового производства бытовых кондиционеров. Местом строительства завода был выбран Баку. Бакинский завод бытовых кондиционеров — предприятие с полным технологическим циклом, объединяющее комплекс процессов сборки кондиционеров, компрессоров, теплообменников, электродвигателей и др. На заводе действует АСУП с применением ЭВМ. Особое внимание уделено подбору и подготовке кадров, в чем большую помощь оказали заводу многие передовые предприятия страны. Завод выпускает продукцию на уровне лучших мировых образцов.

В 1978 г. Л. И. Брежнев посетил завод и в книге почетных гостей оставил запись: «Бакинский завод бытовых кондиционеров может служить образцом предприятия высокой культуры производства, подлинного внимания к человеку труда, его нуждам и запросам».

Одним из крупных предприятий в республике является «Азерэлектротерм», выпускающий широкий ассортимент термического оборудования — плавильные печи, сварочную аппаратуру, электротермическое оборудование. Можно с уверенностью сказать, что это предприятие при полном освоении производственной мощности в ближайшие годы станет одним из лучших в Европе.

Кроме перечисленных объединений и заводов, в настоящее время успешно работают и другие электротехнические предприятия в Баку, Нахичевани, Мингечауре, Степанокерте.

Работники энергетики и электротехнической промышленности Советского Азербайджана встречают 60-летие СССР успехами в науке и производстве.

ЛИТОВСКАЯ ССР

Первые шаги Советской власти в Литве привели к знаменательным социально-экономическим переустройствам. Заметно оживилась деятельность промышленности, наметились первые конкретные шаги в развитии электрификации, научных исследований. Уже в 1941 г. была основана Академия наук Литовской ССР.

Фашистская оккупация оставила почти полностью разрушенным электроэнергетическое хозяйство и примерно одну треть бывшей промышленности. Молодая советская республика вместе со всем советским народом приступила к залечиванию нанесенных войной ран, развитию экономики. В 1945 г. возрождается завод сухих элементов «Сириус», в 1948 г. первую продукцию выдал завод электродвигателей малой мощности «Эльфа», который уже в 1950 г. начал выпускать асинхронные двигатели собственной конструкции (в начале этого года с конвейера завода сошел 50-миллионный двигатель).

В 1950 г. с помощью братских республик Литовская ССР достигла довоенного уровня установленной мощности электрических станций, а производство электроэнергии увеличилось почти вдвое. Начинается создание новых отраслей промышленности, коллективизируется сельское хозяйство. Для удовлетворения ожидаемого спроса на инженеров-электриков в 1947 г. в Каунасском государственном университете организуется электротехнический факультет, и здесь необходимо отметить большие заслуги первого декана факультета, а затем первого ректора Каунасского политехнического института проф. К. М. Баршаускаса.

Для расширения научно-исследовательских работ в 1948 г. организуется Институт технических наук АН ЛитССР. В своих первых работах по энергетике и электрификации институт основное внимание уделил рациональному обеспечению энергией сельского хозяйства республики, перешедшего на новый путь развития. Годом рождения Вильнюсского завода электросварочного оборудования принято считать 1954 г., несмотря на то, что на выпуск сварочного оборудования он почти полностью перешел только после 1956 г. В конце 50-х годов в строй вступили еще шесть электротехнических заводов. Одновременно росла мощность и республиканской энергетической системы.

В 1957 г. все коммунальные и сельские электростанции переходят в ведомственное подчинение. Быстро растет сетевое хозяйство республики, и в 1964 г. последний колхоз присоединяется к системным сетям. Вопросы эффективного применения электрической энергии в сельскохозяйственном производстве исследуются с 1956 г. в республиканском Институте механизации и электрификации сельского хозяйства.

Рациональным развитием высоковольтных электрических сетей республики и методами их оптимизации занимаются под руководством акад. АН ЛитССР И. Б. Моцкуса ученые Института энергетики и электротехники АН ЛитССР, созданного в 1956 г. На факультете механизации (позже электрификации) Литовской сельскохозяйственной академии до сего времени подготовлены сотни инженеров-электриков. Необходимые кадры техников-электриков выпускают 11 политехникумов в Каунасе, Вильнюсе, Шяуляе, Клайпеде.

Не снижала темпов развития электротехническая промышленность Литвы. Вильнюсский завод электросварочного оборудования выпускает сегодня более половины всех изготовляемых в нашей стране сварочных агрегатов и выпрямителей и почти половину сварочных преобразователей. Число двигателей, выпускаемых электротехническими заводами республики, в этом году должно превысить 5 миллионов. В республике созданы производственные объединения по выпуску двигателей малой мощности «Эльфа» (1967 г.) и сварочного оборудования «Электросвар» (1976 г.).

В 1961 г. СКБ при ВЗЭСО реорганизуется в Вильнюсское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института электросварочного оборудования и становится головным предприятием по машинным источникам питания электросварочной дуги. Наиболее значимым достижением в его новых разработках является первый в нашей стране бесколлекторный сварочный агрегат, выпускаемый не только ВЗЭСО, но и другими заводами МЭТП.

Конструкторский отдел завода «Эльфа» в 1960 г. реорганизуется в СКТБ при заводе. В 1979 г. это бюро становится Вильнюсским отделением Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института малых электромашин (ВНИИМЭМ). Активное участие в разработке новых конструкций электрических двигателей малой мощности принимают также научные работники Каунасского политехнического и Вильнюсского инженерно-строительного институтов. Московский энергетический, Львовский политехнический институты и некоторые другие вузы и НИИ нашей страны оказали Литовской ССР большую помощь в подготовке высококвалифицированных научных кадров в области электрических машин малой мощности. Это способствовало формированию республиканской школы в области расчетов и проектирования явнополюсных асинхронных двигателей малой мощности; был достигнут определенный успех в конструировании и внедрении в производство новых конструкций микродвигателей.

Одновременно с ростом потребления электроэнергии в промышленности и сельском хозяйстве расширялась электрификация быта, коммунального хозяйства. В 1956 г. в Вильнюсе началось первое в республике троллейбусное движение. Возросли требования к надежности и экономичности электроснабжения. В 1964 г. установились надежные связи Литовской энергетической системы в Латвийской и Белорусской. Для решения всех усложняющихся проблем, связанных с управлением и дальнейшим развитием всего энергетического хозяйства республики, в 1966 г. на базе Института энергетики и электротехники был создан Институт физико-технических проблем энергетики. В его научной деятельности можно выделить следующие три основные направления: теплофизика, техническая кибернетика и комплексные энергетические проблемы.

По второму направлению наибольший интерес представляет исследование методов управления электрическими системами при неполной информации, идентификация и оценивание процессов в электрических сетях. Руководит этими работами чл.-корр. АН ЛитССР А. А. Немура.

Глубокие корни научных исследований в республике имеет электрохимия. Эти исследования при советской власти переросли в теорию электроосаждения металлов и сплавов, в создание усовершенствованных технологий гальванических и химических покрытий. Достижения в этой области позволяют говорить о возникновении литовской электрохимической шкалы, основателем и руководителем которой является Президент АН ЛитССР, чл.-корр. АН СССР Ю. Ю. Матулис.

Заслуженной известностью пользуется Институт электрографии, основанный в 1957 г. Он является центром электрографических исследований в СССР. В этих исследованиях активное участие принимают и научные работники Вильнюсского государственного университета им. В. Капсукаса.

Широкий круг научно-исследовательских работ в области электротехники и энергетики ведется и в Каунасском политехническом институте им. А. Снечкуса. Кроме уже упомянутых исследований в области электродвигателей малой мощности, на кафедре электросистем проводятся работы по оптимизации электроэнергетических систем и их режимов, разработке и изготовлению универсальных статических моделей электросистем постоянного тока. На других кафедрах исследуются новые системы электропривода, усовершенствуются осветительные установки, разрабатываются теоретические основы и создаются контрольно-измерительные и энергетические устройства на основе преобразования электромагнитных величин. Следует отметить плодотворную научную деятельность таких преподавателей и научных работников КПИ, как бывший заведующий кафедрой электрических систем проф. Л. И. Каулакис, бывший заведующий кафедрой электрических машин проф. П. А. Баскутис и нынешний ее руководитель проф. П. И. Костраускас.

В XI пятилетке научных работников и инженеров электротехнической промышленности республики ждут сложные и ответственные задачи — не только повысить технические характеристики выпускаемой продукции, но также поднять уровень ее технологичности, еще больше снизить показатели материалоемкости. Настоящая XI пятилетка поставила важную задачу и перед электроэнергетиками республики — увеличить производство электрической энергии более чем в 2 раза. Кроме намеченного планом ввода в эксплуатацию первой очереди Игналинской АЭС, необ-

ходимо будет обеспечить как для ее блоков, так и для крупных блоков Литовской ГРЭС экономичную бесперебойную работу. Для этого с неменьшими темпами идет строительство Кайшядорской ГАЭС, подготавливается создание мощных потребителей-регуляторов в сельском хозяйстве. Последнее мероприятие также будет способствовать и более быстрому осуществлению Продовольственной программы СССР. Успешному решению перечисленных выше задач несомненно будет способствовать принятое в 1981 г. ЦК Коммунистической партии Литвы и Советом Министров ЛитССР постановление «О разработке комплексной программы научно-технического прогресса ЛитССР на 1986—2005 годы (по пятилеткам)».

МОЛДАВСКАЯ ССР

Молдавия позже всех вошла в состав Советского Союза, не имея практически ни энергетической базы, ни промышленности. Мощность всех ее электростанций составляла меньше 1 тыс. кВт. К 1941 г. мощность электростанций составила уже 12,5 тыс. кВт, но война полностью разрушила народное хозяйство Молдавии, в том числе и ее энергетику.

В 50-х годах развернулось интенсивное строительство электростанций и объединение их в единую энергосистему. Общая мощность Молдавских электростанций к 1975 г. составила 2158,4 МВт. Высокими темпами шло развитие электрических сетей, формирование Молдавской энергосистемы — в основном на базе ЛЭП 110 кВ; с 1964 г. появились ЛЭП 220 кВ, с 1968 г. — ЛЭП 330 кВ. В 1972 г. была сооружена ЛЭП 400 кВ, по которой осуществляется экспорт электроэнергии в Народную Республику Болгарию. В 1967 г. к сетям энергосистемы были подключены все колхозы и совхозы, в 1970 г. к столетию со дня рождения В. И. Ленина была завершена полная электрификация всей МССР.

В XI пятилетке предполагается ежегодное увеличение электропотребления в республике высокими темпами — в среднем на 5%. Для осуществления этой программы намечается расширение ряда станций, прорабатываются варианты усиления связей с энергосистемой юга Украины.

Наращивание генерирующих мощностей после 1990 г. предполагается осуществить путем сооружения на территории МССР мощной атомной электростанции. Одна из основных идей развития народного хозяйства МССР в настоящее время состоит в осуществлении значительно более полного, чем раньше, использования благоприятных природно-климатических условий Молдавии для значительного повышения урожая фруктов, овощей и зерновых культур, что, в свою очередь, позволит резко повысить продукцию животноводства, виноделия, консервной промышленности. Эта идея может быть осуществлена только при значительном увеличении доли орошаемых земель, особенно южной части республики за счет использования водных ресурсов Дуная.

Своевременное наращивание генерирующих мощностей в МССР в предыдущие годы обеспечило динамическое развитие основных отраслей народного хозяйства, в том числе электротехнической и приборостроительной. Их интенсивное развитие было определено на VIII съезде Коммунистической партии Молдавии.

В соответствии с этими решениями в Молдавии созданы либо существенно расширены и реорганизованы ранее построенные заводы по производству самой различной электротехнической продукции в Кишиневе, Тирасполе, Бендерах, Бельцах.

До революции в Молдавии вообще не было ни одного ни научно-исследовательского, ни высшего учебного заведения. В 1930 г. в «левобережной» части Молдавии (Молдавской автономной ССР) были открыты Плодоовощной и Педагогический институты в Тирасполе, в 1939 г. — Учительский институт в Балте, в 1940 г. — Селькохозяйственный институт в Кишиневе.

Интенсивное развитие наука в Молдавии получила после окончания Великой Отечественной войны. Уже в 1945—1946 гг. создаются Государственный университет и Медицинский институт в Кишиневе, Учительский институт в Бельцах и другие учебные заведения, в которых велись также и научные исследования в различных отраслях знаний; в 1946 г. в республике работали 7 вузов и 32 техникума.

Важным событием явилось создание в 1946 г. Молдавской базы Академии наук СССР (директор — вице-президент АН СССР акад. В. П. Волгин), преобразованной вначале (1949 г.) в Молдавский филиал АН СССР (первый председатель — чл.-корр. АН СССР П. А. Баранов, затем проф. Я. С. Гросул), а затем (1961 г.) в Академию наук МССР (первый президент — чл.-корр. АН СССР Я. С. Гросул, затем тем чл.-корр. АН СССР А. А. Жученко). В настоящее время в ней 20 научно-исследовательских учреждений, в том числе два из них имеют прямое отношение к исследованиям в области электротехники и электроэнергетики: Отдел энергетической кибернетики (на правах института) и частично Институт прикладной физики.

Вначале в Отделе (с 1958 по 1982 г. чл.-корр. АН МССР Г. В. Чалый, с 1982 г. — канд. техн. наук В. М. Постолатий) проводились исследовательские работы, непосредственно связанные с энергетикой Молдавии того времени; с годами тематика исследований претерпела ряд существенных изменений. Отдел вел сам и курировал комплексные исследования более чем 50 организаций страны по проблеме повышения частоты промышленного переменного тока и приводил ряд других работ.

Исследования по оптимизации структуры и режимов энергосистем, проводившиеся вначале применительно к развивавшейся Молдавской энергосистеме, значительно расширились и развились в разработку алгоритмических проблем оптимального управления режимами энергосистем и их элементами. В творческом содружестве с ЭНИН и Энергосетьпроектом был создан комплекс высокоэффективных алгоритмов и программ оптимизации режимов энергосистем с учетом потерь в электрических сетях, ограничений по перетокам мощности и по водному балансу. Был создан и внедрен на Молдавской ГРЭС программный комплекс оптимизации режима мощной тепловой электростанции по минимуму расхода топлива с опти-

мальным распределением нагрузки между энергоблоками и выбором наивыгоднейшего состава работающих агрегатов. Разработана и внедрена программа эквивалентирования сложных электрических сетей. Создается программный комплекс оптимального планирования сроков ремонта основного генерирующего оборудования электростанций с учетом основных эксплуатационных ограничений, имеющегося резерва, ремонтных возможностей и др.

Сотрудниками Отдела совместно с кафедрой электрических систем МЭИ разработаны новые — самокомпенсирующиеся — управляемые высоковольтные ЛЭП переменного тока, обладающие повышенной пропускной способностью и уменьшенным экологическим влиянием; выполнен комплекс теоретических и экспериментальных работ по исследованию параметров, характеристик, режимов и технико-экономических показателей таких линий.

По заданию Министерства электротехнической промышленности в ОЭК ведутся успешные исследования, направленные на повышение эффективности использования конденсаторов в электротехнических и электронных устройствах, работающих при существенно несинусоидальных напряжениях и токах разной формы, в частности, в различных силовых полупроводниковых преобразователях. Результаты исследований позволили разработать практические рекомендации по оптимальному выбору конденсаторов для конкретных установок.

В Отделе разработаны основные элементы теории автоматизированных частотно-регулируемых асинхронных электроприводов с питанием от полупроводниковых преобразователей, создана методика расчетов оптимальных по быстродействию переходных процессов в таких приводах.

Предложены и исследованы новые оригинальные способы формирования, регулирования и стабилизации выходного сигнала автономных инверторов регулируемых полупроводниковых преобразователей; созданы, изготовлены и исследованы тиристорные и транзисторные преобразователи. Разработана и внедрена на предприятиях электротехнической промышленности система автоматизированного синтеза асинхронных двигателей мощностью до 100 кВт общего и специального назначения.

С целью автоматизации исследований в области полупроводниковых электроприводов создан оригинальный аналого-цифровой (гибридный) вычислительный комплекс, программно-ориентированный на исследование динамики машинно-вентильных систем, имеющих большое количество дискретных и других существенно нелинейных элементов.

Одна из основных задач ученых ОЭК на ближайшую перспективу — разработка научных основ генерального плана оптимального развития республиканской энергосистемы с учетом перспектив развития основных отраслей народного хозяйства.

Среди научно-исследовательских работ Института прикладной физики АН МССР (акад. АН МССР Б. Р. Лазаренко, чл.-корр. АН МССР М. К. Бологa) — разработка новых применений электрической энергии в промышленности и сельском хозяйстве. К их числу могут быть отнесены, в первую очередь, исследования в области электроискровой обработки металлов, завершившиеся широким внедрением соответствующих установок.

Успешно разрабатываются и внедряются эффективные методы и способы электрохимической размерной обработки и гальванопокрытий — для ремонта и восстановления деталей машин, в том числе сельскохозяйственных, для электрофлотации, электроплазмолиза и электросепарации, позволяющих существенно интенсифицировать технологические процессы переработки растительного сырья и пищевых продуктов и резко увеличивающих выход конечных продуктов.

Следует также отметить исследования по изучению электрической природы кавитации и влияния электрических полей на протекание процессов тепло- и массообмена, позволивших разработать ряд важных рекомендаций по защите различных промышленных объектов от кавитационной эрозии и существенной интенсификации теплоотдачи и др.

Исследования, запланированные в институте на XI пятилетку, направлены, в первую очередь, на расширение возможностей применения электрической энергии для решения основных проблем развития аграрно-промышленного комплекса республики.

В 1964 г. был создан Кишиневский политехнический институт, среди факультетов которого в настоящее время работают энергетический с кафедрами электрических сетей и систем, электрических машин и аппаратов, электроснабжения промышленных предприятий и городов, электрификации сельского хозяйства и электропривода, а также электрофизический факультет с кафедрами конструирования и производства электронно-вычислительной и радиоаппаратуры, эксплуатации ЭВМ, автоматики и телемеханики. Все эти кафедры, помимо учебной, ведут и значительные научно-исследовательские работы в области электроэнергетики, электротехники и электроники.

Большую помощь в подготовке кадров для энергетики и электропромышленности республики оказывает Кишиневский электромеханический техникум. Энергетики и электротехники МССР работают в постоянном творческом содружестве с ведущими научно-исследовательскими и учебными институтами страны, активно участвуют в развитии науки и техники Советского Союза.

ЛАТВИЙСКАЯ ССР

В буржуазной Латвии электротехническая наука серьезного развития не получила. Это связано с упадком промышленного производства после первой мировой войны и ничтожным количеством выпускаемых университетом инженеров-электриков (около десяти человек в год). В составе преподавателей был один профессор (приглашенный из Германии) и несколько доцентов. Их творческая работа выражалась в публикации научно-популярных статей, особенно по радиотехнике, и участием в разработке проектов небольших местных электростанций, подстанций и сетей.

Стремительное развитие электротехнической науки в Латвийской ССР началось после организации Физико-технического института АН ЛатвССР (1946 г.).

Руководителем института долгие годы был президент АН ЛатвССР К. Плауде, в настоящее время институтом руководит академик АН ЛатвССР А. Крогерис.

Первые исследования были посвящены развитию энергетики республики и оптимальному использованию энергоресурсов. В результате этих исследований (К. Плауде, Ю. Мазур) повышена мощность каскада гидроэлектростанций Даугавы, в сельских сетях введено экономически выгодное напряжение 20 кВ и разработан ряд других экономически эффективных рекомендаций.

Вторым основным научным направлением института является исследование магнитных полей в электрических машинах. Разработана теория и оригинальные конструкции бесконтактных электрических машин. Созданы бесконтактные генераторы постоянного тока для транспортных средств, на железных дорогах страны внедрена новая система энергоснабжения пассажирских вагонов. Разработками руководили академик АН ЛатвССР Э. Якубайтис, член-корр. АН ЛатвССР В. Апсит, проф. Г. Штурман, проф. В. Куцевалов.

Исследования в области физики полупроводников и теории полупроводниковых приборов проводятся под руководством А. Крогериса.

В электротехнике используются также некоторые разработки Института физики АН ЛатвССР. Институт является ведущим в области магнитогидродинамики; на основе его исследований разработан целый ряд электромагнитных насосов для проводящих жидкостей, в том числе для расплавленных металлов (академик АН ЛатвССР И. Кирно, член-корр. АН ЛатвССР Я. Лиелпетерис). При институте работает специальное конструкторское бюро, занимающееся разработкой и внедрением в промышленность магнитогидродинамических машин и приборов.

Решением проблем прикладного характера заняты отраслевые институты и некоторые подразделения академии. Например, в институте механики полимеров под руководством проф. И. Матиса создана серия приборов для неразрушающего контроля свойств полимерных материалов и изделий.

Вторым научным центром электротехники в республике является восстановленный в 1958 г. Рижский политехнический институт, который в настоящее время стал самым большим вузом Прибалтики. На базе двух небольших электротехнических кафедр Латвийского государственного университета в течение нескольких лет было создано три факультета: электроэнергетический, автоматики и вычислительной техники, радиотехники и электросвязи. Выпуск специалистов одного энергетического факультета (около 200 человек в год) больше, чем в университете по всем специальностям, вместе взятым.

Плодотворно работает проблемная лаборатория электроэнергетического факультета (организатор и долголетний руководитель проф. В. Фабрикант), ряд разработок которой внедрен и принят к серийному производству. На кафедре теоретической электротехники (заведующий проф. К. Табакс) разработаны методы исследования и моделирования электромагнитных и температурных полей в электрических машинах и аппаратах. Широко проводятся научные исследования также на других кафедрах и факультетах института.

В республике издаются всесоюзный журнал «Магнитная гидродинамика», «Известия АН ЛатвССР. Серия физических и технических наук», периодические сборники статей «Электромеханика», «Электрические машины», а также большое количество монографий, учебников и учебных пособий в области электротехники.

Очень большое значение в развитии науки в республике имеет помощь вузов и научных организаций братских республик. Важную роль в подготовке научных кадров и выборе научных направлений в электротехнике сыграла помощь Московского энергетического института, Ленинградского политехнического института, Энергетического института им. Г. М. Кржижановского и других научных и учебных учреждений.

Расцвет электротехнической науки в республике вызван восстановлением советской власти в Латвии и бурным развитием ее промышленности. Встречая славную годовщину создания Советского государства, научные работники и инженеры-электротехники готовы приложить все силы для дальнейшего развития народного хозяйства страны.

КИРГИЗСКАЯ ССР

До Великой Октябрьской социалистической революции в Киргизстане не было ни одного научного учреждения, ни одного высшего и среднего специального учебного заведения. Ныне в республике насчитывается свыше 7100 научных работников, в том числе более 200 докторов и 2200 кандидатов наук (1977 г.), развернуты широкие научно-исследовательские работы по различным направлениям электротехники. Научной базой в основном являются Киргизский научно-исследовательский отдел энергетики (КирНИОЭ), Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации мелиоративных систем (ВНИИКАМС), энергетический факультет Фрунзенского политехнического института (ФПИ), Институт автоматики АН Киргизской ССР, Научно-исследовательский институт электромашиностроения (НИИЭМ) и другие.

В январе 1953 г. в составе Киргизского филиала АН СССР был организован Институт водного хозяйства и энергетики, вошедший затем как Институт энергетики и водного хозяйства в Академию наук Киргизской ССР, созданную в 1954 г. От этого института, после его реорганизации в 1963 г., ведут свое начало успешно работающие ныне в Киргизии два научно-исследовательских подразделения: ВНИИКАМС и КирНИОЭ. В свою очередь, созданию Института энергетики и водного хозяйства (ИЭВХ) АН Киргизской ССР предшествовал подготовительный этап, начавшийся в 1946 г. организацией при Президиуме Киргизского филиала АН СССР (КирФАН) сектора водного хозяйства (рук. С. В. Семенов, М. Н. Большаков), в котором начались первые исследования в области сельской электрификации республики.

Первые энергетические исследования, проведенные в КирФАН, позволили оценить энергетические ресурсы малых рек Киргизии и наметить пути их использования для электрификации сельского хозяйства республики. Основной практический результат этих исследований — внедрение в сельских районах Киргизии местных энергетических систем — в течение ряда лет давал определенный экономический эффект.

Начиная с 1955 г. в тематике энергетических лабораторий ИЭВХ ведущую роль стали играть вопросы комплексного использования основных водных и топливных ресурсов республики. Серьезные работы по оптимизации топливно-энергетического баланса Киргизской ССР провел к. т. н. И. С. Колосов. В то же время была развернута программа исследований с целью выяснения влияния геофизических условий высокогорья на электрические и механические характеристики горных электропередач большой мощности.

К 1960 г. в ИЭВХ (В. С. Луговой, С. С. Панков) с помощью НИИПТ было обосновано и в дальнейшем развито новое техническое направление — горные электропередачи постоянного тока. В дальнейшем после реорганизации ИЭВХ в 1963 г. и образования КирНИОЭ интенсивное развитие получили исследования климатических параметров гололедных и ветровых нагрузок на ЛЭП, вопросы их механической прочности (О. А. Подрезов). В КирНИОЭ сложились следующие основные направления научных исследований: изучение перспектив развития энергетики Киргизии и путей использования ее энергоресурсов, изучение вопросов, связанных со строительством высокогорных ЛЭП, разработка методов обеспечения оптимальной надежности элементов энергосистем; разработка научных основ электрификации сельского хозяйства в условиях горной Киргизии.

ВНИИКАМС, являющийся ведущей научно-исследовательской организацией в Союзе по вопросу автоматизации гидромелиоративных систем, определил основные концепции автоматизации мелиоративных систем, разработал базовые алгоритмы управления технологическими процессами водозабора и водораспределения, пакеты прикладных программ для решения наиболее важных задач мелиорации. Были разработаны автоматическая система планирования и оперативного перераспределения воды с применением ЭВМ, микропроцессорный регулятор для управления подкачивающими насосами оросительных систем типа «Фрегат». Институтом сделано немало для внедрения результатов научных исследований в производство. Так, внедрена АСУ попуска воды из водохранилища Орто-Токой, автоматизирован и телемеханизирован восточный Большой Чуйский канал (БЧК), сдается в эксплуатацию АСУ ТП на Чумышской плотине, разработан проект АСУ западным БЧК. На базе ВНИИКАМС в 1977 г. было создано Всесоюзное научно-производственное объединение «Союзводавтоматика». В составе этого НПО образован проектно-технологический институт, в котором исследуются вопросы электроснабжения рассредоточенных потребителей на объектах ирригации и отгонного животноводства (рук. к. т. н. Токомбаев К. А.).

Институт автоматики АН КиргССР, созданный в 1960 г., разработал метод централизованного контроля и управления оросительными системами, а также ряд теоретических вопросов гидродинамики и ее принципов, уплотнения телемеханических каналов связи. В этом институте создан ряд устройств телемеханики на бесконтактных элементах, различные автоматические универсальные регуляторы уровней и расхода воды. Проводились также работы по автоматизации добычи нефти в условиях Киргизии, по комплексной автоматизации ртутно-сурьмяного производства с применением системы экстремального и оптимального регулирования производственного процесса и разработкой ряда неконтактных методов автоматического контроля технологических параметров. Велись исследования по изысканию новых методов автоматического контроля различных физических параметров и отдельных измерительных узлов и преобразователей.

Большую роль в формировании научного профиля института в период его становления сыграл академик АН КиргССР Н. Н. Шумиловский. С именем академика АН КиргССР Ю. Е. Неболюбова связано развитие направления, ставшего одним из основных: разработка и создание АСУ ТП промышленности строительных материалов. Следует отметить работы академика АН КиргССР Э. Ж. Маковского и чл.-корр. АН КиргССР В. П. Живоглядова.

Энергетический факультет ФПИ создан в 1957 г. На факультете ведутся научно-исследовательские работы согласно профилю кафедр: электрические станции, сети и системы; электроснабжение промпредприятий и городов; электропривод и автоматизация промустановок; автоматика и телемеханика; электрические машины и аппараты; ЭВМ; вычислительная техника и АСУ; электроника, теоретические основы электротехники и общая электротехника.

Наиболее значительным являются работы, проводимые под руководством д. т. н. А. А. Акаева в области создания нового поколения ЭВМ — когерентных оптических вычислительных машин. Работы проводятся совместно с ЛИТМО. Следует также отметить работы, проводимые на кафедре автоматики и телемеханики под руководством доцента к. т. н. Ж. Ш. Шаршеналиева по разработке теории и определению оптимальных алгоритмов управления для некоторого класса автоматических систем управления.

Исследования по разработке методов расчета электрических полей проводит кафедра ТОЭ и ОЭ (к. т. н. И. М. Грач). Вопросами создания более точных измерительных приборов занимается к. т. н. Н. А. Филиппов, разработкой методов проектирования дискретных логических устройств с помощью графов — к. т. н. В. В. Образцов. Создание новых технических средств автоматики и развитие методов обеспечения их надежности является темой исследований, проводимых под руководством к. т. н. В. М. Журавлева. Нужно отметить работы по созданию теории и методики расчета двухроторных асинхронных двигателей (к. т. н. В. Н. Цой, к. т. н. М. Н. Филатов).

Исследования по использованию гидроэнергоресурсов и повышению эффективности работы энергосистемы Киргизии ведутся на кафедре электрических станций, сетей и систем (рук. к. т. н. К. Р. Рахимов).

НИИЭМ первоначально был создан в 1961 г. как Фрунзенский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института электромеханики. Основные направления этого института—теоретические исследования, расчет и разработка новых конструкций электрических машин малой мощности общепромышленного и бытового назначения, разработка новых тех-

нологических процессов производства электрических машин. Институтом разработаны серии коллекторных электродвигателей малой мощности, однофазные асинхронные электродвигатели малой мощности, проведена большая работа по повышению их качества и надежности (рук. к. т. н. К. А. Алымкулов).

Электротехнические предприятия Киргизской республики изготовляют и поставляют народному хозяйству полупроводниковые приборы, провода и кабельные изделия, электродвигатели малой мощности, крупные электрические машины, электрические лампы и специальное технологическое оборудование для их производства, электроизоляционные материалы, электрические приборы быта. В составе электротехнической промышленности республики насчитывается шесть самостоятельных заводов, одно производственное объединение. Ученые вузов и НИИ, работники электротехнической промышленности и энергетики Советской Киргизии вносят достойный вклад в сокровищницу достижений всей советской науки и техники, в укрепление могущества Союза Советских Социалистических республик.

АРМЯНСКАЯ ССР

К моменту образования СССР в 1922 г. производство электроэнергии в Армении составляло около 10 тыс. кВт·ч (в 1981 г. — 14,3 млрд. кВт·ч). Мощность всех электростанций была 2 тыс. кВт (3,55 млрд. кВт в 1979 г.). Численность населения АрмССР на конец 1925 г. равнялась 720 тыс. чел. (3074 тыс. чел. в 1980 г.).

К 1924 г. в АрмССР действовали семь гидроэлектростанций: Аллавердская, Зангезурская, Ереванские (две станции), Шагалахская, Дилижанская, Степанаванская; в июне 1927 г. было принято решение о строительстве Дзорагетской ГЭС. В довоенные годы были построены и введены в эксплуатацию гидроэлектростанции на ряде мелких и средних по дебиту рек, такие как: Иджеванская, Мегринская, Шакинская. Сооружена Канакерская ГЭС на р. Раздан, четыре агрегата которой были пущены в декабре 1936 г. С этой станции начато было строительство ГЭС Севано-Разданского каскада: Севанской (1949 г.), Гюмушской (1953 г.), Арзнинской (1957 г.), Атарбекянской (1959 г.), Ереванской (1962 г.).

В августе 1961 г. ученые и инженеры республики приняли решение о переброске части стока р. Арпа в озеро Севан с целью сохранения его уровня на отметке, близкой к естественным условиям. С 1963 г. начала строиться Ереванская ТЭЦ, мощность которой в 1966 г. достигла 550 тыс. кВт. В 1965 г. попуски воды из оз. Севан были снижены почти в три раза и 3/4 этих попусков определялись ирригационно-энергетическими нуждами. В этом же году начала строиться Кироваканская ТЭЦ, в 1966 г. построена Разданская тепловая электростанция (ГРЭС и ТЭЦ), в 1970 г. пущена Татевская ГЭС, представляющая третью станцию Воротанского каскада ГЭС; Шамбская ГЭС этого каскада пущена в 1978 г. В 1979 г. завершено строительство Армянской атомной электростанции.

В связи с отсутствием в АрмССР ископаемых видов топлива предстоит решить серьезные задачи развития генерируемой мощности Армянской энергосистемы.

Научные исследования в области электроэнергетики в республике представлены в следующих разделах: моделирование электроэнергетических систем; теория и методы расчета электрических систем; расчеты установившихся режимов сложных электроэнергетических систем; их оптимизация, дальние линии электропередачи; переходные процессы; электрическая технология.

Разработана теория многополюсника, и ее приложения к методам расчета установившихся режимов системы представляются множествами: генераторных, нагрузочных, сетевых узлов и ветвей.

Большой цикл исследований был посвящен методам решения уравнений установившихся режимов сложных электрических систем. Были разработаны алгоритмы и программа определения структуры расхода мощности и энергии в сетях энергосистемы напряжением 35 кВ и выше. Программы позволяют определить структуру потерь для каждого сетевого предприятия энергосистемы, что, в свою очередь, дает возможность реализовать различные мероприятия по уменьшению потерь в сетях.

Разработаны методы, алгоритм и программа оптимизации режимов энергосистемы с целью минимизации суммарных затрат на генерацию активной мощности на тепловых станциях, потерь активной мощности в электрических сетях. В этом методе управляющими оптимальным режимом системы принимаются: фазы напряжений тепловых станций, модули напряжений всех узлов с источниками реактивной мощности системы и модули комплексных коэффициентов трансформации трансформаторов в ветвях системы.

Для обоснования и проектирования межсистемной линии электропередачи Акстафа — Атарбекян на напряжении сначала в 220 кВ, а затем 330 кВ был выполнен большой объем научно-исследовательских работ. В Институте электротехники АН АрмССР были получены экспериментальные данные для выбора проводов высокогорных, высоковольтных линий электропередачи по условиям минимума потерь энергии на корону и расчету годовых потерь энергии на корону.

Результаты этих исследований были использованы не только в проектах ЛЭП Акстафа — Атарбекян, но и в проекте ЛЭП Шинуайр — Атарбекян, обеспечивающей параллельную работу с электростанциями энергосистемы Воротанского каскада ГЭС. В проектах этих ЛЭП было использовано предложение о расщеплении фазы на два провода с целью уменьшения реактивного сопротивления линии и уменьшения потерь энергии на корону. Следует отметить активное участие акад. В. И. Попкова в выполнении этих исследований.

Исследования по потерям мощности и энергии на корону, выполненные на двух экспериментальных участках в Норке и на оз. Севан, были использованы для

соответствующего раздела «Руководящих указаний по учету потерь на корону и помех от короны при выборе проводов воздушных линий электропередачи переменного тока 330—750 кВ и постоянного тока 800—1500 кВ».

Исследования потерь мощности на корону были начаты в 1955 г. и завершены в 1970 г. Было исследовано явление короны на 15 типоразмерах проводов с числом расщеплений фазы до четырех проводов применительно к ЛЭП 220—500 кВ. Была разработана методика расчета потерь мощности на корону с учетом изменений давления, температуры, влажности, плотности воздуха.

В НПО «Армсельхозмеханизация» Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения СССР с 1976 г. выполняются исследования электрических явлений в сыпучих средах. Направление исследований в инженерной электрофизике было сформулировано акад. В. И. Попковым в 60-х годах. В объединении выполнены исследования движения диэлектрического и проводящих электричество сыпучих материалов, получено свыше 16 авторских свидетельств на способ дозирования проводящих и полупроводящих материалов; питатель для диэлектрических материалов, дозатор сыпучих материалов и устройство для регулирования соотношения компонентов сыпучих материалов. Показано, что силы взаимодействия между частицами достаточны для осуществления регулирования расхода, дозирования, смешивания и контроля параметров сыпучих материалов. Указанные технологические процессы основаны на преобразовании малой величины электрической энергии в механическую без потребности движущихся узлов.

Вопросы использования возобновляемых источников энергии в первую очередь решаются для сельского хозяйства страны. Первая Всесоюзная конференция под руководством А. Г. Иосифьяна по электрификации сельского хозяйства была созвана Академией наук АрмССР в Ереване в 1949 г. Основная цель конференции состояла в разработке мероприятий по использованию электроэнергии в сельском хозяйстве и, в частности, применения энергии солнца, ветра, малых рек. Электрификация сельского хозяйства АрмССР выполнена на базе использования электроэнергии крупных электроэнергетических систем путем подключения электрических сетей сельскохозяйственных районов к высоковольтным подстанциям.

Из числа советских ученых, оказавших помощь (консультации, подготовка кадров) в развитии научно-исследовательских работ по энергетике в республике, следует отметить: академиков Г. О. Графтио, Ф. Ю. Левинсон-Лесинга, А. В. Винтера, В. И. Попкова, Н. А. Стыриковича; докторов технических наук Г. И. Атабекова, В. А. Веникова, И. М. Марковича, Г. М. Ломидзе, Л. Г. Мамиконянца, М. А. Мосткова, Э. А. Мееровича, А. А. Эфендизаде, А. А. Хачатурова, Г. А. Джимшелейшвили, Г. Н. Тер-Газаряна, Г. П. Забриева и др.

ЭСТОНСКАЯ ССР

Территория Эстонской ССР была полностью освобождена от фашистских захватчиков 23 ноября 1944 г. Началось энергичное восстановление народного хозяйства, культурных и научных учреждений, школ и высших учебных заведений.

Очагом развития электротехники в Советской Эстонии по праву считается Таллинский политехнический институт, который стал быстро расти в послевоенные годы. В то время сильноточные электротехнические специальности — электрические станции и сети, электрические машины и аппараты — входили в состав механического факультета ТПИ. Малочисленный состав преподавателей электротехнических дисциплин не имел опыта научной работы в современном понимании этого слова. Тем не менее их положительная роль заключается в активном усвоении методов организации учебной работы в советской высшей технической школе, новых для вуза Эстонии. В те годы были изданы впервые на эстонском языке учебники «Теоретические основы электротехники» (Р. Холлман) и «Общая электротехника» (авторский коллектив под руководством Х. Рийкоя), которые, безусловно, содействовали подготовке электротехнических инженерных кадров в республике.

В 1950 г. в ТПИ приступили к работе первые два кандидата технических наук из братских республик— Александр Иванович Вольдек и Сергей Родионович Буачидзе. Воспитанник Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина, представитель известной в мире науки школы электромеханики академика М. П. Костенко, носитель научных традиций этой школы, талантливый ученый А. И. Вольдек (1911—1977 гг.) оставил неизгладимый след в развитии электротехники в Эстонии. Он поднял научную работу по электротехнике на соответствующую ее значению высоту, ввел новый стиль преподавания электротехнических дисциплин в ТПИ и энергично направлял молодых специалистов в аспирантуру при вузах братских республик — прежде всего Москвы, Ленинграда, Львова и других городов. Эту помощь вузов страны в становлении электротехнических наук в Советской Эстонии невозможно переоценить. Только благодаря ей сейчас более 80% преподавательского состава электротехнических кафедр ТПИ имеет ученые степени и звания, многие исследовательские коллективы являются полноправными партнерами в выполнении всесоюзных комплексных целевых программ и пользуются заслуженным признанием. А. И. Вольдек предвидел значимость автоматики, электроники, радиотехники и вычислительной техники и добился введения этих специальностей в ТПИ.

В области сильноточной электротехники направления научной работы в ЭССР связаны с производством, распределением и преобразованием электрической энергии.

Четверть века тому назад появились первые результаты работ по проблемам управления электрическими системами. С 1965 г. начинается использование вероятностных методов для этих целей. Разработанные на базе теоретических исследований энергосистем программы ЦВМ были внедрены в ЕЭС СССР, в Башкирской, Ленинградской, Татарской и Эстонской энергосистемах. Научные работы электроэнергетиков ТПИ относятся к оптимизации нормальных режимов энергосистем и тепловых электростанций, расчету и регулированию установившихся режимов электрических

систем и сетей, математическому моделированию и прогнозированию нагрузок в энергосистемах и управлению аварийными режимами энергосистем. Исследовались разрядные характеристики стеклянных штыревых изоляторов с целью разработки новых типов с повышенной надежностью.

За цикл работ по оптимизации режимов работы больших энергосистем в 1980 г. авторский коллектив под руководством к. т. н. М. Х. Валдма удостоен премии Советской Эстонии.

Развитие энергетики республики на базе крупных тепловых электростанций (Прибалтийская и Эстонская ГРЭС) с использованием горючих сланцев поставило проблему рационального использования электроэнергии, его преобразования в другие виды, главным образом в механическую работу, а также увеличило потребность в специалистах — инженерах по электрическим машинам и автоматизированному электроприводу. Для удовлетворения этой потребности в 1956 г. А. И. Вольдек организовал кафедру электрификации промышленности, а в 1961 г. была создана кафедра электрических машин. В 1956 г. были завершены первые исследования магнитных полей и индуктивностей лобовых частей обмоток электрических машин, которые заложили основы школы электромехаников в ЭССР.

В 1954 г. в ТПИ начато изучение проблем прикладной магнитной гидродинамики и ее приложений к задачам преобразования энергии для нужд металлургии и литейного производства. Был заложен фундамент теории индукционных магнитогидродинамических машин с жидкометаллическим рабочим телом. С самого начала эти исследования проводились в тесном сотрудничестве с учеными Института физики Академии наук ЛатвССР. Затем к этим работам присоединились многочисленные научные учреждения страны. На базе уравнений Максвелла для медленно движущихся проводящих сред исследованы магнитные поля линейных индукционных машин конечных размеров, задачи компенсации пульсирующего магнитного поля, электромагнитные процессы во вторичной среде индукционных машин с разомкнутым магнитопроводом, схемы их замещения и краевые задачи в таких машинах.

К настоящему времени возникла проблема создания специальных линейных электроприводов двухцелевого назначения, МГД- и линейных приводов для манипуляторов и многокоординатных электроприводов.

В 1967 г. за разработу устройств для перемещения жидких металлов авторский коллектив во главе с А. И. Вольдеком был удостоен премии Советской Эстонии.

Различные электротехнические задачи из области МГД-техники стали объектом исследования в Научно-исследовательском электротехническом институте (ныне НИИТЭЗ) Министерства электротехнической промышленности СССР, в котором А. И. Вольдек руководил научной работой со времени его организации. В этом институте разработаны различные варианты винтовых электромагнитных насосов и их теория, проведены исследования современных полупроводниковых преобразователей.

Была разработана теория магнитных полей электромагнитных преобразователей расхода, заложена основа теории электромагнитных измерителей локальной скорости с обращенным магнитным полем, созданы методы расчета метрологических показателей расходомерных установок.

Результаты этих работ стали внедряться в производство.

К началу 60-х годов появилась возможность внедрения в практику результатов научных исследований, разработки комплекса устройств, обеспечивающих работу МГД-двигателей в весьма тяжелых производственных условиях. Актуальными стали задачи управления МГД-техникой, т. е. задачи автоматизированного МГД-привода, требующие системного подхода, математического описания статических и динамических режимов работы с тем, чтобы приблизить степень его разработки к уровню теории классического электропривода. Были получены уравнения гидромеханических характеристик МГД-привода в установившихся режимах работы, создана методика их расчета, разработаны линеаризованные модели таких приводов, описаны их передаточные характеристики, составлены уравнения движения МГД-привода и получены аналитические решения для частных случаев, разработаны машинные методы расчета и моделирования переходных процессов, методы управления МГД-приводами, проведены основательные экспериментальные исследования.

Академией наук ЭССР исследования по электротехнике были начаты в 50-х годах в Институте энергетика. Первые аспиранты в этой области были подготовлены в ЭНИН им. Г. М. Кржижановского и ЛЭТИ им. В. И. Ульянова.

В начальный период исследований были разработаны вопросы рационализации систем распределения электроэнергии, главным образом связанные с применением установок продольно-емкостной компенсации. Были созданы простые инженерные методы расчета этих установок на основе минимальной исходной информации, установлена зависимость их рабочих режимов от характера нагрузки и разработана простая и надежная защита от перенапряжений.

В области электромеханики были выяснены особенности характеристик электроприводов постоянного тока при регулировании магнитного потока машин по частям (т. е. при раздельном питании полюсов) и разработаны методы их расчета, а также исследован асинхронный электропривод, регулируемый с помощью насыщающихся дросселей.

В начале 60-х годов Институт энергетики был реорганизован в Институт термофизики и электрофизики (ИТЭФ). Был проведен цикл работ по исследованию электромагнитных процессов в магнитных преобразователях частоты, создан ряд новых магнитных умножителей частоты с внутренней обратной связью и трансформаторных магнитных усилителей с умножением частоты, отличающихся большим диапазоном регулирования (1 : 500 и более) и хорошими динамическими свойствами.

В связи с развитием силовой полупроводниковой техники в последний период основное внимание уделяется проблемам электромагнитной совместимости силовых полупроводниковых преобразователей с нагрузкой и сетью питания. Развиты работы по теории и практике применения силовых сглаживающих фильтров, в частности активных, разработаны основы создания новых малоискажающих магнитно-полупроводниковых регуляторов переменного и постоянного то-

ков с применением принципа межфазного энергообмена, разрабатывается основа создания источников тока для питания объектов новой техники.

В ИТЭФ разработана методика и создана оригинальная электронно-оптическая аппаратура для исследования быстропротекающих процессов в силовых полупроводниковых структурах и прогнозирования качества силовых полупроводниковых приборов в процессе производства.

Все эти работы развивались и развиваются в тесном контакте и сотрудничестве с ведущими научными центрами, в первую очередь РСФСР, а также УССР и других республик.

Энергичное развитие работ по электротехнике благоприятно влияло на организацию учебного процесса и повышение качества подготовки инженерных кадров всех электротехнических специальностей в ТПИ. На эстонский язык были переведены «Теоретические основы электротехники» П. Л. Калантарова и Л. Р. Неймана, «Электрические машины» А. И. Вольдека и ряд других учебников, что способствовало повышению уровня подготовки кадров молодой Эстонской республики и расценивается как неоценимая помощь ученых братских республик.

По мере становления и приобретения опыта научной работы в республике стала издаваться и оригинальная учебно-методическая литература. Это позволило добиться к 60-летию СССР удовлетворения основных потребностей Эстонской ССР в кадрах инженеров-электриков на предприятиях, в энергосистеме, проектных и исследовательских институтах, а также в системе технического образования республики.