

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ
ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),
И. А. Федосеев (зам. председателя),
Н. А. Фигуровский (зам. председателя), А. А. Чеканов, А. П. Юшкевич,
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

В. В. Домбровский

**Роберт Андреевич
ЛЮТЕР**

1889—1976

Ответственный редактор
В. П. КАРЦЕВ



ЛЕНИНГРАД
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1985

Домбровский В. В. Роберт Андреевич Лютер. 1889—1976. М.: Наука, 1985. 150 с.

Биография Р. А. Лютера — шеф-электрика завода «Электросила» — неотъемлемая часть истории советской науки и техники. Будучи главным теоретиком крупнейшего в СССР завода тяжелого электромашиностроения, Лютер более полувека возглавлял теоретико-расчетную школу, лично проектировал крупнейшие советские турбо- и гидрогенераторы, написал ряд научных работ, послуживших теоретической базой развития советского электромашиностроения. Его преданность делу, доброжелательность и бескорыстие сделали его своего рода моральным эталоном среди ученых-электротехников. Биография Р. А. Лютера содержит также необходимые сведения о его учениках и товарищах по работе — крупных ученых и инженерах «Электросилы» и других электроэнергомашиностроительных предприятий страны.

Книга предназначена для всех интересующихся историей машиностроения.

Библ. — 90 назв, ил. — 16.

Рецензенты:

В. Л. ГВОЗДЕЦКИЙ, В. В. ТИТОВ

Вместо предисловия

Роберт Андреевич Лютер, никогда не занимавший руководящих административных постов, не избранный в Академию наук СССР, тем не менее, по единодушному мнению ученых, инженеров и производственников, был самым высоким авторитетом в отечественном электромашиностроении по научным и практическим результатам его работ, которые воплощены в действующие конструкции, по идеям, которые способствовали расцвету этой области техники, в дореволюционной России вообще не существовавшей, по квалификации и числу выпестованных им ученых и выдающихся практиков, которые почитают за честь называться его учениками. Этот авторитет поддерживался не только глубочайшими его знаниями, но и высочайшими нравственными качествами его природы.

Автору этой книги выпало счастье работать с Робертом Андреевичем Лютером около двадцати лет. Но и этот немалый срок, кстати пришедшийся на последнее 20-летие жизни Р. А. Лютера, не исключает незнания некоторых фактов его биографии, даже при самом остром к ней интересе, однако дает основание надеяться, что главное — то, что сделало его образ для большинства его знавших научным и моральным эталоном, — удалось отразить.

Всем, способствовавшим появлению этой книги (рецензентам — бывшему заместителю главного конструктора «Электросилы» В. В. Титову и научному сотруднику Института истории естествознания и техники В. Л. Гвоздецкому — за ценные замечания; бывшим сотрудницам Р. А. Лютера — П. Б. Риммер, В. В. Коган, Д. И. Клейнман и Л. М. Канторович — за активное участие в обработке материалов личного архива Р. А. Лютера; переводчице М. И. Финкельштейн — за перевод на русский язык некоторых документов из этого архива;

Т. И. Нижевенко — за тщательный библиографический поиск работ Р. А. Лютера и ряда других источников в библиотеках и архивах), автор выражает глубокую признательность.

Книга содержит два библиографических списка: один — собственные труды Р. А. Лютера, другой — литература о нем. Ссылки на первый — номер позиции источника в списке, заключенный в квадратные скобки; на второй — название источника и год его издания; остальные источники, приводимые по ходу изложения, даны подстрочно.

Истоки

В библиотеке Роберта Андреевича Лютера сохранилась редкая и малоизвестная книга на немецком языке — «Генеалогия Лютерорум Редивива, или история семейства Лютеров в Эстляндии и России, составленная Робертом Лютером, пастором из Юргенс, . . . в память 400-летия со дня рождения д-ра Мартина Лютера 10 ноября 1483 г.»,¹ сопровождаемая латинским эпиграфом — «Habent sua fata libelli» («Книги имеют свою судьбу»).

Изданная в Ревеле в 1883 г., она, как гласит ее название, содержит сведения, касающиеся нескольких ветвей изрядно разросшегося к XIX в. родословного древа Лютеров, протянувшихся из Германии через Прибалтику в Россию и имевших общих предков с великим реформатором Мартином Лютером (1483—1541), прямой род которого угас в XVIII столетии.

Среди многочисленных потомков рода личности, равной переводчику Библии на немецкий язык, больше не было. Преобладали торговцы, фабриканты, издатели, педагоги, врачи, инженеры и военные. Составитель и издатель родословной — Роберт Иоганн Дитрих Лютер, сын Дитриха Мартина Лютера, ревельского фабриканта и купца, дед Роберта Андреевича, — был, как явствует из заглавного текста, пастором прихода Юргенс, что не-

¹ Genealogia Lutherorum rediviva, oder Nachrichten über die Familie Luther in Estland und Rußland, gesammelt von Robert Luther, Pastor zu St. Jürgens, ergänzt und mit Ammercungen versehen von Carl Kußwurm, Schulinspektor a. D. und Archivar.

Motto: Habent sua fata libelli
In Erinnerung an die Geburt dr. Martin Luther's von 400 Jahren am 10 November 1483. Reval, 1883. Gedruckt in der Ehistländischen Gouvernements — Typographie, 108 с, 5 ил., библи. 189 назв.

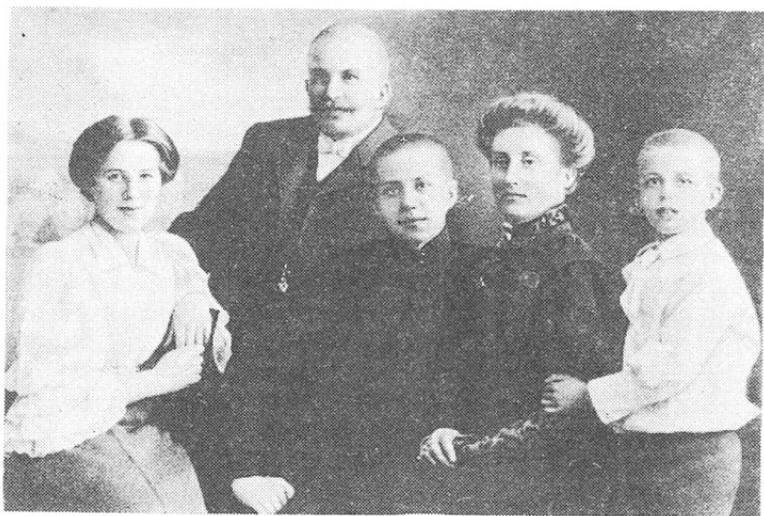
подалеку от Ревеля (Таллина). Кроме теологии он знал медицину и лечил местных крестьян. У него было три дочери и сын — Генрих (Харри) Мартин Эммануил, родившийся в 1856 г. Харри Робертович, ставший в России Андреем Романовичем, с 1875 г. служил в торговых фирмах Петербурга, а с 1879 г. осел в Москве.

Тридцати лет он женился на Луизе Юстусовне Ризенкампф, происходившей из интеллигентной семьи, жившей в Ревеле. Там и состоялась свадьба 30 мая 1886 г. В изрядно пострадавшем за долгие годы семейном архиве сохранился альбом для стихов, подаренный Луизе на рождество ее матерью.² Как водилось в те далекие годы, друзья детства и юности писали в альбом стихи и пожелания. Туда же рукой матери невесты (бабушки Роберта) вписан текст речи, произнесенной преподобным отцом Робертом Лютером на свадьбе его сына и свидетельствующей о том, что дед Роберта был не лишен литературного таланта и поэтического воображения. Там же записаны поздравления в стихах от близких родственников, сопровождавшие вручение молодым свадебных подарков — аршина и безмена, фарфоровой хлебницы и шести солонок, бювара для писем (чета отправлялась в дальние края), самовара — символа семейного уюта и проч. Через два месяца молодые уехали в Москву, где Харри Лютер состоял младшим компаньоном фирмы, основанной его дядей Вильгельмом и занимавшейся поставкой оборудования для текстильных фабрик. В течение нескольких последующих лет семья кроме Москвы подолгу жила в Шуе и Иваново-Вознесенске, где были конторы фирмы. Спустя год у молодой четы родилась дочь Елизавета (Луиза, Элли, как ее называли близкие), а 5 октября 1889 г. — сын, названный Робертом Юстусом Карлом в честь дедов по отцовской и материнской линиям. В 1897 г. родился младший сын — Александр.

На одной из картин Кустодиева, изображающей старую Москву, можно и теперь увидеть дом, где жили когда-то Лютеры и прошло детство Роберта. Он находился вблизи нынешнего кинотеатра «Ударник».

Языком общения в семье, естественно, был немецкий, но и русский знали превосходно. Во всяком случае, письма

² Личный архив Р. А. Лютера, альбом для стихов (Gedichte). Заполнено 44 л, записи на немецком языке датированы 1870—1897 гг.



Р. А. Лютер в кругу семьи, 1902 г.

младшего брата Саши старшему — Роме, как его называли родные, написаны то по-немецки, то по-русски, но одинаково грамотно.

Старшая сестра Лиза была одаренной девушкой. Окончив женский педагогический институт, Высшие женские (Бестужевские) курсы по историческому отделу, а позднее и Петроградский университет по историко-филологическому факультету, она после революции работала в Русском музее, одновременно преподавая, и стала известным специалистом по древнерусской живописи. Младший брат Саша впоследствии также стал инженером и работал в различных проектных организациях.

Семья была музыкальной. Мать играла на фортепиано и обучала этому детей. Старшие, Лиза и Роберт, обладали превосходным слухом и музыкальной памятью. По заведенному в семье обычаю ко дню рождения отца маленький Роберт разучивал новую фортепианную пьесу.

Любовь к музыке в семье была едва ли не традиционной. Известно, что почитаемый всеми потомками Мартин Лютер был еще и композитором — писал церковную музыку. Дед-пастор играл на органе, и среди его многочисленных братьев были преподаватели музыки. По-видимому, один из них стал первым учителем матери Ро-

берта. В детстве и юности любимым развлечением Роберта было посещение концертов классической музыки. Судя по его рассказам, в начале нашего века не было ни одного из крупных исполнителей, которого он не слушал хотя бы раз.

Из значительных событий детства запомнилась Роберту поездка по Волге, которой родители в 1901 г. отметили пятнадцатилетие своей свадьбы. Поездом от Иваново-Вознесенска через Ярославль добирались до Рыбинска, оттуда пароходом до Казани, потом в Нижний Новгород и дальше по Оке до Мурома, в окрестностях которого около месяца гостили в имении друга отца.

В 1898 г. Роберт поступил в гимназию и к 1902 г. окончил в Москве три первых класса. Учился хорошо и очень много читал. Память у него была блестящей — все прочитанное запоминал навсегда. Уже в старости Роберт Андреевич читал наизусть немецкие стихи, выученные в первых классах гимназии и с той поры ни разу не перечитанные. То же можно сказать и о его музыкальной памяти: он помнил не только произведения, которые играл сам, но и те, что слушал, и даже очень редко исполнявшиеся, равно как и манеру каждого исполнителя.

В 1897 г. отец, никогда не отличавшийся крепким здоровьем, серьезно заболел и вынужден был для лечения отправиться за границу. Мать, обеспокоенная его состоянием, решила его сопровождать, хотя ожидала рождения третьего ребенка, да и детей приходилось оставлять в Иваново на попечении друзей. За два месяца, проведенных за границей, отец лечился на нескольких курортах, наиболее полезным из которых для него оказался Нерви в Италии, и вместе с женой побывал в Вене, Венеции, Милане, Генуе, Ницце, Турине, Монте-Карло, Цюрихе, Мюнхене, Лейпциге, Берлине и Варшаве.

В семьях служащих и торговцев в конце прошлого века далеко не всегда поощрялось воспитание таких качеств, как доброта, отзывчивость, уважение. И в этом смысле семья Роберта Андреевича была счастливым исключением. В ней царили крепко связывающие всех взаимная любовь и дружба. Мерилом отношения к человеку были его знания, умение, талант, а не богатство и предприимчивость.

Становление

Считается, что главные годы в становлении личности — это детство и юность. В это время человек формируется под влиянием семьи, близких друзей, жизненного уклада, официальных и неофициальных воспитателей, иногда благодаря обстоятельствам, а случается и вопреки им. Но сильнее, пожалуй, сказывается воздействие среды в целом, эпохи, того общественного климата, в котором формируется личность.

Детство и юность Роберта Лютера пришлось на конец прошлого—начало нашего века. Для России это была эпоха революции социальной. Но и в науке наступила пора перелома — время величайших открытий в физике, химии, биологии, подготовивших почву для научно-технической революции XX века.

Закончилась постройка величественного здания классической физики, вершиной которой бесспорно можно считать работу Дж. Кл. Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме» (1873 г.), где доказывалось, что свет — это электромагнитные колебания, и такие же колебания (волны) должны существовать и в невидимой части спектра. Излучение электромагнитных волн электрическим вибратором с искровым промежутком вскоре было экспериментально подтверждено Г. Герцем, а в 1895 г. Рентген открыл электромагнитные колебания с колоссальной проникающей способностью, названные им X-лучами.

С разработки проблем физической оптики практически началось создание новой физики, и уже в 1901 г. М. Планк обосновал распределение энергии излучения по частотам спектра с помощью совершенно новой гипотезы: свет испускается и поглощается отдельными порциями, квантами. Спустя четыре года А. Эйнштейн объяснил на базе квантовой теории явления фотоэффекта. А. Беккерель, П. и М. Кюри открыли и исследовали радиоактивность (1895—1897 гг.). Опытами Майкельсона и Морли в 1881 г. было установлено, что скорость света не складывается со скоростью Земли в пространстве, а одинакова в направлениях по и против ее движения. Эйнштейн обосновал специальный принцип относительности о равнозначности всех инерциальных систем отсчета и о предельном значении скорости света в вакууме, из которого теоретически вытекали такие явления, как «дефект» массы и «со-

крашение» длины при больших скоростях, а также эквивалентность массы и энергии.

Крупные открытия и теоретические обобщения, ознаменовавшие новую эру, были сделаны в то время не только в физике, но и в других естественных науках. Зародилась генетика. Успехи органической и неорганической химии ошеломляли, но важнее было то, что после открытия Д. И. Менделеевым периодического закона химия развивалась на основе строгих теорий. Математика все больше абстрагировалась, и значительная часть ее исследователей работала над обоснованием строгости доказательств.

Резко сократилось время внедрения достижений фундаментальных наук в технику и технических изобретений в повседневную практику. Если развитие паровой машины от Ньюкомена до Уатта заняло семьдесят лет, а для широкого применения паровых машин потребовалось еще полвека, то с момента открытия Фарадеем электромагнитного вращения и до постройки Якоби практической модели электродвигателя прошло всего около пятнадцати лет, а открытие электромагнитной индукции тут же завершилось изобретением генератора.

Конструкторское воплощение в электрических машинах всех важнейших открытий в области электромагнетизма завершилось в течение 1860—1890 гг., т. е. за тридцать лет, а от момента изобретения А. С. Поповым в 1895 г. беспроводного телеграфа до широкого его применения прошло всего около пяти лет.

Властное требование прогресса в экономике заставляло ускорять внедрение научных знаний в промышленность. Это вызвало к жизни так называемые прикладные, или технические науки: техническую термодинамику, гидроаэродинамику, сопротивление материалов, электротехнику, агрохимию и другие, развившиеся из соответствующих разделов физики и химии и позволившие технике перейти от чисто эмпирического пути развития к теоретико-экспериментальному, сделать точные расчеты основой проектирования новых машин. Появились сотни технических журналов, в том числе и русский журнал «Электричество», основанный в 1880 г.

Россия не оставалась в стороне от технического прогресса. Несмотря на политическую и общую культурную отсталость страны, 90-е годы были годами бурного промышленного и экономического развития. В 1891 г. был введен запретительный тариф, резко повысивший ввозные

пошлины на промышленные изделия и позволивший русским капиталистам получать сверхприбыль. Иностранные фирмы сразу же стали образовывать смешанные общества с привлечением русского капитала, сохраняя, однако, за собой техническое и научное руководство, а в ряде случаев производя важнейшие узлы за границей. 1895 г. ознаменовался небывалым промышленным подъемом: среднегодовой прирост промышленной продукции, составивший 9 %, оказался ббльшим, чем в Соединенных Штатах. Буквально за несколько лет были построены крупнейшие заводы, шахты Донбасса, в несколько раз расширилась сеть железных дорог, возникли новые города. Страшная нищета русской деревни, дешевизна рабочей силы и получаемые за счет этого сверхприбыли обеспечили могущество русским банкам, и финансовый капитал в России сразу же занял такое же прочное место, как на Западе.

Поставив задачу развить промышленность, чтобы уцелеть в грядущей борьбе с иностранным империализмом, царское правительство, конечно, не предполагало, что развитие капитализма приведет к революции. «Наверху хотели промышленности, но отнюдь не хотели капитализма, напротив, твердо намеревались бороться с тем, что неизбежно вырастало на его почве», — остроумно заметил историк Ю. Б. Соловьев.¹ В годы промышленного подъема на историческую сцену вместе с внезапно окрепшим капитализмом вышел рабочий класс. И если в 80-х годах царизму еще удалось, по выражению печально известного Победоносцева, «заморозить страну», то в конце века это было уже невозможно.

Революционные события стремительно нарастали, приведя Россию к потрясениям 1905 г. Но еще до них даже далеким от политики людям стало ясно, что страна переживает политический кризис, что за разрушением старого порядка последует обновление России.

В 1902 г. Лютеры переезжают в Петербург, и Роберт поступает в четвертый класс Первого реального училища. Этот выбор был несомненно предопределен тягой мальчика к профессии инженера, поскольку из реального дорога вела либо в Институт инженеров путей сообщения, либо в Технологический или Электротехнический инсти-

¹ Соловьев Ю. Б. Самодержавие и дворянство в конце XIX века. Л., 1973, с. 81.

туты. Для поступления в Университет нужно было либо окончить классическую гимназию, либо сдать экзамены на аттестат зрелости, включавшие латинский язык. Училище находилось близко от дома — на углу Большого проспекта и 12-й линии Васильевского острова. Лютеры поселились на Среднем проспекте (д. 28), а вскоре переехали на 5-ю линию в дом 46, где Роберт Андреевич и прожил до самой кончины.

Первое реальное училище было преобразовано в 1872 г. из седьмой гимназии, открытой в 1862 г. для обучения мальчиков, готовящихся к поступлению потом в морские училища, и первыми ее гимназистами стали переведенные сюда воспитанники младших классов морского кадетского корпуса, жившие на полном пансионе. Пансион при гимназии, а позднее и при реальном училище, сохранялся, но в нем проживало не более четверти учащихся. Директором гимназии, а впоследствии и реального, долгие годы был Владимир Федорович Эвальд — опытный педагог и, по свидетельствам ее питомцев, добрый, отзывчивый человек. На похоронах В. Ф. Эвальда в 1891 г. бывшие выпускники несли его гроб на руках от Академии художеств до Волкова кладбища. По словам бывшего выпускника Ф. М. Родичева, «благородное влияние В. Ф. Эвальда, конечно, сделало свое дело. Но осуществиться оно могло . . . только в атмосфере того общественного движения, которое характеризует шестидесятые годы».²

Так как от офицеров флота во второй половине прошлого века требовались достаточные знания в точных науках, в гимназии много внимания уделялось математике, химии и физике. Директор, по образованию филолог, лично проделал все лабораторные работы по химии, чтобы убедиться, доступны ли они ученикам, — пример редкого раядения о своих питомцах. При оборудовании химической лаборатории за образец была взята научная лаборатория, так как среди учебных в Петербурге не нашлось ни одной, удовлетворившей строгим требованиям В. Ф. Эвальда. «Физическому кабинету было отведено особое помещение, специально приспособленное для опытного преподавания физики. . . Нужные приборы были частью выписаны из-за границы, частью изготовлены в Пе-

² Князев Г. М. Исторический очерк Первого Санкт-Петербургского реального училища, 1862—1912. СПб., 1912, с. 38.



Здание 1-го реального училища, 1912 г.

тербурге механиками Академии наук и Технологического института».³ Это направление, взятое В. Ф. Эвальдом, было продолжено и новым директором — Николаем Ивановичем Билибиным, до занятия этого поста преподававшим там математику в старших классах и написавшим неплохой учебник по алгебре.

По учебному плану 1890 г., составленному Н. И. Билибиным, на два иностранных языка в училище отводилось в младших классах до 12, а в старших — до 5—6 часов в неделю, на математику — от 3 до 6, на физику — 4, естествознание — 3, черчение и рисование — 5 часов в неделю. При Н. И. Билибине кабинет физики был переведен в новое помещение и для него «по отчету дирекции за 1897 г., приобретено физических приборов на 1900 рублей. В числе приобретенных вещей была большая катушка Румкорфа, дававшая возможность производить опыты с невидимыми лучами, модель паровой машины, фотоэлектрические фонари работы Францена, магазин сопротивлений и др.. . .».⁴

³ Там же, с. 80.

⁴ Там же.

В училище заботились и об общем культурном развитии воспитанников. Хотя уроки пения давались только в первых двух классах, учащиеся старших классов могли по желанию обучаться игре на музыкальных инструментах, были организованы небольшие струнный и духовой оркестры, давались уроки декламации, устраивались литературно-музыкальные вечера и театральные постановки, причем ученики сами ставили спектакли и даже писали декорации.

Из стен этой гимназии, ставшей училищем, в разные годы вышли писатель Всеволод Михайлович Гаршин (выпуск 1872 г.), крупные инженеры — В. В. Оглоблин (начальник Забайкальской железной дороги), А. П. Поморцев (строитель черноморских портов), агрономы, профессора — астроном С. П. Глазенап и физик Н. С. Дрентельн (С.-Петербургский университет), Ф. Е. Максименко (Институт инженеров путей сообщения), А. П. Кондратьев (Горный институт). За девять лет до поступления Р. А. Лютера училище окончил Яков Модестович Гаккель — изобретатель тепловоза, преподаватель Электротехнического института в годы учебы там Лютера.

Учился Роберт хорошо, переходя из класса в класс с наградами. В 1905 г., будучи реалистом, он поступает в музыкальную школу Серафимовой, где учится четыре года. Его соученица, пианистка Елена Федоровна Клеберг, много лет спустя писала ему, что техника его исполнения уже в те годы была высокой, свободе его пассажей можно было позавидовать.⁵

В 1906 г. в возрасте 50 лет умер отец Р. А. Лютера, оставив семью почти без средств (Роберту еще не было семнадцати лет). Правда, в фирме, где работал Лютер-старший, был его пай, которого хватало на выплату небольшого пособия вдове и детям до их совершеннолетия, так что дети могли продолжать учебу. К 1905 г. Роберт окончил основной (шестиклассный) курс обучения и остался для прохождения «дополнительного класса», где изучались главным образом точные науки. Но революционные события этого года затронули и училище. Часть педагогов и учеников потребовала самоуправления. Занятия временно прекратились. Десять учеников было исключено, несколько учителей уволено, но и старому дирек-

⁵ Личный архив Р. А. Лютера, письмо Е. Ф. Клеберг Р. А. Лютеру от 28.10.1956 г.



Электротехнический институт, 1906 г.

тору пришлось уйти, а его сменил более реакционный, хотя и тот вскоре ушел. Зимой занятия возобновились.

События двух революционных лет, особенно зверские расправы самодержавия с революционерами, рабочими и восставшими по всей России крестьянами, не могли не оказать влияние на формирование его мировоззрения. Симпатии юноши были всецело на стороне народа и передовой интеллигенции.

Весной 1906 г. после сдачи последних экзаменов он подает прошение о зачислении в Санкт-Петербургский электротехнический институт.

В Электротехническом институте

Выбор Р. А. Лютером технического института, а не университета, объясняется, по-видимому, громадным в то время престижем профессии инженера. А то, что он пал именно на Электротехнический, тоже не случайно — электротехника в те годы была таким же новым делом, как

сейчас, скажем, освоение космоса. Изучать ее можно было либо в Электротехническом, либо в Политехническом институте. Однако последний был так далеко от города, что, учась в нем, нужно было поблизости и жить. До Электротехнического же с Васильевского острова через Тучков мост можно дойти даже пешком, если это нужно не слишком спешно.

У Института своя история. Еще в 1886 г. на Ново-Исакиевской улице (ныне — пр. Майорова) «по высочайшему повелению», как тогда писалось, было открыто трехгодичное Техническое училище для подготовки телеграфных техников. Телеграф находился в ведении Министерства внутренних дел, и уже по масштабам открытого училища можно судить, какое слабое представление имели тогдашние правители о действительных нуждах страны в технических специалистах: в училище было предусмотрено всего 30 мест! Учеников обучали четырнадцать преподавателей. За пять первых лет существования училища его закончили 52 техника. Через следующие пять лет развитие промышленности заставило преобразовать училище в Электротехнический институт с четырехлетним сроком обучения. Число студентов возросло до 120. Окончившие выпускались техниками с правом защиты через год дипломного проекта и получения звания телеграфного инженера. В Институте было основано шесть кафедр, профессорами которых были О. Д. Хвольсон, а с 1894 г. — В. В. Скобельцын (физика), А. А. Кракау (химия), С. О. Войтинский (математика), М. А. Шателен (электротехника), П. С. Осадчий (телеграфия).

Следующие пять лет показали, что из 143 техников, окончивших и уехавших на работу в провинцию, всего 11 сумели подготовить и защитить дипломы, поэтому пришлось увеличить курс обучения до пяти лет, отведя последний год почти целиком на подготовку дипломного проекта. После разработки новых учебных планов Институт в 1899 г. стал наконец полноправным высшим техническим учебным заведением.

Старое здание уже не годилось, и было решено построить новое на Аптекарском проспекте (угол Песочной ул.). В 1903 г. Институт переехал в него и по сей день там находится. Подчинялся Институт Главному управлению почт и телеграфов Министерства внутренних дел — самого реакционного учреждения России, если, конечно, не считать «собственной его величества канцелярии».

За первые двадцать пять лет его существования туда не был принят ни один «иноверец» (нехристианского вероисповедания), за исключением родственника не то бухарского эмира, не то хивинского хана, зачисленного «по высочайшему соизволению».¹

После преобразования Института число кафедр возросло до десяти, студентов — до трехсот, было основано семь лабораторий, учебная электростанция и телеграфная станция, учебные мастерские, введены специальные занятия по проектированию и на кафедрах учреждены должности преподавателей-лаборантов. Любопытно, что первое оборудование для электротехнической лаборатории было пожертвовано «Товариществом П. Н. Яблочков и К°». Плата за обучение была невелика — 50 рублей в год, за общежитие — 90 рублей в год, казенных стипендий — всего 50 (по 300 рублей в год), но за каждый год получения стипендии нужно было отработать по ведомству внутренних дел полтора года! Было еще несколько частных стипендий.

С 1905 г. должность директора стала выборной, и первым на нее был выдвинут любимый студентами профессор физики, изобретатель радио — Александр Степанович Попов, который вскоре, к сожалению, скончался. Среди преподавателей Института были крупные ученые, ставшие впоследствии основоположниками высшего электротехнического образования в нашей стране: профессора П. Д. Войнаровский, А. А. Воронов, В. В. Дмитриев, преподаватели П. А. Шуркевич, Ф. И. Холуянов, В. Ф. Миткевич, Я. М. Гаккель, Г. О. Графтио, В. К. Горелейченко (впоследствии директор «Электросилы»), И. И. Боргман — основоположник преподавания теоретической электротехники и др. В списке «...возведенных в звание Почетных Инженер-Электриков»² значатся крупные ученые и изобретатели — А. С. Попов, Д. А. Лачинов, А. Н. Лодыгин, Н. Н. Бенардос, М. О. Доливо-Добровольский и др.

В Институте существовала большевистская партийная организация, и не случайно Владимир Ильич Ленин в 1906—1907 гг., находясь на нелегальном положении, не-

¹ Двадцатипятилетие Электротехнического института императора Александра III. 1886—1911. СПб., 1914.

² Там же.

которое время скрывался в здании Института, а также выступал там на конспиративном собрании.

С 1905 г. система обучения стала предметной, а посещение занятий — свободным. Р. А. Лютер учился с огромным интересом и трудолюбием. «Когда я поступал в 1906 г. в Электротехнический институт, — написал он шестьдесят лет спустя в неопубликованных воспоминаниях, — то Александра Степановича Попова уже не было в живых. . . В те годы поступавшие в институт со школьной скамьи и студенты первого курса в технике разбирались слабо, так как даже в так называемых реальных училищах никакого политехнического образования не было. Все же я уже много слышал о гениальном изобретателе беспроводного телеграфа и даже случайно, по приглашению двоюродного брата морского инженера, в 1902 г. на борту крейсера «Аскольд» (5-ти трубный) наблюдал прием телеграфных депеш телеграфным приемником А. С. Попова. . .».

На первых курсах, как и теперь, изучались главным образом предметы, представляющие основу инженерного образования. Лекции по физике читал профессор Владимир Владимирович Скобельцын, по химии — Александр Александрович Кракау, по математике — Сергей Евгеньевич Савич, а практические занятия вел Евгений Леопольдович Николаи, впоследствии профессор Университета и Политехнического института. В программу первого курса входили еще и строительное искусство, архитектура, теоретическая механика, начертательная геометрия, черчение, проводились занятия по топографии, в учебных мастерских, факультативно читались введение в электротехнику и богословие.

На втором курсе завершалось изучение математики и теоретической механики, физики, черчения, а из новых дисциплин вводились строительная механика (сопротивление материалов и статика сооружений), механическая технология и начала специальных предметов — простые сети (профессор Павел Дмитриевич Войнаровский), электрическое освещение и фотометрия, причем материал этих курсов излагался вслед за параллельно изучавшимся последним разделом курса общей физики (электричество, магнетизм и оптика), что способствовало их быстрому усвоению.

С третьего курса специализация углублялась. В Институте существовали два отдела, или, как сказали бы те-

перь, два факультета, — электротехнический и электрохимический. Первый, на котором учился Лютер, в свою очередь делился на три подотдела — общей электротехники, промышленной электротехники, телеграфов и телефонов. Расхождения в программах отделов начинались, собственно, на третьем курсе, подотделов — на четвертом, почти как и сейчас. На третьем курсе электротехнического отдела Иван Иванович Боргман, профессор Университета, читал теоретическую электротехнику, профессор П. Д. Войнаровский, впоследствии директор института, — электрические сети, профессор А. А. Воронов — электромеханику (теперь этот курс — «электрические машины»).

Значительной по объему была программа работ в лаборатории электрических измерений, телеграфной и телефонной; кроме того, на третьем курсе выполнялось четыре проекта — по воздушным и внутренним линиям, строительному искусству и деталям машин. Были также предусмотрены занятия по техническим переводам с иностранных языков.

На четвертом курсе теоретическое образование практически завершалось. Интересно отметить, что курсы «Электрические колебания и электромагнитные волны» и «Изготовление электрических машин» были необязательными — факультативными — из-за малой потребности в отечественных специалистах такого рода, поскольку производство радиоаппаратуры и электрических машин было в руках иностранных фирм или смешанных обществ, центры управления которых находились за границей. Однако по теоретическим разделам электротехники и теплотехники будущие инженеры-электрики получали солидную подготовку.

Профессор В. В. Дмитриев читал курсы «Центральные электрические станции» и «Электрическое распределение механической энергии» (электропривод). Он был заметной фигурой в электротехнике, и о нем следует сказать особо.

С 1899 по 1946 г. В. В. Дмитриев работал на кафедре электрических станций, в 1901 г. впервые в России прочитал курс «Центральные электрические станции» и выпустил его в виде конспекта лекций. С 1908 г. он пропагандирует теплофикацию городов — комбинированное производство тепла и электроэнергии путем применения паровых турбин с противодавлением. В 1910 г. по его проекту начинается и в 1915 г. заканчивается сооружение

первой в России ТЭЦ — на территории больницы Петра Великого (ныне больница им. Мечникова). В 1924 г. уже при Советской власти пуском первого теплопровода по проекту В. В. Дмитриева от 3-й ЛенГЭС было положено начало теплофикации Ленинграда.

Г. О. Графтио, по образованию инженер-путеец, читал курсы «Гидротехнические сооружения» (гидроэлектростанции) и «Электрификация железных дорог», Я. М. Гаккель — «Электрическая тяга», В. К. Горелейченко — факультативный курс «Изготовление электрических машин», П. С. Осадчий, первый директор Института при Советской власти, — курсы «Телеграфия и телефония», так что образование в области электрификации студенты получали почти энциклопедическое. На четвертом курсе выполнялось пять проектов: подъемники, электрические машины, кабельные линии, сети, телеграфное оборудование.

На пятом курсе студенты выполняли лабораторные исследования на учебной электростанции, а остальное время отводилось на дипломную работу, состоявшую по правилам из проекта и лабораторного исследования, причем последнее было необязательно. Темой проекта могло быть снабжение города электроэнергией, снабжение электроэнергией заводского района, городской трамвай, система электропередачи на большое расстояние, электрическая железная дорога.

К концу обучения Роберт Лютер имел репутацию одного из лучших студентов, и каждый из профессоров по электротехнике — Войнаровский, Воронов и Дмитриев — посчитал своим долгом предложить ему свою тему дипломного проекта.

В 1910 г., будучи на четвертом курсе, Р. А. Лютер написал свою первую научную работу «К расчету высоковольтных линий передачи на далекие расстояния», изданную в 1911 г. «Издательской комиссией студентов СПб Электротехнического института» в виде брошюры [1]. Работа была выполнена по предложению профессора Войнаровского как дополнение к курсу лекций «Передача энергии на далекие расстояния». «Главной целью, руководившей мною при составлении настоящей статьи, — пишет Р. А. Лютер в предисловии, — явилось дополнение существующих курсов и пособий материалом, необходимым для быстрого и удобного подсчета линий передачи, т. е. для определения характерных для электрических свойств линии размеров». Иначе говоря, это было руководство

Р. Лютеръ.

Инженеръ въ Электротехн.

КЪ РАСЧЕТУ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХЪ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ
НА ДАЛЕКІЯ РАЗСТОЯНІЯ.

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

профессора Л. Д. Войнаровскаго,

Директора Слѣб. Электротехническаго Института
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА III.

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОМИССІЯ
СТУДЕНТОВЪ

СЛѢБ. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА III.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1911.

Обложка первой книги Р. А. Лютера

по проектированию дальних электропередач, до той поры не существовавшее ни в отечественной, ни в иностранной литературе.

В пяти главах текста, составившего 20 страниц и столько же занимали приложения — таблицы гиперболических функций комплексного аргумента и параметров линий на единицу длины, содержатся все сведения, необходимые для проектирования. В первой главе, «Электрические свойства линий передачи», изложены методы расчета сопротивления, индуктивности, емкости линии,

а также расчет критического напряжения короны и потерь. Сравнивая опытные данные американских авторов с различными расчетными формулами критического напряжения, автор отдает предпочтение формуле В. Ф. Миткевича. Рекомендуются определенный запас значения рабочего напряжения по отношению к критическому. Во второй главе, «Установившийся режим в линиях передачи», излагается краткая теория явлений в цепи с распределенными параметрами, методы расчета напряжений и токов (логарифмических спиралей и функций комплексного переменного), работа передающей станции при различных режимах на приемном конце и повышение напряжения в линии при установившемся режиме. В третьей главе, «Неустановившиеся режимы в линиях передачи», рассматриваются случаи мгновенного включения разомкнутой линии, линии, замкнутой на сопротивление, колебания в цепи, вызванные наведенными статическими зарядами, мгновенное размыкание линии и перенапряжения от внезапных изменений ее свойств. Наконец, в четвертой главе, «Экономический расчет линий передачи», рассматривается собственно экономический расчет по совершенно современному методу «полного расхода» (минимума полных ежегодных затрат) и построение характеристик линии. Пятая глава содержит два примера расчета линии — длиной 150 км и 500 км.

Брошюрой можно пользоваться и сегодня, хотя терминология, естественно, несколько устарела. В первой самостоятельной работе уже ясно выражено инженерное и научное кредо Лютера: краткость, доступность рядовому инженеру, математическая строгость, точность и полнота исследований, заканчивающихся практическим использованием. Эти качества — лучшие черты русской технической школы, начало которой положено Эйлером и Ломоносовым.

Будущего инженера, тем более талантливого, формирует не только процесс постижения учебной программы (пусть и самый добросовестный), но и то, что за ее пределами, — интерес к состоянию и развитию современной ему техники. Что же представляла собой электротехника в России начала века? Довольно точное представление о развитии электротехники дают Дневники и Труды электротехнических съездов, три из которых состоялись за время учебы Лютера в ЭТИ, четвертый — в Киеве, пятый — в Москве и шестой — в Петербурге.

На четвертом съезде (Киев, 1907 г.) в области электроэнергетики центральным был доклад В. В. Дмитриева «Об устройстве центральных электрических станций для городов и о рациональном выборе типов двигателей для этих станций». В те годы в России только 70 городов имели центральные городские электрические станции (самой старой была станция киевского трамвая постройки 1890 г.) мощностью от нескольких десятков до нескольких тысяч киловатт, причем две их трети были электростанциями постоянного тока напряжением не более 1000 В, оснащенные поршневыми паровыми машинами; значительно меньше было турбин и дизелей, а единственная городская гидроэлектростанция еще только строилась в семи верстах от Сухуми на реке Беслетке. Правда, существовали еще частные гидроэлектростанции: в имении царя Николая II (Боржоме), в Ново-Афонском монастыре. В докладе не были перечислены электростанции при заводах и железнодорожных депо, которых было довольно много, хотя большинство агрегатов на них были относительно малой мощности.

Электрические машины были представлены двумя докладами: Ф. И. Холуянова — о коммутации машин постоянного тока и Я. Ф. Каган-Шабшай — о применении добавочных полюсов. В программу входило и несколько докладов по электрическим железным дорогам, главным образом по трамваям, по радиотелеграфии и по электрической плавке и сварке металлов.³

Пятый съезд проходил в 1908 г. в Москве. Тематика докладов охватывала все области применения и производства электроэнергии, существовавшие в то время. В специальном докладе об электрическом освещении доказывались преимущества вольфрамовых ламп перед угольными. И впервые рассматривались многообещающие, как подчеркивалось, перспективы использования люминесцентных. В докладе Ф. И. Холуянова «Генераторы для паровых турбин» говорилось о применении турбин в качестве первичных двигателей на электростанциях. К 1908 г. число турбоагрегатов в России возросло до 243 с общей мощностью 114 000 кВт. Почти все они были установлены на заводских и железнодорожных электростанциях и все без исключения изготовлены за границей. Для участников

³ Дневник четвертого Всероссийского электротехнического съезда в Киеве. Киев, 1907.

съезда была устроена большая выставка по истории и развитию московского трамвая. Но самой интересной, несомненно, была серия докладов об использовании гидроэнергии и передаче энергии на дальние расстояния: М. А. Шателена — «Об утилизации гидравлических сил в России»; Г. О. Графтио, Б. А. Бахметева и С. П. Максимова — «Об организации изучения водяных сил в России»; Р. Э. Классона — о передаче энергии при напряжении 6000 и 20 000 В на Бакинских нефтепромыслах; А. А. Горева — «Явления в линиях высокого напряжения, питаемых переменным током, в связи с расчетом их». В отдельном докладе Г. О. Графтио «Электрическая тяга на магистральных линиях с тяжелыми поездами и тяжелою профилею» говорилось о выгоде использования гидроэнергии для электрификации железных дорог, особенно в горных районах.⁴

Шестой съезд собрался в декабре 1910 г. в Петербурге. Активное участие в его организации принимали петроградские электрики и в их числе преподаватели и студенты Электротехнического института, последние — как «помощники секретарей», которым выдавались значки на оранжевой розетке.⁵ Роберт Андреевич Лютер и его друг и однокурсник Александр Антонович Смуров участвовали в показе участникам съезда лабораторий Института и, конечно, посещали его заседания.

Интересными были доклады В. Ф. Миткевича «О выборе наивыгоднейшего сечения при электрических передачах», С. Н. Усатого — «Испытания машин большой мощности», А. А. Чернышева — «Абсолютные измерительные приборы для очень высоких напряжений», Н. А. Иванова — «Самовозбуждающиеся генераторы переменного тока», А. Г. Белявского — «Ртутные выпрямители переменного тока», Г. О. Графтио — «Новейшие типы электровозов», А. К. Белотелова — «О применении бетона для электротехнических сооружений». На современный взгляд, самым впечатляющим, казалось, должен был бы стать доклад преподавателя Технологического института Бориса Львовича Розинга «О видении на расстоянии», где впервые излагалась идея телевидения, но тогда большинству участников съезда она представлялась, увы, не более чем фантазией. . .

⁴ Дневник пятого Всероссийского электротехнического съезда в Москве. М., 1908.

⁵ Дневник шестого Всероссийского электротехнического съезда в С.-Петербурге. СПб., 1910.

Участники съезда осмотрели все институты Петербурга, трамвайные парки и электростанции, а также завод «Н. Глебов и К⁰», расположенный на месте нынешней «Электросилы». В дни работы съезда между Петербургом и Павловском совершал рейсы аккумуляторный электровагон «Самоход».

Из Москвы на съезд приехал заведующий кабельной сетью Московского отделения «Общества электрического освещения 1886 года» Глеб Максимилианович Кржижановский, друг и соратник Владимира Ильича Ленина, организатор работы по электрификации России после победы Октября. Участником съезда был также Александр Николаевич Лодыгин, знаменитый изобретатель лампы накаливания, служивший инженером на Петербургском трамвае.

Выступления Г. О. Графтио были, как всегда, захватывающими. Он неутомимо пропагандировал строительство гидроэлектростанций и электрификацию железных дорог. Мощность Волховской ГЭС, которую Графтио проектировал уже тогда, должна была превысить суммарную мощность всех существовавших в Петербурге электростанций (60 тыс. кВт). Правда, средств на ее сооружение требовалось значительно больше, чем на строительство тепловой станции, но они с лихвой должны были вскоре окупиться за счет гораздо более низкой себестоимости производимой электроэнергии.

Не случайно два лучших студента института — А. А. Смуров и Р. А. Лютер — решили выполнять проекты по предложенным Г. О. Графтио темам: первый — «Электрическая перевальная железная дорога через главный Кавказский хребет по Архотскому варианту по системе однофазного тока», второй — «Электрификация Сурамского перевала Кавказской железной дороги по системе трехфазного тока».⁶ Темы проектов требовали мобилизации и применения всех приобретенных в Институте знаний.

Вариант электрификации, разрабатывавшийся Лютером, был предложен в Италии и Швейцарии. Согласно ему, двигатели электровозов питались трехфазным током, получаемым по двум контактными проводам и рельсам, которые образовывали третий провод. По воспоминаниям

⁶ Д а в ы д о в а Л. Г. Александр Антонович Смуров (1884—1937). М., 1974.

ИМПЕРАТОРСКИ ТЕХНИЧЕСКИ ИНСТИТУТ



ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА III



НА ЗВАНІЕ

Инженеръ - Электрѣикъ

Handwritten signature and number:
22 June 1911
№ 566

№ 382.

1911.

Въ 1911 году.

1. Дишлеру, Э. Э. серебр. медаль.
2. Кравцову, В. А. похвальн. отзывъ.
3. Лютеру, Р. М. золотая медаль.
4. Покрышевскому, М. А. . . похвальн. отзывъ.
5. Смурову, А. А. золотая медаль.
6. Чарнецкому, С. Б. похвальн. отзывъ.

Диплом Электротехнического института, выданный Р. А. Лютеру, и выписка из решения Совета

самого Лютера, в задачу проекта входили расчет режимов тяги на реальном профиле пути, где уклоны значительно превышали предельные для паровой тяги (ему пришлось вычертить весь профиль дороги, пользуясь картами, планом и разрезами), проектирование электровозов для грузовых и подвижного состава для пассажирских поездов, контактных сетей, тяговых подстанций, линий электропередачи, двух гидроэлектростанций — на Тереке и Куре, турбин, генераторов и трансформаторов для этих станций. Объем работы соответствовал по меньшей мере шести дипломным работам нынешних выпускников: пояснительная записка заняла 500 страниц, чертежи — 36 листов! Таких сложных и столь подробно проработанных проектов в Институте до этого никто не выполнял. Не удивительно поэтому, что его и Смурова защиты вызвали общий интерес: весь преподавательский состав и часть студентов пришли их слушать. Аудитория, где это происходило, была заполнена до отказа.

Решением Совета Института оба дипломанта были награждены золотыми медалями, а фамилию Лютера, кроме того, было решено занести на мраморную доску. Этой чести за 25 лет существования Института удостоилось всего 16 человек (отчество Лютера при этом перепутали, назвав его Робертом Мартыновичем). Проекты Лютера и Смурова были настолько хорошо обоснованы, что их впоследствии использовала комиссия ГОЭЛРО при составлении планов электрификации Кавказа.

Как ни упорно работали друзья над проектами, все же иногда удавалось выкроить время и для музыкальной



Р. А. Лютер у рояля, 1917 г.

«паузы», а иной раз и побывать на концерте всемирно известной знаменитости, благо и в первые годы нашего века очень многие из них выступали в Петербурге. Еще мальчиком в 1903 г. слушал Р. А. Лютер первый раз И. Падеревского, а из пианистов времен своей молодости больше всего любил И. Гофмана, на концертах которого бывал неоднократно. Да и Петербургская фортепианная школа тех лет была представлена великолепно, наряду с известными артистами в концертах участвовала талантливая молодежь, выступали со своими произведениями С. В. Рахманинов и С. С. Прокофьев.

После окончания института Роберт Андреевич брал уроки музыки у разных преподавателей, пока наконец не встретился с профессором Василием Васильевичем Виссендорфом, по классу которого завершил свое музыкальное

образование на уровне консерваторского. В уже упомянутом нами письме Е. Ф. Клеберг писала о Виссендорфе, что его собственные сочинения отдаленно напоминали Грига, а сам он своим внешним видом и всем обликом переносил воображение в эпоху Гёте, Шиллера и т. п. «Что-то было в нем такое уютное и в то же время величаво-серьезное, романтическое и немного чисто немецкое». Занятия с Виссендорфом продолжались четыре года — с 1913 по 1917 г. В этом последнем Р. А. Лютер заканчивает музыкальную школу, а о его выпускном концерте в газете появляется благосклонная заметка. Много лет спустя Роберт Андреевич рассказывал, что в программу этого концерта входили «Фантазия из трех частей» Шумана, одна из сонат Моцарта (за ее исполнение один из членов комиссии никак не желал ставить ему больше тройки из-за взятой им педали, по убеждению того, к музыке Моцарта не приложимой), партита и fuga И. С. Баха. . . К слову сказать, В. В. Виссендорф считал, что Бах требует от исполнителя высокой музыкальности. И если хотел упрекнуть ученика за ее отсутствие, иронически восклицал: «Вы, милостивый государь, не музыкант, Вы — виртуоз!». . .

В заключение экзамена был исполнен первый концерт П. И. Чайковского для фортепиано с оркестром. Это произведение Роберт Андреевич очень любил всю жизнь. С годами все более ощущаемая нагрузка практически исключала посещение концертов, и он, не любитель телепередач (подаренный ему администрацией завода телевизор он отдал соседям по квартире), для исполнителей этого концерта всегда делал исключение.

Путь на завод

После окончания института предстояло найти работу, а это было непросто. Представлялась возможность определиться в министерство, но работа чиновника была не по нутру Р. А. Лютеру. В Петербурге находилось несколько электротехнических фирм — «Вестингауз», где служил Я. М. Гаккель, «Русские электротехнические заводы Сименс и Гальске» с отделениями в Москве и Петербурге, «Всеобщая компания электричества», «Общество электрического освещения 1886 года» и другие, но для устройства в них на службу по специальности нужна была, как тогда говорилось, протекция. Пришлось принять

казавшееся заманчивым приглашение на должность инженера «пробного отделения» завода «Вольта» в Ревеле, принадлежавшего дальнему родственнику Карлу Лютеру. Впрочем, не ему одному — в число акционеров входил его брат Христиан, Рижский коммерческий банк и некоторые другие фирмы Ревеля и Риги. Научным консультантом завода, открытого в 1901 г., был преподаватель Рижского политехнического института Энгельберт Арнольд — очень талантливый ученый. Впоследствии переехав в Карлсруэ, он основал первую в мире школу по электрическим машинам и написал первые книги по машинам постоянного тока, по обмоткам и, наконец, по всем видам электрических машин.

Завод «Вольта» имел представительство в Петрограде через электротехническую контору «Герберт Трек и К⁰», принадлежавшую одному из совладельцев завода ревельскому дельцу Треку. В ней служили квалифицированные инженеры, участвовавшие в работе шестого Всероссийского электротехнического съезда и, возможно, знавшие Роберта Лютера. Завод не только выпускал динамомашинны и электродвигатели, но и проводил монтажные работы. Первым подрядом была электрификация принадлежавшей тем же ревельским Лютерам мебельной фабрики «Лютерма», специализировавшейся на изготовлении конторской мебели — удобных шкафов и секретеров с гибкими выдвигаемыми крышками.¹ В 1910—1911 гг., оправившись от депрессии, завод «Вольта» получил крупные заказы для морского флота и железнодорожного транспорта. Директором стал энергичный инженер Г. Шауб, от которого и поступило приглашение Роберту Лютеру. Отношения с владельцем завода менее всего напоминали родственные. Как вспоминал впоследствии Роберт Андреевич, за год работы там он бывал у старика Лютера всего два раза, да и то на официальных приемах.

Богачи Лютеры отличались редкой скупостью. Заработок рабочих завода «Вольта» был очень низким при самой жестокой системе штрафов. Не составляли исключения и жалования инженеров. Роберт Андреевич получал, например, 75 рублей в месяц, что не превышало заработка квалифицированного рабочего и что обычно платили практиканту. Но «Вольта» был единственным электротехни-

¹ Гусарова В. Г. Завод «Вольта»: Страницы истории. 2-е изд. Таллин, 1974.

ческим предприятием в Ревеле, и здесь с его специальностью больше некуда было податься. Надо сказать, жизнь в Ревеле была дешевле, чем в Петербурге (за комнату с полным пансионом и стиркой, которую он снимал у своей тетки Марианны Ризенкампф, брали всего 25 рублей в месяц), и на заработанные деньги можно было обновить гардероб, купить подарки матери, сестре и брату.

За год работы на испытательной станции при довольно большом объеме выпуска (электродвигателей — более 2000 шт. в год на общую мощность до 70 тыс. л. с., сотни генераторов с мощностью динамомашин до 2000 кВт, пускорегулирующая аппаратура) Р. А. Лютер приобрел производственный опыт и, что главное, представление об отношениях людей в процессе крупного производства.

Тем не менее, когда в 1912 г. появилась возможность перейти на работу в центральное правление русских электротехнических заводов (РЭЗ) Сименс—Гальске в качестве инженера в отдел электрификации железных дорог и центральных электрических станций, Лютер с радостью вернулся в Петербург, в свою квартиру на Васильевском острове, где жил с матерью, сестрой и младшим братом.

В то время русские заводы Сименса в Петербурге находились на Васильевском острове, и только завод динамомашин начал перебазироваться на Московское шоссе, где на месте сгоревшего завода Глебова отстраивалось новое здание по соседству с аккумуляторным заводом «Рекс» и мастерскими «Общества спальных вагонов», за которыми город практически кончался.

Директором завода динамомашин был Альфред Андреевич Шварц. Конструкторский центр всех предприятий Сименса находился в Берлине, где разрабатывались проекты новых машин, причем в Россию поступали готовые чертежи и зачастую готовые узлы. Степень унификации серийных машин, например асинхронных двигателей мощностью до 100 кВт, была высокой, имелись подробные каталоги, а на заводе — всегда в запасе нужные детали, так что заказанную машину легко было изготовить за короткое время. Рабочие Сименса, особенно обмотчики, неплохо зарабатывали и по воскресеньям щеголяли в крахмальных манишках, сюртуках и котелках. Однако научиться чему-либо в области расчета и проектирования электрических машин в Петербурге было невозможно, для этого была одна дорога — в Берлин. Тем не менее работа в отделе электрификации железных дорог, где

каждый проект надо было переработать применительно к местным условиям, более чем в любом другом давала возможность Р. А. Лютеру применить свои инженерные знания и способности к обобщению.

В 1912 г. ведущее положение в московском правлении РЭЗ Сименс—Гальске занял вернувшийся к тому времени из эмиграции Леонид Борисович Красин. В Берлине он работал инженером в центральном правлении Сименса и возвратился в Россию как доверенное лицо этого правления. В том же году он выступил на седьмом Всероссийском электротехническом съезде в Москве с интереснейшим докладом «Применение кинематографа для запечатления электротехнических процессов и производств»,² иллюстрированным восемью фильмами, в том числе «Разряд громоотводов при 10—15 000 В и дуга высокого напряжения». На этом съезде он был избран в Постоянный комитет и ревизионную комиссию. Бывая по делам в Петербурге, Л. Б. Красин заметил инженера Лютера. Они не раз обсуждали технические вопросы. Роберт Андреевич всегда восхищался знаниями, инженерной хваткой и организаторскими способностями Леонида Борисовича.

Одной из первых работ Р. А. Лютера на новом месте был проект трамвая в Старой Руссе, так, к сожалению, и не воплощенный — городской управе не хватило денег. За ним последовали проекты трамваев и для других городов России, а также работы для судостроения.

Первые русские линейные корабли «Петропавловск», «Севастополь», «Гангут» и «Полтава», заложенные в 1908 г., вступали в строй в период 1912—1914 гг. Электрооборудование этих первоклассных по тому времени военных кораблей частично поставлялось РЭЗ Сименс—Гальске, а возглавлял работу по его изготовлению Л. Б. Красин. Об этом в своих воспоминаниях писал и академик А. Н. Крылов, знакомство которого с Л. Б. Красиным именно тогда и состоялось.³

В 1912 г. по докладу морского министра И. К. Григоровича, написанному А. Н. Крыловым, государственная дума ассигновала громадную сумму в 500 миллионов рублей на развитие военно-морского флота. На отпущенные средства строились не только корабли, но и судоремонт-

² Труды седьмого Всероссийского электротехнического съезда 1912—1913 гг. в г. Москве. СПб., 1913, вып. 1-й.

³ Крылов А. Н. Мои воспоминания. Л., 1979, с. 243.

ные заводы, базы снабжения флота, а также береговые укрепления. Все они требовали электрооборудования, притом весьма сложного и совершенного, и не всегда изготавливаемого в России, как, например, турбогенераторы, электромагнитные муфты, системы электропривода орудийных башен. Даже грамотное применение уже известных за границей решений требовало расчетов режимов работы электродвигателей с учетом сложной кинематики привода, определения уставок защит, необходимости резервных установок, словом, творческого подхода к составляемому проекту и заказываемому электрооборудованию. И хотя Роберт Андреевич в статье «Электросила — плану ГОЭЛРО»,⁴ опубликованной много лет спустя, писал, что его работа в отделе железных дорог и трамваев Русского акционерного общества Сименс—Гальске (с 1913 г. — Сименс—Шуккерт) сводилась в основном к продаже разработанных за границей изделий, но и эти годы не прошли для него без творческих успехов. Им было сделано первое изобретение — «Быстродействующая электромагнитная муфта», — предназначенное для поворота орудийной башни линкора. Произведенные им расчеты систем корабельного электропривода послужили хорошей школой по изучению переходных процессов в электрических машинах вообще. С 1915 по 1917 г. Р. А. Лютер работает в военно-морском отделе правления.

В 1914 г. началась первая мировая война. Часть инженеров Сименса вернулись в Германию, часть оставалась в России. Фирма, большая доля капитала которой принадлежала Германии, была временно национализирована, а управляющим заводами был назначен Л. Б. Красин, который привлек к работе в Петроградском правлении своего брата Германа Борисовича, тоже крупного инженера-электрика.

Поначалу, кроме облика торгового знака (вместо двух скрещенных латинских S, заглавных в фамилиях совладельцев — Сименс—Шуккерт, появились русские заглавные буквы С и Ш, наложенные друг на друга), ничего больше не изменилось. Оставшиеся немецкие инженеры в надежде на возвращение после войны хозяев вели дело так, чтобы в будущем не потерять службы. Только несколько дальновидных специалистов понимали, что к старому возврата не будет, и лучше всех — сам Л. Б. Красин.

⁴ Сделаем Россию электрической. М., 1961, с. 172.

В 1916 г. он пригласил из Москвы с завода «Динамо» Бориса Иосифовича Доманского заведовать конструкторским бюро электромашиностроительного завода Сименс—Шуккерт в Петрограде. Вспоминая об этом, Б. И. Доманский писал: «Перед русскими инженерами и русской технической мыслью возникла неотложная задача — стать на собственные ноги и управлять своими делами самостоятельно».⁵ В специальной записке на имя Л. Б. Красина Доманский предлагал развивать в России производство электрических машин.

Но до утверждения полной самостоятельности русской электропромышленности была еще целая эпоха — эпоха революции и гражданской войны. В годы войны Петроград стал испытывать недостаток в электроэнергии. Казалось, тут бы и развернуться строительству электростанций, но даже существующие станции подчас бездействовали. Подвоз топлива не обеспечивался железными дорогами.

Лютер продолжает работать в военно-морском отделе и в отделе железных дорог. Его даже вводят в состав правления. Правда, как вспоминал он много лет спустя, доверяли ему подписывать только счета на дрова. Чтобы разнообразить труд, Лютер по совету профессора В. В. Дмитриева приступает к занятиям со студентами в Электротехническом институте и сдает магистерские экзамены. После этого нужно было подготовить диссертацию на звание адъюнкта — единственного ученого звания в технических вузах до революции, защитить ее, и тогда можно было рассчитывать на должность профессора. По-видимому, учителя Лютера — П. С. Осадчий, В. В. Дмитриев, Г. О. Графтио — считали, что из него получится хороший преподаватель.

После Великой Октябрьской социалистической революции заводы Сименса были окончательно национализированы. Однако промышленность страны, изнуренной первой мировой и последующей за ней гражданской войнами, находилась в упадке. Голодали и мерзли жители Петрограда, и в их числе и его техническая интеллигенция. Но именно в эту жестокую пору инженеры-электрики с энтузиазмом разрабатывали проекты будущих электростанций. Ведь одним из первых экономических решений Советского правительства было выделение в 1918 г. не-

⁵ Доманский Б. И. Леонид Борисович Красин и завод «Электросила». — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 53.

скольких миллионов рублей на строительство Волховской ГЭС (по проекту Г. О. Графтио) и Шатурской ГРЭС.

Для разработки и обсуждения проектов электрификации в 1918 г. при ВСНХ был создан Центральный совет экспертов, позднее переименованный в Центральный электротехнический совет, председателем которого стал директор Электротехнического института профессор П. С. Осадчий (первый из выпускников института, занесенный на мраморную доску, и один из старейших профессоров), активно сотрудничавший с Советской властью.

Другим центром научной мысли стали секции Дома ученых, открывшегося в результате деятельности КУБУ (Комиссия по улучшению быта ученых), созданной по инициативе А. М. Горького. В Петрограде первых послереволюционных лет Дом ученых был островом спасения. Опустевший, промерзший город, «заколоченные магазины с сугробами на ступенях подъездов, с разбитыми зеркальными стеклами, гробовое молчанье парадных дверей, развалившиеся киоски, трактиры с выломанными полами, без окон и крыш, отсутствие извозчиков. . .»⁶ — так описывает А. С. Грин Петроград 1921 г. А на Миллионной улице во дворе Дома ученых «каждому члену КУБУ в раз навсегда определенный для него день недели и в известный час вручался основной недельный паек. . . Эта любопытная, сильная и деятельная организация еще ждет своего историка. . .»⁷ Но при Доме ученых существовали еще и всевозможные научные секции, одной из которых была секция электрификации железных дорог НКПС. Ее председателем был П. П. Шиловский — изобретатель гироскопической однорельсовой железной дороги, вагоны которой, идя по одному рельсу, удерживались в равновесии массивным маховиком — за счет его гироскопического эффекта. Принцип гироскопической стабилизации был им не только разработан теоретически, но и опробован. В 1912 г. П. П. Шиловский выехал на оживленные улицы Лондона в многоместном автомобиле на двух колесах, который, к удивлению невозмутимых британцев, не падал даже стоя на месте (внутри автомобиля был спрятан вращающийся маховик — гироскоп).

Для проекта железной дороги по системе Шиловского Р. А. Лютер рассчитал электродвигатели главного при-

⁶ Грин А. С. Фанданго. Собр. соч. в 6-ти т. М., 1965, т. 5, с. 356.

⁷ Там же, с. 359.

вода и привода гироскопа, тяговые усилия и торможение, словом, все, что требовалось для проекта. Изданный отдельной книгой в 1921 г., проект воплощен не был, хотя намечалось строительство такой дороги длиной 15 верст от Московского Кремля до Кунцева.⁸

Самой интересной работой Р. А. Лютера в 1919—1921 гг. были расчеты генераторов для Волховской ГЭС. «Летом 1919 года я получил от Г. О. Графтио предложение принять на себя обязанности консультанта по электрооборудованию. Это предложение было очень увлекательным», — писал Лютер сорок лет спустя.⁹

В характере Г. О. Графтио счастливо сочетались свойственные ученому новаторство и глубина мысли с энтузиазмом организатора, твердостью и прекрасным умением разбираться в людях.

Волховская ГЭС была не просто строительством, руководил которым автор проекта, но и школой строительного искусства. Опыт ее проектирования и производства работ отражался в издаваемом бюллетене — ведь в мире почти не строились гидроэлектростанции на равнинных реках. Впоследствии это новшество унаследовал Свирьстрой — сооружение второй ГЭС, тоже по проекту и под руководством Г. О. Графтио, первой в мире ГЭС на слабых грунтах, и ее бюллетени стали своего рода инженерной энциклопедией гидростроительства. На проекты отдельных элементов станции и электропередачи объявлялись конкурсы, проводившиеся под девизом, и до решения жюри никто не знал имени автора наилучшего варианта.

В конкурсе на лучший проект опоры для линии электропередачи Волховская ГЭС—Петроград принял участие и Роберт Андреевич, получивший вторую премию, а лучшим был признан проект Г. Б. Красина.

Разработка рабочих чертежей станции велась проектным бюро строительства, электротехнический отдел которого возглавлял талантливый инженер С. Д. Гефтер. Для научных консультаций привлекались преподавательские силы вузов. Старый товарищ Р. А. Лютера по электротехническому институту А. А. Смуров и сотрудники его кафедры электрических станций ЭТИ решали задачи, связанные с проектированием линий электропередачи и высоковольтного оборудования.

⁸ А. Ф. Однорельсовая железная дорога. Прп., 1920.

⁹ Сделаем Россию электрической. М., 1961, с. 172.

В 1920 г. Лютера привлекли к работе организованной в Петрограде группы по составлению плана ГОЭЛРО, куда входили крупнейшие ученые города. Д. И. Комаров, участник этой работы, в своих воспоминаниях пишет: «Самой громоздкой и трудоемкой работой, которую предстояло нам выполнить, являлся расчет удельного расхода энергии на движение поездов и связанная с ним обработка продольных профилей дорог большого протяжения. . . Для быстрого выполнения нужных расчетов было решено обратиться за помощью к бывшим ученикам Г. О. Графтио. . . Своевременная помощь нам была оказана инженерами-электриками Р. А. Лютером и Н. И. Левансоном, которые организовали и возглавили молодежные расчетные бригады».¹⁰

В бригады входили студенты Электротехнического института, в котором Роберт Андреевич читал курс «Электрические силовые установки, распределительные устройства», и они помогали своим преподавателям рассчитывать потребности электроэнергии на электрификацию железных дорог именно в то время, когда даже трамваи в Петрограде не ходили, когда, по словам профессора И. В. Егиазарова, приходилось разбирать соседние деревянные дома на дрова, для отопления жилищ, а в неотопленном помещении Института — читать лекции немногочисленным студентам, сидящим в шубах и пальто. «В 1920 году, — вспоминал И. В. Егиазаров, — было уже немного легче, и мы носили из Дома ученых замечательную селедку и антоновские яблоки, урожай которых в 1920 г. был совершенно невероятный. Смеясь, говорили, что живем, как в раю: ходим голые и едим яблоки».¹¹

Помимо работы, связанной с электрификацией железных дорог, Р. А. Лютер, как сам вспоминал впоследствии, «уже в 1921—22 году приступил к работе по расчету гидрогенераторов для Волховстроя, Земо-Авчальской и Рионской гидроэлектростанций, а также к расчетам серии турбогенераторов».¹² Но и это еще не все. Продолжая преподавать в Электротехническом институте, он одновременно приступает к чтению курса «Электрооборудование судов» в Военно-морской академии, так как оказался почти единственным специалистом-практиком, хорошо

¹⁰ Там же, с. 77.

¹¹ Там же, с. 159—160.

¹² Там же, с. 173.

знавшим этот предмет. Здесь в 1922/23 учебном году слушал его лекции и выполнял под его руководством проекты будущий академик Аксель Иванович Берг.

В биографическом очерке о жизни и творчестве А. И. Берга профессор И. В. Бренев писал: «Развитию у А. И. Берга интереса к инженерным методам в науке и технике способствовал прежде всего преподаватель курса электротехники Военно-морской академии, блестящий теоретик, экспериментатор и конструктор, инженер завода „Электросила“ Роберт Андреевич Лютер. Выполненные под его руководством курсовые и дипломные проекты стали замечательной инженерной школой».¹³ Столь высокую характеристику роли Р. А. Лютера можно было дать только заручившись словами самого А. И. Берга. И подтверждением этому служит письмо А. И. Берга, написанное Лютеру много лет спустя.

Глубокоуважаемый и дорогой Роберт Андреевич! Пользуюсь случаем передать Вам, моему учителю, которого я никогда не забуду и всегда ставил выше всех моих учителей, самый искренний и горячий привет. . .
б. Слушатель В. М. Академии А. И. Берг.¹⁴

Выдающийся советский ученый А. И. Берг был, наверное, одним из первых, кто высоко оценил «школу Лютера» и вынес из нее так много.

Сам Р. А. Лютер вспоминал, что А. И. Берг был образцовым слушателем, тщательно отредактировавшим и размножившим конспекты лекций Роберта Андреевича по судовому электрооборудованию, что в те годы было весьма непросто.

В Электротехническом институте конспекты лекций Лютера легли в основу первого в СССР учебного пособия по курсу распределительных устройств [4]. Перелистывая сегодня эту книгу, соответствующую нынешнему курсу «Электрическая часть электрических станций и подстанций», видишь, что учебник, несмотря на краткость, содержит все необходимые разделы — теоретические основы расчета аппаратов, защиты от перенапряжений и сверхтоков, конструкцию и принципы работы всех элементов распределительных устройств, а также рекомендации по их проектированию, правила и нормы по защите от перенапряжений и другие материалы. В нем нашел отражение личный опыт десятилетней работы Р. А. Лютера в промышленности,

¹³ Бренев И. В. Аксель Иванович Берг. М., 1965, с. 5.

¹⁴ Письмо А. И. Берга от 25 мая 1964 г. Личный архив Р. А. Лютера.

давший ему основание для отбора нужного и принципиально ценного материала, а то, чего нельзя было почерпнуть из известной литературы, он разрабатывал сам.

Разнообразная работа в правлении Сименс—Шуккерт; или Эльмаштресте, как стала потом называться национализированная компания, а также преподавательская деятельность в ЭТИ и ВМА, углубили и расширили знания Лютера до уровня энциклопедических. Кроме того, выявились его природные склонности к обобщениям и теоретическому анализу, умение сделать математику основой проектирования машин и устройств. В эти годы Лютер стал высококвалифицированным инженером, который, по мнению коллег, никогда не ошибался в расчетах. С этим багажом он пришел в 1923 г. на завод динамомашин Эльмаштреста, впоследствии названный заводом «Электросила», и с этого года начинается новая пора в жизни Р. А. Лютера и счастливая глава в жизни «Электросилы».

Старая «Электросила»

Первый завод Сименса в Петербурге был основан еще в середине прошлого века на Васильевском острове. Морским путем сюда из Германии доставлялись детали, из которых собирали телеграфную аппаратуру и небольшие динамомшины. Основателем этого производства был брат знаменитого изобретателя Вернера Сименса Карл Сименс, который вскоре обосновался в Англии, где организовал кабельное производство. До 1891 г. иностранные фирмы предпочитали ввозить в Россию готовую продукцию, но с введением запретительного тарифа пришлось ограничить ввоз и расширить производство на местах. Для еще большего ослабления воздействия ввозных пошлин в 1896 г. было создано смешанное акционерное общество Русских электротехнических заводов Сименс—Гальске, в составе которого в 1898 г. был выделен в качестве самостоятельной единицы завод динамомашин. Оставаясь на Васильевском острове вплоть до 1912 г., завод с этого времени начал перебазираться на Московское шоссе. Контора предприятий Сименс—Шуккерт находилась на углу Екатерининского канала (канал Грибоедова) и Зимнего переулка, неподалеку от Казанского собора.

Завод на Московском шоссе быстро набирал производственную мощность. Было выстроено новое здание, на-

браны и обучены рабочие. В 1914 г. производство электрических машин составило более 2000 шт. на общую мощность 100 тыс. кВт, а трансформаторов — 343 шт. на общую мощность 32 тыс. кВА. На заводе работало 900 рабочих и 250 служащих.¹ Однако первая мировая война нанесла производству чувствительный удар. Завод работал по немецкой документации, приток которой с объявлением войны прекратился. Часть инженеров уехала в Германию.

Разруха первых лет гражданской войны почти приостановила производство, число работающих на заводе сократилось до трехсот, и когда 28 июня 1918 г. был опубликован декрет о национализации электротехнической промышленности, новым хозяевам завода пришлось начинать практически с нуля.

Первым мероприятием Советской власти было объединение бывших заводов Сименс—Шуккерт под единым правлением, которое в 1919 г. возглавил Г. Б. Красин. Затем к ним присоединили предприятия бывшей Всеобщей компании электричества (АЭГ), и новое объединение назвали Петрогубэлектро, в 1922 г. переименовав его в Петроградский Эльмаштрест, а в 1925 г. — Государственный электротехнический трест (ГЭТ).

Перед руководителями возрождавшейся советской промышленности стояла сложнейшая задача — создать целиком самостоятельное производство практически всех видов электрооборудования. Завод — это прежде всего коллектив рабочих и специалистов, связанных единой целью. Поэтому первыми шагами советского руководства электропромышленности был подбор руководителей и инженеров.

Надо отдать должное Л. Б. Красину. Еще до революции он, хорошо разбираясь в политической обстановке, направил на завод нескольких отечественных специалистов. Эту инициативу поддержал и продолжил его брат Г. Б. Красин. В 1919 г. помощником управляющего на завод динамомашин был назначен член правления Сименс—Шуккерт профессор Электротехнического института В. К. Горелейченко, вскоре ставший управляющим, а годом раньше, в 1918 г., с завода Военно-морских приборов переведен М. И. Московский, которому было поручено реорганизо-

¹ Ш и б а к и н В. А. Завод «Электросила». — Изв. Государственного электротехнического треста (ГЭТ), 1927, № 1—2, с. 2—4.

вать производство. В 1919 г. на завод в качестве технического директора был прислан Адольф Селестинович Шварц. Он был, пожалуй, единственным в России специалистом, имевшим опыт работы на крупном электромашиностроительном заводе, до 1915 г. занимая ведущую должность на заводе фирмы Броун—Бовери в Бадене (Швейцария). Фирма Броун—Бовери, уже тогда строившая крупные турбо- и гидрогенераторы и имевшая дочерние предприятия в Италии, Германии, Швеции и Норвегии, принадлежит к ведущим фирмам электротехнического мира и сегодня по техническому уровню машин и богатству опыта производства.

В 1915 г. А. С. Шварц, находясь в Ревеле, поступил на завод «Вольта», где ему было поручено наладить производство турбогенераторов, и за последующие два года были не только разработаны проекты турбогенераторов мощностью 500, 1500 и 3000 кВт, но и заказаны и получены поковки роторов из особо прочной стали. Однако в 1917 г. фронт так близко подошел к Ревелю, что завод решено было эвакуировать на Урал. Туда частично отправили оборудование, а поковки роторов, чертежи турбогенераторов и некоторые другие материалы временно оставили в Петрограде, где у Вольта было свое представительство. Пока решался вопрос, где делать турбогенераторы, нужные для флота, А. С. Шварц поступил работать в правление «Сименс—Шуккерт» и в 1919 г. был назначен на завод динамомашин.

По словам Р. А. Лютера, А. С. Шварц «был творчески одаренный инженер высокой культуры, обладающий огромным техническим и производственным кругозором. Работа в Броун-Бовери дала ему возможность ознакомиться с опытом крупнейших электротехнических фирм мира, участвовать в монтаже машин на всех пяти континентах» [67, с. 35]. Стараниям А. С. Шварца завод был обязан разработкой передовой по тем временам технологии производства и подбором квалифицированных кадров, одаренных инженеров, которые на выполнении каждого нового заказа учились и сами.

В 1923 г. Шварцем на завод динамомашин были приглашены Р. А. Лютер — на должность инженера-математика по особым поручениям, т. е. в качестве руководителя расчетной части, А. Е. Алексеев — на должность начальника отдела новых конструкций, Д. В. Ефремов — начальником исследовательской лаборатории электрических

машин, М. П. Костенко — инженером по проектированию коллекторных двигателей переменного тока, И. А. Одинг — начальником лаборатории металлов и многие другие специалисты с разных заводов и институтов Петрограда.

При разработке нового технического изделия используются как расчеты, так и опыты на моделях уменьшенных размеров. Иногда точный расчет невозможен, и моделирование является основой проекта, но если можно наперед рассчитать, получается быстрее и дешевле. Проект электрической машины начинается с электромагнитного расчета. Пользуясь формулами расчетной методики, можно рассчитать предварительно все важнейшие характеристики, если знать размеры магнитной цепи машины, числа витков и сечения обмоток, толщину изоляции и тому подобные данные. Обычно в начале проектирования расчетчик этими величинами задается, ориентируясь на их значения, достигнутые в уже выполненных и хорошо работающих машинах, или экстраполирует удельные электромагнитные нагрузки за пределы достигнутого уровня, если разрабатывает принципиально новую машину. Тут-то и подстерегают его «подводные камни»: в процессе расчета, чаще всего к концу работы, выясняется, что при выбранных размерах и нагрузках машина работать не будет, так как температура ее, например, выше установленных норм, и надо вносить поправки в предварительно выбранные величины и начинать все сызнова, пока не получится приемлемый результат. Однако удовлетворяющих нормам и отличающихся друг от друга вариантов может быть несколько, тогда нужно выбрать наилучший — оптимальный по весу (если это тяговый двигатель), по стоимости или по какому-либо другому критерию. Независимых переменных (к ним относятся размеры, число витков), которые можно изменять при проектировании, так много, что отыскание оптимального варианта становится чрезвычайно трудной задачей, особенно если учесть, что некоторые полезные качества новой машины трудно даже выразить в цифрах, а не только оценить в рублях (например, удобство обслуживания).

Уже не одно десятилетие, начиная с М. Видмара,² инженеры и ученые настойчиво стремятся найти способы строгого математического решения задач оптимального

² Видмар М. Экономические законы проектирования электрических машин. М., 1924.

проектирования электрических машин, но и сегодня, несмотря на достигнутые успехи в теории оптимизации и на громадные возможности быстродействующих ЭВМ, проектирование остается в значительной мере искусством, его не удастся подчинить полностью формальным правилам, как не удастся научить вычислительную машину играть в шахматы на уровне чемпионов.

Перед мысленным взором опытного конструктора, как писал Видмар, проходит множество факторов, влияющих на конечный результат; он в уме анализирует связи между переменными величинами, возможности их изменений, отбрасывает, не доводя до конца, заведомо непригодные варианты, так что на бумагу заносится почти оптимальное решение. Опыт и талант определяют интуицию проектировщика — уметь почти сразу, казалось бы, наугад, найти нужное сочетание размеров и нагрузок. Хорошими теоретиками в технике становятся часто люди, прошедшие школу практического проектирования, способные к анализу и обобщениям, обладающие к тому же еще и ясным физическим мышлением. Р. А. Лютер был наделен этими способностями в полной мере, что проявилось с самого начала его работы на заводе.

Р. А. Лютером и А. Е. Алексеевым были составлены проекты первых турбогенераторов мощностью 500, 1500 и 3000 кВт, а также разработаны различные варианты проекта гидрогенератора для Волховской ГЭС мощностью 7000 кВт. Рассчитанные параметры и характеристики будущих машин не уступали зарубежным образцам, но руководители энергостроительства попросту не могли поверить, что завод, не имевший опыта производства крупных машин, способен осилить их изготовление. В. К. Горелейченко вспоминал, как трудно было ему и А. С. Шварцу добиться разрешения «Электросиле» производить гидрогенераторы для Волховской ГЭС. Даже Л. Б. Красин и Г. М. Кржижановский поначалу не верили в возможность советской электропромышленности справиться с такими сложными заказами.³ А. С. Шварц понимал, что производство машин для Волховстроя — это не просто экономическая выгода заводу, но прежде всего школа работы инженеров и рабочих, без которой невозможно его дальнейшее развитие.

³ Электросила. Л., 1956, № 27.

В 1923 г. заказ на первые два волховских гидрогенератора был получен, равно как и на турбогенераторы для электростанций в Гомеле и Омске (500 и 1500 кВт). Все расчеты этих машин сделаны Робертом Андреевичем. В архиве завода сохранилось несколько бланков с расчетами гидрогенератора Волховской ГЭС, и число приведенных в них вариантов — яркое свидетельство тому, как уже в те годы Лютер быстро и безошибочно находил оптимум. Сам он любил вспоминать, что Сименс как-то уволил одного расчетчика за то, что тот «делал чересчур много вариантов» («цу фиель вариантен махт»). . . Многочисленность вариантов, сильно отличающихся друг от друга размерами и нагрузками, говорит скорее о неопытности и неумении анализировать результат, чем о добросовестности проектировщика.

Заметим, что расчеты, точнее их результаты, записаны им на бланках в раз навсегда заведенном порядке, так что их легко сравнивать, проверять и сверять с опытом. В те годы единых методик расчета электрических машин на заводе не существовало, так как до революции вся подобная работа проводилась в Берлине. Но без единой методики расчета нельзя сравнивать результаты вариантов проекта, если они сделаны разными инженерами. Один, к примеру, рассчитывает коммутацию машины постоянного тока по Арнольду, другой — по Пихельмайеру, третий — по Цорну, а четвертый, скажем, — по Дрейфусу (у каждого из этих известных специалистов была своя методика расчета коммутации, в чем-то, может быть, более верная для базовой конструкции фирмы, где эта методика проверялась на опыте). Такое, на первый взгляд, ничтожное нововведение, как единый «формуляр» расчета, позволило легко сравнивать и проверять методики — при одинаковом порядке записи различия резко бросались в глаза.

В формулярах, как и в любом конструкторском документе, обычно стоят две подписи — того, кто рассчитывал и кто проверял. В расчетах первых турбогенераторов и волховских гидрогенераторов единственная подпись — Р. А. Лютера. Его уже и тогда было незачем проверять, сам же он легко находил ошибки других. Характерен эпизод, рассказанный тогдашним заместителем начальника отдела новых конструкций — С. В. Мосевичем.

Когда в 1926 г. решили испытывать на разгон волховский ротор (собранный из кованных и литых деталей, он нуждался в испытаниях для выявления скрытых дефек-

тов), встал вопрос о том, как измерять его скорость. Решили подключить к обмотке частотомер, чтобы по частоте переменного напряжения, наводившегося сохранившимися остаточное намагничивание полюсами ротора, определить частоту вращения. Частотомер взяли вибрационный, а у него есть одна особенность: язычок резонирует не только на основную частоту, но и на кратную ей, например на половинную. В суматохе первого испытания об этом забыли, но вернувшийся из Москвы Р. А. Лютер попросил протоколы. Ему хотелось определить зависимость потерь на трение ротора о воздух от скорости вращения и соответствие их формулам, выведенным для больших маховиков. Через несколько минут он спокойно сказал А. С. Шварцу: «У меня не сходятся потери, вычисленные по формуле для гладких маховиков (а ротор не гладкий, — В. Д.), с мощностью приводного двигателя. — На сколько не сходятся? — спросил Шварц. — В восемь раз меньше, — ответил Лютер». Принесли частотомер и выяснили, что он по ошибке был включен так, что реагировал на вторую гармонику. Как оказалось, ротор раскрутили только до номинальной скорости. Испытания пришлось повторить, а мнение Р. А. Лютера стало для испытателей решающим.

При проектировании гидрогенераторов Волховской ГЭС по условиям производства представлялся оптимальным вариант с числом пазов на полюс и фазу, равным двум («дробных» обмоток в те годы избегали). Но при этом появляется опасность чрезмерного искажения кривой ЭДС гармониками порядка зубчатости — в данном случае 11- и 13-й. Шведская фирма ASEA, поставившая первые генераторы, прибегла к смещению башмаков соседних полюсов на половину шага статора. Таким образом полностью уничтожается гармоника порядка зубчатости, но полюсные башмаки соседних полюсов значительно сближаются, вследствие чего резко возрастает поток рассеяния. Не учтя этого, шведские инженеры допустили ошибку: напряжение генераторов не поднималось выше номинала, а по техническим условиям нужно было до 1.15 номинала. Пришлось снимать полюсы и строгать их кромки.

Лютер прибег к другому способу: в электросиловых генераторах каждый из полюсов был смещен на $1/80$ шага по пазам статора на одной половине ротора по часовой стрелке, а на другой — против. Результаты по чистоте кривой напряжения были те же самые, а рассеяние из-за очень малого смещения соседних полюсов практически не возросло. Этот прием — групповой сдвиг полюсов —

с тех пор довольно часто применяли наши генераторостроители.

В целом испытания, проведенные в 1927—1928 гг. под научным руководством профессора ЛПИ Вацлава Александровича Толвинского, показали, что генераторы Волховстроя, изготовленные «Электросилой», лучше шведских по всем показателям — расходу материалов на единицу мощности, коэффициенту полезного действия и температуре обмоток, которая у них была ниже [7]. Лютер рассказывал, что Графтио даже упрекнул его в том, что он выпустил «недоиспользованные», слишком холодные машины, зато впоследствии, когда по предложению профессора В. В. Болотова плотину Волховской ГЭС нарастили деревянными щитами, что позволяло в многоводный год поднять напор станции, активную мощность генератора можно было повысить до 8750 кВт, т. е. до полной «кажущейся» мощности при коэффициенте мощности равном единице, без опасения каких-либо нежелательных последствий. Надежность машин была высокой: они проработали почти по 40 лет без замены обмоток!

Для «Электросилы» это была огромная производственная победа — выполнение первого же заказа выдвинуло завод на уровень передовых предприятий Европы. В 1928 г. Лютер в числе прочих участников создания генераторов для Волховской ГЭС получил премию. Часть ее он истратил на покупку очень хорошего рояля, который служил Роберту Андреевичу всю оставшуюся жизнь.

Одновременно с генераторами для Волховстроя проектировались и изготовлялись гидрогенераторы для первой очереди Земо-Авчальской ГЭС (ЗАГЭС), строившейся в 12 км от Тбилиси при слиянии Арагвы и Куры. Генераторы имели мощность 4000 кВА при напряжении 6400 В и частоте вращения 214 об/мин, т. е. были по тем временам крупными машинами. Заметим, что из-за загрузки заказами для Волховстроя крупные поковки и отливки для генераторов ЗАГЭС не удалось изготовить на ленинградских заводах, их пришлось делать на судостроительном заводе в Николаеве, где испытывали на разгон и роторы. Сердечники статоров собирали на месте монтажа, там же укладывали и обмотку. Несмотря на эти сложности, весь монтаж занял меньше года, и в 1927 г. ЗАГЭС была принята в эксплуатацию.⁴

⁴ Федотов С., Корнеев П. Земо-Авчальская гидроэлектрическая станция. — Изв. ГЭТ, 1927, № 3, с. 33—36.

Поступление все новых заказов способствовало бурному росту производства. В первые годы нэпа темпы развития промышленности опережали самые смелые прогнозы. Вот что писал ленинградский журнал «Промышленность и торговля» за июнь 1925 г.: «Согласно расширенной программе, электротехнической промышленностью за 2-е полугодие текущего года выпуск будет доведен до 35 575 тыс. довоенных руб. против 24 246 тыс. довоенных руб., составлявших стоимость продукции первого полугодия. По новой программе загрузка заводов в среднем будет доведена до 76 % технически возможной, а, в частности, электромашиностроительных заводов — до 100 %».⁵ Ошеломляющие цифры, если учесть, что в 1920 г. объем производства составлял 4,6 % уровня 1914 г.⁶ В 1924—1925 гг. число рабочих на «Электросиле» приблизилось к 1500, а в 1926—1927 — перевалило за 2500.

В этом же журнале за сентябрь 1925 г. напечатана статья «Работа завода „Электросила“», где отмечается рост выпуска продукции по сравнению с 1924 г. на 230 %, рост выработки на одного рабочего — на 60 %, рост средней заработной платы — на 25 % и снижение количества прогулов в 1,5 раза. К «Электросиле» присоединены помещения заводов «Зигель» и «Рекс», законсервированных в годы разрухи, а также произведен ремонт существующих зданий. Намечалось присоединить еще и помещение завода «Артур Коппель», расположенного на другой стороне Московского шоссе, с тем чтобы организовать там производство массовой продукции — электродвигателей небольшой мощности. Уже тогда предполагалось специализировать основной завод на крупном электромашиностроении.

«Электросила» становилась единственным поставщиком турбогенераторов. В отличие от гидрогенераторов, мощность и скорость вращения которых в большой степени зависят от гидроэнергетических характеристик гидроэлектростанций, турбогенераторы обычно строго стандартизованы по этим показателям. Была разработана серия турбогенераторов мощностью от 350 до 30 000 кВт, разделенная на пять габаритов по диаметру ротора, и к 1927 г. уже были освоены выпуском мощности до 10 000 кВт

⁵ Промышленность и торговля, 1925, № 17—18, с. 113.

⁶ Изв. ГЭТ, 1927, № 6—7, с. 109.

в единице [8]. За 1925—1927 гг. было изготовлено больше 60 турбогенераторов суммарной мощностью около 200 000 кВт! Выпускалось по две машины в месяц, а в 1928 г. намечалось довести это число до пяти. Но по оценке потребностей промышленности и городского хозяйства в рамках плана ГОЭЛРО нужно было выпустить до 1931 г. более 400 турбогенераторов на общую мощность примерно 1 200 000 кВт, т. е. более чем удвоить достигнутое производство,⁷ а значит, повысить, во-первых, число выпускаемых машин и, во-вторых, единичную мощность агрегатов, что заодно позволяло отказаться от необходимости ввоза крупных турбогенераторов из-за границы. И здесь следовало принять принципиальное решение о направлении развития турбогенераторостроения. До какой мощности проектировать серию? Какой конструктивный принцип положить в ее основу?

Ответы на эти взаимосвязанные вопросы были далеко не очевидными. В технике есть свои внутренние закономерности развития, свои законы прогресса. Они определяются экономикой. Вновь проектируемая машина должна дать бóльшую экономию общественного труда, чем предыдущая. Этой экономии можно достичь как при изготовлении машины (достаточно затратить на нее меньше металла, и снизить трудоемкость ее производства), так и при ее эксплуатации (чем производительнее машина, тем больше, как правило, коэффициент ее полезного действия). Самая большая экономия достигается при совпадении обеих возможностей, тогда и техническое новшество быстро находит дорогу в жизнь. В число показателей экономии общественного труда входит и надежность машины. Кроме того, экономически выгодно не слишком часто менять основные принципы конструкции — производство трудно перестраивать. Если на всем диапазоне мощностей удастся выдерживать одни конструктивные принципы, это тоже оборачивается удачей не только для производства, но и для проектирования, поскольку легче прогнозировать свойства новой машины, зная свойства прототипа.

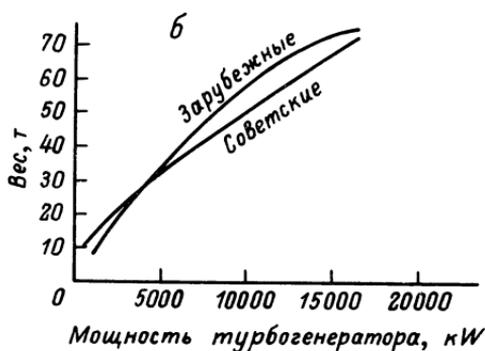
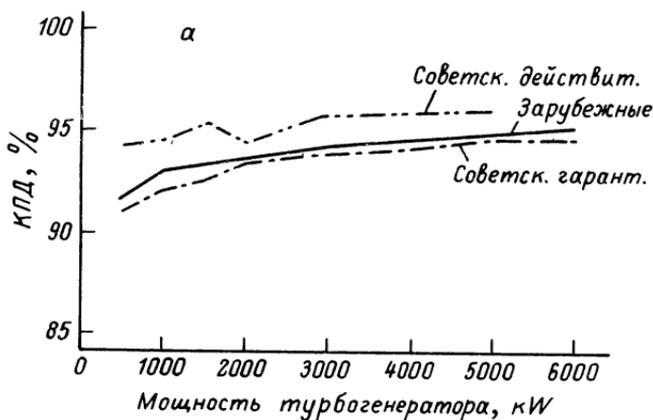
В турбогенераторостроении тех лет применялись разные конструкции. Фирмы Соединенных Штатов, например, строили машины с массивными коваными роторами.

⁷ Миклашевский И., Якубов С. Развитие турбогенераторостроения на заводах ГЭТ. — Изв. ГЭТ, 1927, № 1—2, с. 5—10.

Напряжения в роторе возрастают пропорционально квадрату диаметра, а поковки из прочной стали позволяли сооружать роторы диаметром до метра. Но на поверхности таких роторов выделяются значительные потери, вызванные полем обмотки статора. Эти явления в то время не были хорошо изучены, хотя потери и составляли до полутора процентов мощности, вызывая дополнительный нагрев ротора. Поэтому, а также из-за высокой стоимости поковки большого диаметра, немецкая фирма АЕГ строила турбогенераторы, в которых только вал ротора был кованным, а зубцы, между которыми вставляется обмотка, набирались из листовой стали и крепились в специальных пазах. Лобовые части обмоток роторов, не лежащие в пазах, в американских конструкциях крепились специальными кованными кольцами — бандажами, а у фирмы АЕГ вместо них наматывалось крепление из проволоки, как в якорях машин постоянного тока.

Советское правительство было связано с фирмой АЕГ договором о технической помощи. Во времена экономической блокады этот договор сыграл свою роль — нужно было использовать все достижения передовой фирмы для ускорения развития советского электромашиностроения. Но АЕГ усиленно предлагала свою конструкцию турбогенератора, которая, во-первых, сдерживала рост мощности, так как ротор был заведомо менее прочным, чем массивный, и, во-вторых, как показал опыт эксплуатации, была ненадежной.

Роберт Андреевич начал с того, что определил возможности и потребности развития турбогенераторостроения на ближайшие десятилетия. По его заключению, если существующая тенденция роста единичной мощности сохранится, то через десять лет потребуется турбогенератор мощностью сто тысяч киловатт. Ряд фирм уже прорабатывал такие машины, а американцы считали, что выйдут на эту мощность даже несколько раньше этого срока. По расчетам выходило, что такие машины будут действовать только при массивных роторах и кованных немагнитных бандажных кольцах. Значит это и есть основной принцип конструкции, который надо выдержать во всей серии. Такую серию Р. А. Лютер с А. Е. Алексеевым проработали до 30 000 кВт. Что же касается потерь на поверхности ротора, то, по их мнению, они существенно уменьшатся, если строить обмотки статора с укороченным шагом. Правильность решения подтверждается практикой, о чем на



Сравнение первой серии турбогенераторов «Электросилы» с зарубежными по КПД (а) и весу (б)

приводимом здесь рисунке свидетельствуют удельные показатели турбогенераторов «Электросилы» и зарубежных заводов.⁸ Электросиловые генераторы не уступали зарубежным по массе (рис., а), а по коэффициенту полезного действия превосходили их (рис., б).

Руководство советской электропромышленности тем не менее настаивало на учете опыта АЕГ и, соглашаясь с мнением специалистов «Электросилы», все же потребовало дополнительных обоснований. Была создана техническая группа в составе А. Е. Алексева, Д. В. Ефремова и Р. А. Лютера, которую направили в Германию с задачей обосновать выбор наиболее рациональной конструкции

⁸ Развитие электропромышленности сильного тока за 10 лет. — Изв. ГЭТ, 1927, № 6—7, с. 100—116.



А. Е. Алексеев, Д. В. Ефремов и Р. А. Лютер, Берлин, 1927 г.

серии турбогенераторов и, кроме того, ознакомиться с опытом производства европейских фирм. На это ушло четыре месяца — с июля по октябрь 1927 г.

В самом начале поездки, не задерживаясь в Берлине, Р. А. Лютер и А. Е. Алексеев проследовали в Мангейм, где на заводах фирмы Броун—Бовери изготовляли заказы для Советского Союза: три турбоагрегата (мощностью 8000 кВт — для Харьковской электростанции, мощностью 11 000 кВт — для Киевской электростанции, мощностью 22 000 кВт — для Штеровской ГРЭС), однофазный генератор (для Томска), генератор (для Витебской станции) и несколько крупных двигателей. Советским инженерам было поручено присутствовать при испытаниях машин и,

кроме того, выяснить, будут ли агрегаты изготовлены в срок.

В личном архиве Р. А. Лютера сохранился черновик отчета о состоянии дел на заводе в Мангейме с подлинниками протоколов испытаний, завизированных им, и справкой, составленной заводом Броун—Бовери, о положении дел с советскими заказами.

После пребывания в Мангейме, которое дало возможность ознакомиться и с производством и с конструкциями одной из самых передовых фирм мира, Лютер и Алексеев возвращаются в Берлин. В дискуссиях с представителями фирмы АЕГ на основе данных расчетов и испытаний удалось доказать, что конструкция ротора со вставными зубцами неперспективна, хотя фирма успешно применяла такие роторы в машинах малой мощности. Инженеры АЕГ принуждены были согласиться с доводами русских коллег, и через несколько лет фирма перешла на конструкцию с массивными роторами. Советские инженеры убедились, что в технологии производства турбогенераторов на заводах Европы нет принципиальных трудностей, которые бы мешали освоению этого производства в СССР. Роберт Андреевич побывал и на фирме Сименс, где ведущим расчетчиком-теоретиком работал его дальний родственник по материнской линии — доктор Мазинг.

Германия в те времена еще не успела оправиться от поражения в мировой войне, и большинство немцев было настроено пацифистски. Казалось, ничто не предвещало возрождения германского милитаризма и тем не менее. . .

«Каждый раз по дороге за границу и обратно, — вспоминал он много лет спустя, — я проезжал через Берлин и, когда удавалось, навещал доктора Мазинга. В 1927 году немцы еще не маршировали, нет, пожалуй, уже начинали, но где-то на задворках, так, чтобы никто не видел. В 1929 году это было уже заметно, а в 1930 году, когда я возвращался из США, некоторые служащие фирмы Сименс нарочито здоровались со мной нацистским приветствием. Ну а в 1934 году они — фашисты — вышагивали вовсю по Унтер ден линден, задирая ноги на 120 градусов. Нет, это была уже не Германия Шиллера и Гёте. . .».

Нежданной и потому тем более радостной была встреча с Александром Антоновичем Смуровым в Берлине, оказавшимся там по пути из Парижа, где он делал доклад на IV Международной конференции по установкам высо-

кого напряжения. Дружба, возникшая еще в студенчестве и непрерывавшаяся все последующие годы (Лютер и Смулов регулярно встречались в Ленинграде), здесь, вдали от Родины, воспринималась особенно обостренно. Друзья поделились опытом, почерпнутым во время зарубежных поездок, уделив особое внимание защите генераторов электрических станций, чем Роберт Андреевич продолжал усиленно заниматься. Предвидя быстрый рост единичных мощностей турбоагрегатов, он справедливо полагал, что более мощные машины будут чувствительнее к переходным режимам и атмосферным перенапряжениям. Еще в 1925 г. проект руководящих указаний по защите от перенапряжений, составленный Лютером, был единодушно одобрен экспертизой.

В 1927 г. в сборнике «Проблемы энергетики в промышленности», вышедшем под редакцией профессора ЛЭТИ Дмитриева, была опубликована большая статья Лютера «Надежность работы и современные защитные устройства для генераторов» [6]. В этой статье впервые, насколько нам известно, в отечественной литературе проведен анализ надежности работы генераторов центральных электростанций в зависимости от типа электрической системы, в которой работает электростанция; рассмотрены виды повреждений генераторов и выдвинуты обоснованные требования к их защите, которая должна обеспечивать надежную работу генератора и сети, а также по возможности ограничить объем повреждений в генераторе; в общем виде сформулированы вполне современные требования к защите и указаны наиболее передовые по тем временам конструкции защитных устройств; справедливо обоснована необходимость некоторых запасов по нагреву обмоток генератора. Мысли Роберта Андреевича, изложенные в этой работе и в докладах, впоследствии послужили основанием для разработки руководящих указаний по релейной защите мощных генераторов.

После возвращения из Германии главной задачей Р. А. Лютера становится дальнейшая доработка серии турбогенераторов. Реальная мощность, освоенная заводом, была доведена до 24 000 кВт; в конструкцию машин меньшей мощности внесли ряд изменений, позволивших поднять КПД и снизить удельный расход материалов; была улучшена изоляция и крепление обмоток статоров.

Вот краткая характеристика состояния завода в 1928 г.: «Общая площадь, занимаемая заводом, равняется 17.3 га.

Общее количество рабочих и служащих достигает 3300 человек. Производство сосредоточено в корпусах завода б. Сименс—Шуккерт, а также присоединенных к нему за последнее время заводов: б. Зигель, б. Рекс и б. Артур Коппель. . . Предельная мощность генератора, выпущенного заводом, — 10 000 киловатт. В производстве находится генератор в 20 000 киловатт. . . Моторы строятся самых разнообразных типов и мощностей — от нормальных до специальных. . . Общая сумма выпуска изделий в 1927/28 г. составила около 11 млн. руб.»⁹

Завод выпускал двухклеточные асинхронные двигатели («Бушера», как их тогда называли), двухскоростные двигатели, крупные машины постоянного тока (для прокатного стана в Сормове был построен мотор мощностью 1800 л. с. при 83 об/мин с диаметром станины — 8.2 м!), коллекторные регулируемые двигатели системы Шраге, которыми специально занимался М. П. Костенко; трансформаторы мощностью до 15 000 кВ·А, производство которых передали вскоре на московский трансформаторный завод, ртутные выпрямители с металлическими корпусами и изоляционные материалы. Рост выпуска достигал 40 % по отношению к предыдущему году.

По воспоминаниям близко знавших Лютера в те годы, его рабочий день был заполнен до отказа. Однако находилось время и на преподавательскую работу, так как Роберт Андреевич яснее многих понимал, как нужны растущему производству квалифицированные инженеры. Он продолжает вести в ЛЭТИ дипломные проекты и читать спецкурс. По его примеру и А. Е. Алексеев стал там преподавать и написал через несколько лет свой первый учебник «Конструкция электрических машин». Как правило, многие учившиеся под руководством Р. А. Лютера и А. Е. Алексева, стремились поступить на «Электросилу».

Скупые часы досуга Лютер по-прежнему отдает музыке. Он охотно соглашается выступать в концертах перед рабочей аудиторией. Его музыкальные интересы очень широки. Случайно сохранились списки произведений, исполнявшихся Лютером в 1925—1926 гг. В его репертуар входили почти все сонаты Бетховена, в том числе и последние, его 4- и 5-й концерты для фортепиано; концерты Вебера, Мендельсона, Шопена (№ 2), Листа (№ 1), Рах-

⁹ Ленинградские машиностроительные заводы и электроцентраль. М., 1928, с. 69—79.

манинова (№ 2); прелюдии и фуги, органные прелюдии и чакона И. С. Баха; сонаты Скарлатти; симфонические этюды, фантазии, новеллеты, карнавал и танцы давидсбюндлеров Шумана; 20 прелюдий и восемь фортепианных этюдов, сонаты, вальсы, полонезы и мазурки Шопена; произведения Шуберта и Вагнера в обработке Листа; 6-я и 12-я рапсодии, испанская рапсодия, этюды и другие вещи самого Листа; Григ, Брамс, Рубинштейн, Мусоргский, Лядов, Глинка, Корелли, Глюк, Рамо и, наконец, учитель — В. В. Виссендорф. Список из более ста пятидесяти названий занимает три больших двойных листа.

Слушатели концертных выступлений Лютера в 20-е годы — старые сотрудники «Электросила» — вспоминали, что если в концерте случалось участвовать профессиональным музыкантам, то они принимались расспрашивать о «не знакомом им талантливом пианисте» и изумлялись, узнавая, что это любитель, инженер, да еще и один из ведущих специалистов.

Новая «Электросила»

В конце 20-х годов началась разработка первых пятилетних планов. Успешная индустриализация страны требовала ускоренного развития энергетики, что достигается главным образом за счет постройки тепловых электростанций, следовательно, выпуск турбогенераторов должен был резко возрасти. Это понимало руководство завода «Электросила» и его партийная организация, но существующих производственных мощностей было недостаточно для быстрого развития турбогенераторостроения. В 1927 г. по инициативе партийной организации и наметкам А. С. Шварца, Р. А. Лютера и А. Е. Алексеева директор завода В. А. Шibaкин утвердил в ГЭТ план постройки нового корпуса для производства турбо- и гидрогенераторов. За год было разработано три варианта проекта, прошедшего экспертизу в ВСНХ, и сразу же после утверждения последнего варианта, летом 1928 г., развернулось строительство.

Надо отдать должное тогдашнему директору В. А. Шibaкину. Он начал стройку «хозяйственным способом» и после передачи ее Промстрою продолжал оказывать громадную помощь строителям. Недаром в устах старых электросиловцев за проездом, идущим вдоль фасада

турбокорпуса, закрепилось название «Шibaкинский проспект». Цех был спроектирован по последнему слову техники и заказано импортное оборудование: станки для обработки деталей большого размера — токарные, фрезерно-сверлильные, карусельные; станки для балансировки роторов. Среди станков были фрезерно-сверлильные колонки, которые перемещались относительно крупной обрабатываемой детали, например ротора гидротурбогенератора. Разметочные плиты служили еще и для закрепления и переносимых станков, и крупных деталей. В корпусе были запроектированы специальное разгонно-балансировочное сооружение и крупнейшая в мировой практике тех лет испытательная станция со стендами для испытания турбогенераторов. В проекте стендов предусматривалась возможность параллельной работы турбогенераторов, нагрузка на реакторы, специальное оборудование для опыта внезапного короткого замыкания и даже взаимная нагрузка — при соединении валов двух турбогенераторов: когда один работает как генератор, а другой — как двигатель.¹

В корпусе намечалось разместить вновь созданное Общезаводское бюро исследований (ОБИС), куда входили лаборатории — магнитная, электротехническая, эталонная, осциллографическая, металлографическая, химическая, высоковольтная, механическая и др. Одновременно с постройкой турбокорпуса расширялось конторское здание, оставшееся еще от Сименса, где размещались конструкторские отделы.

Партийная организация и общественность завода взяли шефство над строительством турбокорпуса, и благодаря их настойчивой и требовательной помощи огромный корпус — 135 м в длину и 28 в ширину, на который ушло 1800 вагонов различных материалов, — был полностью построен за два года!

Примечательно, что уже в те годы многими осознавалась необходимость научных исследований непосредственно на производстве, и подтверждением тому — брошюра «Новая „Электросила“», вышедшая к моменту пуска турбокорпуса — 1 мая 1930 г., где есть специальная глава — «Научные исследования на помощь производству» с описанием лабораторий «Электросилы». Руко-

¹ Новая «Электросила». К открытию турбогенераторного корпуса 1-го мая 1930 года. Л., 1930, с. 49—52.

водство «Электросилы» в лице В. А. Шibaкина и А. С. Шварца хорошо понимало значение науки, и, что особенно важно, на «Электросиле» уже существовала собственная научная школа, созданная трудами В. К. Горелейченко, А. С. Шварца, А. Е. Алексеева, Р. А. Лютера, М. П. Костенко и Д. В. Ефремова (они и руководили ОБИС).

Она сложилась в обстановке бурного развития производства, что было первой из предпосылок ее появления. За шесть лет было разработано и выпущено 122 турбогенератора общей мощностью около полумиллиона киловатт, несколько типов гидрогенераторов, получены заказы на турбогенераторы мощностью до 24 000 кВт в единице, на гидрогенераторы для Днепровской (62 000 кВт) и Нижне-Свирьской ГЭС (30 000 кВт). Реализация этих заказов требовала не только быстрого освоения зарубежного опыта, но и собственных исследований, так как чужой опыт нельзя заимствовать механически. Вторая предпосылка — наличие квалифицированных научных кадров, и они были не только среди старшего поколения, к которому принадлежали Р. А. Лютер, М. П. Костенко и А. Е. Алексеев, но и среди инженеров, пришедших на завод в 30-е годы. Третья предпосылка — создание творческой атмосферы, подразумевающей свободу мышления и действий. Обеспечить ее в условиях промышленного производства — особенно трудная задача. С одной стороны, сроки сдачи заказов ограничивают процесс улучшения конструкций, с другой — он же невольно и стимулирует исследования, поскольку испытания полны неожиданностей: что-то ломается, что-то перегревается и где-то расчеты не совпадают с опытом. Здесь многое зависит от личности главного конструктора, от его подхода к задачам создания изделий. К чести А. Е. Алексеева и его приемников надо сказать, что подход был научным.

В 1928 г. Роберт Андреевич вчерне завершил работу по анализу потерь в турбогенераторах, а в 1929 г. отдал ее в печать, и после ее публикации в 1930 г. она почти полностью вошла в учебники по электрическим машинам [9]. Впрочем, она еще не успела выйти в свет, а результаты проделанной Р. А. Лютером работы уже сказались. И вот тому доказательство.

В конце 1929 г. Р. А. Лютер, А. Е. Алексеев и П. К. Глазов были командированы в США, на заводы «Дженерал Электрик Компани», с которой был заключен договор

о технической помощи, и где выполнялись заказы по производству крупных гидрогенераторов для Днепровской ГЭС, турбогенераторов для Каширской ГРЭС, машин постоянного тока для прокатных станов. Владельцы крупнейшей электротехнической фирмы мира оказались дальновиднее своего правительства, которое делало вид, что СССР не существует. Они заботились о рынках сбыта, поверив, что наша страна приступила к индустриализации всерьез и широким фронтом.

Как вспоминал А. Е. Алексеев, в процессе знакомства с проектом турбогенераторов мощностью 50 МВт для Каширской ГРЭС им удалось установить «что проектируемый „Дженерал Электрик“ шаг обмотки статора, равный 0.7, не оптимальный». По предложению советских инженеров был применен шаг, равный 0.8 полюсного деления. «Впоследствии, по данным замеров, проведенных на генераторах Каширской ГРЭС, КПД турбогенераторов получился равным 97.8 %, что явилось наивысшим достижением в мировой практике для турбогенераторов такой мощности».²

И в этом большая заслуга Роберта Андреевича, который к этому времени уже вывел формулы потерь на поверхности ротора. Эти потери имеют минимум при определенном значении шага статорной обмотки, в свою очередь и потери в обмотке статора имеют минимум при другом значении шага, а общий минимум потерь достигается с учетом обеих зависимостей. Для американских инженеров, обладавших высокой квалификацией, было легко понять логику советского специалиста, тем более что опытных данных, подтверждавших его правоту, было в избытке. «В турбогенераторах того времени, — писал Р. А. Лютер в своей книге, вышедшей, к сожалению, после смерти автора [78], — даже выпускавшихся ведущими фирмами мира, отношение суммарных потерь в опыте короткого замыкания к основным потерям в меди статорной обмотки доходило до 5—7, а потери доходили до 1.5 % мощности машины. Для того чтобы усовершенствовать конструкцию турбогенератора и снизить добавочные потери короткого замыкания, было необходимо проанализировать причины их возникновения и вывести количественные соотношения для практического расчета добавочных потерь». В работе,

² Алексеев А. Е. На пути к технической самостоятельности. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 57—60.

законченной в 1929 г. и вышедшей из печати в 1930 г., прямо говорилось: «Вид формулы для потерь, в которую входит множитель $\sum_{v=5}^{\infty} f_{wv}^2 (v \pm 1)^{1.5} / v^4$, показывает, какое значение имеет выбор правильного сокращения шага обмотки — отношения ширины витка по окружности к полюсному делению. Для обмотки с диаметральным шагом сумма $\sum_{v=5}^{\infty} f_{wv}^2 (v \pm 1)^{1.5} / v^4$ составляет $11 \cdot 10^{-4}$, а для обмотки с сокращением шага 0.8 — может быть снижена до $0.8 \cdot 10^{-4}$, т. е. в 14 раз» [9].

Командировка продолжалась с 25 ноября 1929 г. по 1 июня 1930 г. Главные заводы «Дженерал Электрик» находились в небольшом городке Скенектеди, штат Нью-Джерси. Основной заботой электросиловодов было изучение конструкции гидрогенераторов для Днепрогэс, четыре из которых предстояло делать на «Электросиле», технологии производства, особенно процессов изолировки высоковольтных обмоток. Необходимо было также изучить материалы по турбогенераторам, в которых фирма «Дженерал Электрик» добилась существенных успехов: там сооружались двухполюсные турбогенераторы (3600 об/мин) на мощность 50 000 кВт, четырехполюсные (1800 об/мин) — 100 000 кВт. Очень важно было также изучить опыт расчетов электрических машин в нормальных и аномальных режимах. В США тех лет были самые мощные энергетические системы, и, естественно, американские специалисты первыми были вынуждены развивать методы расчета переходных процессов в этих системах, определять устойчивость параллельной работы электрических станций.

В архиве Р. А. Лютера сохранился черновик письма к М. П. Костенко, датированного 30 января 1930 г.

Дорогой Михаил Полиевктович, как я уже писал Вам в открытке, мы с А. Е. занимаемся сейчас изучением серии гидрогенераторов. Некоторые данные о коэффициентах использования тихоходных гидрогенераторов я сообщил Коцу (инженер-расчетчик, — В. Д.). Здесь проработан громадный теоретический материал по синхронным машинам в соответствии с теорией Doherty и Nickle. Все инструкции по расчету характеристики, реактансов и потерь я затребовал для нашего завода (ок. 80 таблиц и несколько технических отчетов). По этой последней теории я проверил здесь, что за реактансы получаются по методам Fallo, Карра и Толвинского—Ефремова. Оказалось, что по этой теории метод Толвинского дает x_0 — реактанс статорной

обмотки для нулевой последовательности фаз, метод Falou — x_2 — реактанс для статорной обмотки для обратной последовательности фаз, метод Карра $(x_0 + x_2)/2$ — реактанс средний между нулевой и обратной последовательностью фаз.

По этой теории получается, что ни один из этих методов не дает x_L , т. е. реактанс полей утки статорной обмотки, в чистом виде. Я привожу формальный результат по этой теории. Физически продумать весь вопрос по теории Doherty—Nickle не так просто. По турбогенераторам я здесь займусь потом, а пока сообщаю Вам данные по серии AEG (далее рукой Алексеева в тексте написано: «а не АЕА, от которого Вам искренний привет и наилучшие пожелания», — В. Д.). Покажите, пожалуйста, их Дементьеву. Я полагаю, что в малых типах AEG получает температуры в роторах около 85° перегрева. . . Ваш Р. Лютер.

В Скенекеди Роберт Андреевич встречался с ведущими расчетчиками-теоретиками «Дженерал Электрик» — Виземаном, Алджером и другими специалистами, обсуждал методы расчета электрических машин и их опытную проверку. Фирма славилась сильнейшей по тем временам теоретической школой. Тридцать лет, с 1893 по 1923 г., главным ее теоретиком был знаменитый Чарльз Штейнметц, по учебникам которого сверстники Р. А. Лютера изучали электрические машины.³ В городке существовал Юнион-Колледж, где преподавание вели ее специалисты, а наиболее талантливых выпускников оставляли работать на ее заводах. Во многих отделах фирмы проводилась исследовательская работа — в специальных исследовательских лабораториях, где работали всемирно известные физики, в технологических лабораториях, лабораториях испытаний, отделах стандартизации, расчетно-конструкторских бюро. Вся документация размножалась и рассылалась в заинтересованные службы в виде технических отчетов. Многие из этой системы Роберт Андреевич перенял и внедрил на «Электросиле». Хорошая постановка расчетно-теоретической и экспериментальной работы страховала фирму от многих ошибок и технических провалов.

В архиве Лютера сохранилось несколько последних страниц черновика одного из отчетов, написанных им в США, где дается обзор методов расчета и испытания крупных электрических машин на заводах «Дженерал Электрик». В отчете, занявшем около ста страниц, не только приведены американские данные, но дано их сравнение с рассчитанными с помощью методов, применяв-

³ Штейнметц Ч. П. Теоретические основания электротехники сильных токов. СПб.: ч. I. — 1904, ч. II. — 1905.

шихся европейскими фирмами, а также с результатами опытов. Рассмотрены электромагнитные и тепловые расчеты, расчеты вентиляции, испытания на нагревание, определение потерь.

Роберт Андреевич бывал на заседаниях Американского Союза инженеров-электриков — одного из старейших инженерных научно-технических обществ. А. Е. Алексеев, находясь в США, даже вступил в члены этого Союза, благодаря чему получал американскую электротехническую литературу и в самые мрачные годы «холодной войны».

Нью-Йорк был недалеко, и, посещая торгпредство или «Амторг», можно было побывать в театре на Бродвее или на концерте в «Метрополитен опере». В США жили в это время многие известные музыканты, в том числе и русские, знакомые с детства, — Рахманинов, Стравинский. «В России, — вспоминал потом Роберт Андреевич, — Рахманинов играл только свои произведения, в США — уже все. . .». Часто приезжали знаменитые исполнители — Казальс, Крейслер, Годовский, Гофман. . . Сам Лютер там мало музицировал — не хватало времени, но все же А. Е. Алексеев вспоминал, что во время одной из экскурсий, когда они обедали в ресторане, Лютер подошел к роялю (это оказался первоклассный «Стейнвей») и около часа не отходил от инструмента к великому удовольствию немногочисленных посетителей.

Ему и Алексееву предстояло за короткий срок освоить теоретическое и технологическое богатство, создававшееся американцами более полувека, причем творчески освоить, критически, дабы идти вперед, не повторяя старых ошибок. Работать приходилось по шестнадцать часов в сутки. Отдавая должное знаниям русских инженеров, американцы тем не менее, полагаясь лишь на собственный опыт, не рассчитывали на скорое освоение советскими заводами новой технологии. Казалось бы, и факты подтверждали это: несмотря на соглашение о помощи, на присутствие на «Электросиле» м-ра Мидера — американского специалиста по изоляции обмоток, завод никак не мог наладить производство высоковольтных обмоток по американскому типу и вынужден был покупать их целиком за рубежом.

Но им и невдомек было, что на заводе уже существует сильная научная школа, и в сплаве с энтузиазмом советских рабочих и пришедших на заводы молодых инженеров 30-х годов это привело к таким результатам, от которых

оторопели даже выдавшие виды американцы. «Мистер Мидер поражен» — так называлась небольшая книга, в которой рассказывалось об освоении на «Электросиле» новой изоляции для турбо- и гидрогенераторов.

Действительно, группа молодых инженеров со рвением взялась осваивать новую американскую технологию производства высоковольтных обмоток с непрерывной изоляцией на основе микаленты и асфальто-битумных компаундов. За два года был полностью переоборудован изоляционно-обмоточный цех, а будущий его начальник Ф. Т. Сухоруков — прикреплен к американскому консультанту для ускорения передачи опыта. Своими силами завод изготовил машины для производства микаленты и микафолия, станки для намотки катушек, для их растяжки, прессы для опрессовки изоляции. В Германии заказали и смонтировали в пристройке к изоляционному цеху котлы для пропитки под давлением изоляции асфальто-битумными компаундами. Однако первые попытки производства новой изоляции не увенчались успехом, еще раз подтвердив известную истину — чужой опыт не перенимается автоматически. К работе по освоению новой изоляции были привлечены лучшие специалисты завода и ученые вузов Ленинграда. Общее руководство всей работой осуществлял ОБИС — общезаводское бюро исследований. Как вспоминал бывший главный инженер «Электросилы» М. И. Московский, «Энтузиастами этого дела были С. Л. Хоецкий, Д. В. Ефремов, Р. А. Лютер, Ф. Т. Сухоруков, С. В. Люблин, Е. И. Карташев, Ю. И. Сканави, Б. Н. Каноныкин и другие. . .».⁴ И молодые инженеры, только что пришедшие на завод, сутками дежурили в изоляционном цехе, отработывая режимы запечки катушек и компаундировки изоляции. Проводились серьезные исследования, для многих ставшие началом научной работы (Е. Я. Казовский, Ю. И. Сканави). Опыт Р. А. Лютера, вернувшегося из США, где он основательно изучил вопросы производства и испытаний новой изоляции, сыграл громадную роль. К середине 30-х годов уже все заводы СССР перешли на новую изоляцию.

В 1934 г. состоялась третья Всесоюзная конференция по электроизоляционным материалам, проходившая под председательством академика А. А. Чернышова. На ней

⁴ Московский М. И. Завод начал новую жизнь. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 60—66.

выступили Д. В. Ефремов и Р. А. Лютер с докладом «Проблемы изоляции для электрических машин» [20], представлявшим, по существу, первый полный обзор вопросов по ее созданию с обеспечением надежности и долговечности. В нем были обоснованы испытательные напряжения в зависимости от режима работы машины (через трансформатор или непосредственно на сеть) с учетом крутизны фронта волны перенапряжения и распределения ее между витками катушек обмотки; обязательное измерение диэлектрических потерь в изоляции, поскольку значение их свидетельствует о качестве изоляции и уровне технологии ее производства; введены также в практику механические требования к изоляции, оценки различного вида противокоронных покрытий; проведено сравнение различных изоляционных композиций по теплопроводности и теплостойкости.

Доклад нацеливал работников заводов и НИИ, занимавшихся проблемами изоляции электрических машин, на создание таких материалов и композиций, которые позволяли поднять уровень создаваемых генераторов и двигателей, снизить затраты материалов и повысить КПД. С такой постановкой задачи мог выступить только проектировщик электрических машин, но при этом блестяще изучивший все возможности и трудности изоляционного производства.

По возвращении из США необходимо было срочно осваивать новый опыт создания турбогенераторов большой мощности и гидрогенераторов, асинхронных двигателей и машин постоянного тока. Этого требовали быстрые темпы индустриализации. Начавшееся в стране промышленное обновление в первую очередь затронуло энергетическую промышленность. За один год (с 1929/30 по 1930/31) выпуск электромашиностроительных заводов возрос в 3.2 раза,⁵ общая мощность асинхронных двигателей — в два раза. Выпуск турбогенераторов по суммарной мощности возрос в три раза, хотя по количеству машин — только на двадцать процентов: наибольшая единичная мощность турбогенератора составляла в 1928 г. — 10 000 кВт, в 1929 г. — 24 000 кВт, а в 1932 г. — уже 50 000 кВт. По сравнению с машиной мощностью 10 000 кВт удельный расход материалов на 50-тысячнике снизился почти в три раза, а коэффициент полезного действия возрос почти на 2 %.

⁵ Советское электромашиностроение. Л., 1932.

За короткий срок, менее двух лет, была разработана новая серия турбогенераторов на 3000 об/мин, производство которой началось в 1934 г. Она включала всего четыре типа — 6000, 12 000, 25 000 и 50 000 кВт, которые были легче машин старой серии в среднем на 25 % (экономия меди составляла от 15 до 35 %, стали сердечника — от 16 до 26 %) и имели КПД на 0.15—0.72 % выше. Эта серия была одной из лучших в мире. Сокращение удельного расхода материалов было достигнуто за счет улучшения системы охлаждения и в первую очередь вентиляции. Новая система вентиляции разрабатывалась Н. П. Ивановым, вскоре ставшим начальником конструкторского бюро турбогенераторов; его статья на эту тему появилась в журнале «Электричество» в 1932 г. Возглавляли разработку серии Р. А. Лютер и А. Е. Алексеев. Все расчеты проводил или проверял лично Роберт Андреевич, а Александр Емельянович при разработке конструкции умело заботился о том, чтобы все решения в серии были едиными и принимались на основе научного подхода [10—14]. Последний выражался прежде всего в том, что проектировщики не останавливались на потребностях ближайшего будущего, а разрабатывали машины далекой перспективы, заранее выясняя, какие материалы потребуются, какие системы охлаждения будут достаточны и какие научные работы предстоит провести для освоения этих гигантов (в каждую эпоху так называли машины предельной мощности). В уже упоминавшейся книге «Советское электромашиностроение» сказано, что в 1932 г. разрабатывались машины мощностью 50, 100, 200 и 400 тыс. кВт, т. е. турбогенераторы, ставшие ведущими при строительстве тепловых электростанций в 50—60-е годы. Значит, завод, едва набрав силу после реконструкции, уже нацеливался в будущее, и ряд вопросов развития турбогенераторостроения был поставлен и правильно решен еще в 30-е годы [13—15].

В области гидрогенераторостроения после некоторого затишья также резко увеличивалась программа работ, а впереди стояли грандиозные задачи. Так, в 1932 г. была поставлена задача обеспечить выпуск 17 гидрогенераторов общей мощностью 323 000 кВт, в том числе таких машин, как генераторы Днепрогэса (4 по 62 000 кВт), для Свирьской и Рионской ГЭС, второй очереди ЗАГЭС и др. [16]. Новые запросы проектных организаций ошеломляли своей грандиозностью. Предполагалось строить станции на

Волге вблизи Камышина, где требовалось установить 10 гидрогенераторов мощностью по 115 тыс. кВт, и на Ангаре, где единичная мощность гидрогенератора составляла уже 165 тыс. кВт. Проекты этих машин были выполнены под руководством А. Е. Алексева и Р. А. Лютера, причем никаких принципиальных трудностей, кроме создания подпятников на повышенную нагрузку, заводские специалисты не отметили.

Итог работы по перспективному проектированию генераторов был подведен в докладе А. Е. Алексева и Р. А. Лютера «О мощных синхронных генераторах для районных турбо- и гидроэлектростанций» [10]. В нем рассмотрены возможности постройки турбогенераторов мощностью до 100 000 кВт как в двухполюсном, так и четырехполюсном исполнении, а также гидрогенераторов мощностью до 200 000 кВт. Затронуты практически все проблемы крупного генераторостроения: шкала мощностей, номинальные напряжения, значения параметров, изоляция и допустимые температуры обмоток, система охлаждения, защита от перенапряжений и сверхтоков, системы возбуждения и регулирования напряжения, необходимость применения демпферных обмоток, конструкция, перспективы увеличения размеров поковок и повышения предельных мощностей. Доклад представляет как бы развернутую программу генераторостроения.

С начала 30-х годов «Электросила» выходит на самостоятельный путь развития генераторостроения. Этому способствует и развитие турбостроения на Металлическом заводе, освоившем производство и разработку паровых и гидравлических турбин.

В эти годы на «Электросиле» не только велось промышленное строительство, не только шла борьба с техническим консерватизмом за утверждение новых принципов и передовых конструкций, доходившая подчас до «показательных технических судов» над различными вариантами конструкций, но и шла борьба за нового рабочего и нового инженера, как, впрочем, и на всех советских заводах. Как говорилось в те времена, — ковались новые кадры.

На завод пришло пополнение инженеров, получивших образование в годы советской власти. Они влились в конструкторские бюро, общее руководство которыми осуществлял А. Е. Алексеев, в Общезаводское бюро исследований, которым руководили М. П. Костенко и Д. В. Ефремов, составили костяк расчетных групп, которыми руководил

Р. А. Лютер. Среди них были впоследствии широко известные специалисты, занимавшие крупные посты в промышленности, будущие профессора и директора научных институтов; крупные ученые и инженеры, труды которых известны каждому электрику в СССР. Достаточно назвать имена прославленных конструкторов Н. П. Иванова, А. С. Еремеева, К. Ф. Костина, В. В. Титова; профессоров, докторов наук В. Т. Касьянова, Е. Я. Казовского, Е. Г. Комара, Б. Н. Красовского, Т. Г. Амбарцумова, И. Д. Урусова, М. И. Алябьева, Н. А. Моносзона, А. Т. Блажкина; таких известных всем электромашиностроителям специалистов, как Г. К. Жерве, Н. Я. Самойлович, Д. Б. Шапиро, Б. С. Рогинский, И. Н. Рабинович. . .

Придя на завод в удивительные 30-е, все они работали с небывалым энтузиазмом и подъемом и считали «Электросилу» своей главной школой. Семинары по проектированию двигателей серии А, проводившиеся по вечерам на квартире А. Е. Алексеева, обсуждение выполненных в ОБИС работ, конструкций за чертежной доской или у рабочего стола были уроками этой школы.

В начале 30-х годов возникло ударничество, а затем и стахановское движение, ставшие колоссальными источниками роста производительности труда. То, что на Западе достигалось изощренной эксплуатацией, потогонной системой и страхом безработицы, в СССР выросло из энтузиазма и технического творчества рабочей массы. В одной из книг тех лет была помещена статья председателя завкома «Электросилы»,⁶ где рассказывалось, между прочим, о борьбе за чистоту рабочих мест. Специальная комиссия, назначенная завкомом из передовых рабочих, в сопровождении оркестра ходила по цехам с проверкой. У образцово чистых рабочих мест исполнялся туш, а возле неряшливых — «Чижик-пыжик». Велась борьба с простоями из-за плохой организации труда и прогулами по вине рабочих. Возраставшие объемы производства требовали пополнения рабочей силы, а также укрепления работы инженерных служб завода.

⁶ Г а л у ш к и н В. М. Самый короткий в мире рабочий день должен быть самым производительным. — В кн.: Ленинградские электрики к XVII съезду партии. Л., 1934, с. 19—22; И в а н о в А. М. Успехи «Электросилы» — это успехи генеральной линии партии. — Там же, с. 17—18.

А. М. Иванов, назначенный директором в 1931 г., горячо взялся за перестройку производства: реорганизовал и сократил заводууправление, передал больше власти начальникам цехов; когда обнаружилось, что руководство цехов в основном состоит из практиков, начал переводить туда дипломированных инженеров, для чего упразднил в 1933 г. ОБИС и «урезал» конструкторские отделы. Производство несомненно выиграло — талантливые специалисты, переведенные в цеха, составили костяк руководства, но часть специалистов покинула завод. В этих условиях Лютеру пришлось работать еще больше. Он отказался от профессорской должности в ЛЭТИ, сосредоточив все силы на заводской работе.

В ноябре 1934 г. его снова командировали в США, на этот раз по вопросам проектирования крупных машин постоянного тока и электроприводов для металлургической промышленности. Первый такой электропривод для блюминга, изготовленного на Ижорском заводе, «Электросила» выпустила еще в 1931 г. Мощность его главного двигателя составляла 7000 л. с., агрегат питания двигателя системы Ильгнера состоял из двух генераторов постоянного тока по 3000 кВт на одном валу, громадного маховика и приводного асинхронного двигателя мощностью 5000 кВт. В комплект также входил пятимашинный возбуждательный агрегат, распределительный щит и прочее оборудование. При входе болванки в валки блюминга агрегат развивал мгновенную мощность, в три раза превышающую номинальную за счет энергии, запасенной в маховике. Система электропривода разрабатывалась под руководством А. С. Шварца, электрические расчеты машин постоянного тока проводились В. Т. Касьяновым. В связи с развитием металлургической базы СССР было намечено строительство нескольких десятков прокатных станков и для части их оборудование закупалось за рубежом, в том числе и в США. В то время, как рассказывал впоследствии Р. А. Лютер, американцы еще не овладели всеми тонкостями проектирования крупных машин постоянного тока, и приходилось анализировать их разработки и консультироваться одновременно с европейскими фирмами. Вскоре электросиловские инженеры сумели настолько хорошо овладеть вопросами теории работы и конструкции прокатных машин, что перестали нуждаться в зарубежной помощи.

В начале 30-х годов должность, которую занимал

Р. А. Лютер, — «инженер-математик по особым поручениям» — переименовали в «шеф-электрик» — модификация принятого в американских фирмах названия «главный электрик-консультант» (chief electrical consulting engineer). Так, в частности, называлась должность, которую занимал в фирме «Дженерал Электрик Компани» Чарльз Протеус Штейнметц. В принципе такой инженер должен консультировать всех, кто обращается к нему по техническим вопросам, советовать, какое решение из возможных целесообразнее, а для этого, разумеется, должен сам проводить расчеты и сравнения, умея делать это значительно лучше многих. Уже в начале 30-х годов в конструкторских бюро, которые разрослись настолько, что А. Е. Алексею пришлось выделить из состава отдела новых конструкций самостоятельное бюро турбогенераторов (Н. П. Иванов), гидрогенераторов (Р. Я. Абе), крупных машин, нормальных машин и специальных расчетов, работали специалисты достаточно высокого уровня. Но нужны были руководители, которые сумели бы разработать принципы научно-технической политики на длительное время вперед, объединили бы усилия творчески мыслящих инженеров для разработки перспективы, для решения самых технических трудных и самых важных, принципиальных задач. Одним из них наряду с Алексеевым, Костенко, Ефремовым стал Лютер.

На фоне развития массового технического творчества рабочих, стахановского движения и постоянного роста производства ликвидация ОБИС сказалась не сразу, но через год-два она уже остро ощущалась. Вот что писал тогдашний директор завода Кузьма Кириллович Дьяченко, сменивший в 1936 г. А. И. Иванова: «Коэффициенты запаса прочности для валов электрических машин сильно варьируют. Применяющиеся расчеты валов не дают понятия о действительной прочности переменного характера напряжений и не учитывают влияния концентрации этих напряжений. . . Больше элементов расчета, больше нормализованных деталей, каждый раз обоснованный выбор запаса прочности. . . Только такие методы работы конструктора и расчетчика дадут возможность создать машины, обладающие наивысшими показателями и наименьшим весом, наибольшей прочностью и надежностью. Мы решили укомплектовать каждое конструкторское бюро квалифицированными работниками, переводчиками и техническим персоналом специально для систематизации

материалов расчетов, конструкций, испытаний и эксплуатации выпущенных машин. . .

При шеф-электрике организуется особая группа высококвалифицированных работников, задачей которых является разработка методов расчета машин и решение общих проблем электромашиностроения (вентиляции, коммутации, тепловых расчетов и пр.). Деятельность этой группы должна протекать в тесной связи с экспериментальной работой нашей центральной лаборатории. . .».⁷

Научно-технический центр снова возрождался. На Р. А. Лютера, как на общепризнанного лидера, возлагались самые трудные задачи — разработка перспективных вопросов и развитие теории. Ему пришлось объединить вокруг себя молодых талантливых специалистов, поручив им официально и неофициально различные части этой работы. Так сложился своеобразный стиль работы Лютера, в котором «горизонтальные связи», как теперь говорят управленцы, играли большую роль, чем «вертикальные».

Жизнь и вне завода отличалась строгим распорядком. После смерти матери хозяйкой дома стала старшая сестра. Брат Александр Андреевич, женившись, переехал в другой район города. Вот как описывает домашний уклад Лютера его племянник Г. Л. Брунс, живший с ним в одной квартире с 1928 по 1941 г.: «. . . регламент жизни Роберта Андреевича был безупречен и подчинялся только времени, которое, в свою очередь, определялось по многочисленным часам, висевшим на стенах. Каждые из них показывали свое время и никогда не переводились, но поправки к каждому он знал в точности. . .

После прихода с работы следовал ужин, затем занятия за письменным столом и, наконец, игра на рояле. . .

. . . Воскресенье отличалось от будней тем, что после завтрака следовала прогулка на о-в Голодай, затем обед, потом игра на рояле. В начале тридцатых годов он еще посещал филармонию (только фортепианные концерты). . .

Гости посещали его регулярно два раза в месяц. Заранее приглашенные по телефону, они приезжали около 7 вечера в воскресенье, в 8 часов подавался чай, в 9 — игра на рояле, в 10 часов гости разъезжались. Среди них мне запомнились Алексеев, Толвинский, Шварц, Черногубовский, Еремеев, Ефремов. Приезжали они с женами,

⁷ Дьяченко К. К. Овладеваем нормами научно-технического прогресса. — Предприятие, 1936, № 13, июль, с. 3—4.

а Шварцы и с дочерью, которая числилась крестницей Роберта Андреевича. Примерно один раз в месяц его навещал брат Александр Андреевич (с женой), инженер-строитель, который жил в центре города. Дни рождения его и сестры никогда не отмечались и проходили незаметно».⁸

Заводские условия мало приспособлены для научных изысканий, поэтому все сложные теоретические задачи решались дома, вечерами. Редкими стали развлечения, были заброшены любительские концерты, оставлена преподавательская работа. За десять лет напряженной работы (с 1929 по 1939 г.) Лютеру не только удалось поднять уровень расчетов и исследований на «Электросиле» до уровня самых передовых фирм мира, но и заложить основы собственной научной школы в электромашиностроении. Он изучил практически все вопросы теории и практики, технологии и организации производства с той степенью тщательности и добросовестности, какая была присуща только ему.

В середине 30-х годов завод, лишившись нескольких ведущих специалистов, по разным обстоятельствам покинувших его, для решения научных вопросов приглашает консультантов, но даже самым талантливым из них не удалось проникнуть во все глубины технической политики завода, до тонкостей понятной Лютеру. Он становится неофициальным, но весьма авторитетным руководителем и вдохновителем технического развития завода.

Наука и производство

- Теория, что это означает?
- Что с практикой совпасть должно,
Но никогда не совпадает!
- А практика? Вопрос твой глуп, мой милый! —
- Получен новый нужный результат,
А почему — никто понять не в силах!

*Стихотворная «электротехническая» шутка,
приписываемая Вернеру Сименсу*

Работа теоретика и экспериментатора в науке и технике похожи. Ученый исследует, обобщает и, если возможно, связывает факты, полученные из наблюдений или обдуманного опыта. «Чистая» наука изучает явления природы,

⁸ Архив автора, письмо Л. Г. Брунса от 19 IV 1981 г.

существующие в принципе и без вмешательства человека. В технике объект изучения — творения человеческих рук. Их можно менять и улучшать до достижения поставленной цели, и задача ученого — ускорить и облегчить создание новых машин или приборов и способов их изготовления. Оружие ученого-теоретика — математические модели, как созданные им новые, так и уже известные, и в технических задачах, пожалуй, больше уравнений. Но в работе техника-теоретика есть одна особенность: он опора и помощник конструктора или технолога и поэтому должен хорошо знать производство, что в «чистой» науке необязательно.

Использование ученых в промышленности началось еще в XVII в. и с большим эффектом: когда Исаак Ньютон стал во главе монетного двора, он ухитрился, не набирая новых рабочих, в несколько раз увеличить выпуск монеты. Как это удалось ему, до сих пор тайна. Крупные промышленные фирмы стали систематически привлекать к работе ученых с конца прошлого века.

Примерно до 80-х годов XIX в. электротехническая промышленность развивалась на базе эмпирики. Иначе говоря, машины и аппараты строили без точных расчетов, методы которых, правда, уже существовали. Рассказывают, что знаменитый Энгельберт Арнольд, написавший первую в мире книгу по электрическим машинам, однажды, уходя из мастерской Рижского политехнического института, показал мастеру пальцами на своем зонтике диаметр якоря нового генератора: сделай, дескать, вот таким! Но уже в 1880 г. на основе только расчетов была предсказана выгода повышения напряжения линий электропередачи с ростом расстояния (Д. А. Лачинов, М. Депрэ, О. Фрелих).

Достижения практики требовали теоретического обобщения. В 1881 г. в Париже собрался первый Международный электротехнический конгресс, установивший единую систему измерения всех электрических величин. Тут электротехники во главе с Кирхгофом, Гельмгольцем, д'Арсонвалем, Ленцем, Граммом, Потье, У. Томсоном и другими крупнейшими физиками опередили все остальные науки. Ведь длину, например, измеряли где в метрах, а где и в футах спустя еще сто лет! На выставке, открывшейся одновременно с Конгрессом, уже демонстрировались в зародыше многие применения электричества, что позволило прозорливому Варлену Деларю сказать при

закрытии Конгресса: «Когда новый конгресс соберется, например, полвека спустя, большое развитие электрической энергии, которое мы теперь имеем перед нашими глазами, будущему конгрессу может быть покажется таким же микроскопическим, как маленькая электромагнетическая искра Фарадея в сравнении с действием машин настоящего времени».¹

Действительность превзошла все ожидания. Однако уже тогда было ясно, что электротехника, во-первых, очень перспективная отрасль и, во-вторых, для ее успешного развития требуется теория и глубоко продуманный промышленный эксперимент; требуется создать практически удобные и точные методы расчета машин и приборов, устройств электропривода и автоматики. Пожалуй, первыми это поняли американцы — не правительство, а руководители крупных фирм. Точнее говоря, из-за недалковидности правительства «капитанам индустрии» пришлось самим быть дальновидными.

Даже в 1917 г. профессор Массачузетского технологического института У. Р. Уитни, выступая на торжественном обеде, с горечью отмечал, что в США профессор — только преподаватель, а не работник в науке, в отличие от Германии, где профессор «почти что господь бог»,² где он обязан иметь научную школу. Сам Уитни одним из первых стал совмещать преподавание с научной работой в исследовательской лаборатории фирмы «Дженерал Электрик». Но еще за несколько лет до него эта фирма в буквальном смысле купила одного из самых блестящих ученых-электротехников — Чарльза Протеуса Штейнметца, купила вместе с предприятием, где он работал, и назначила на должность главного научного консультанта, предоставив широчайшие возможности для теоретической и экспериментальной работы. В статье, опубликованной в первом номере «Дженерал Электрик Ревью» за 1917 г., Штейнметц писал:

«Промышленность и вместе с нею вся современная цивилизация зависят от техники. Техника, однако, не что иное, как прикладная наука, и наука, таким образом, является основанием, а научные исследования, в конечном счете, — инструментом, создавшим нашу цивилизацию.

¹ Цит. по: Пятый Международный электротехнический конгресс. — Электричество, 1932, № 19, с. 876.

² Withney W. R. Research. — GER, 1917, N 1, p. 114.

В течение веков главными домами научных исследований были университеты и другие учебные заведения. Но при жизни последнего поколения, однако, развитие промышленности шло так быстро и требовало результатов исследований в таком объеме, что университеты не смогли питать ее, и отрасли промышленности, особенно бурно развивавшиеся, как химия, электротехника и др., открыли поле для научных исследований. . . Научно-исследовательские лаборатории в промышленности представляют зачастую малую часть научной работы, проводимой в промышленности. . . Научная работа проводится в лабораториях по испытанию материалов, лабораториях стандартизации, отделах новых конструкций и т. п. и, как правило, поощряется руководством корпорации».³

Мы не зря упомянули здесь Ч. Штейнметца. В личном архиве Лютера нашлась после его смерти папка с надписью «Штейнметц», где были собраны, увы, немногочисленные публикации об этом замечательном ученом и человеке.

Лютер побывал в Скенектеди через шесть лет после смерти Штейнметца, когда память о нем была еще свежа, но уже начала обрастать славными легендами. Он знал его работы и ценил как ученого. По-видимому, и личность Штейнметца — революционера-социалиста, бескорыстного, доброжелательного и отзывчивого человека, начисто лишённого тщеславия, — очень импонировала Лютеру, став для него своего рода научным и моральным эталоном. В уже цитированной нами статье Штейнметца с горечью говорилось о вреде псевдонаучных исследований, «возникающих от желания самоутверждения, тщеславия, коммерческой выгоды и рекламы, например, чтобы обосновать теорию, которую выдвинул изобретатель в своих патентах. Такие работы дискредитируют науку в глазах публики, так как она не различает подлинную науку от псевдонауки». Как и Штейнметц, Роберт Андреевич был неутомимым тружеником, создававшим вокруг себя атмосферу творческого мышления. Штейнметц был убежденным социалистом, а Лютер работал в первом социалистическом государстве мира на впервые принадлежащем народу предприяттии. Не это ли родство характеров и сходство взглядов определило судьбу Лютера, который, как и Штейнметц, стал для своих коллег «своего

³ Steinmetz Ch. Scientific research and its relation to the industries. — GER, 1917, N 1, p. 110.

рода верховным судом в научных и технических вопросах. . .».⁴

Не секрет, что успех работы творческого коллектива, будь то в науке или технике, в огромной степени зависит от личностных качеств возглавляющего. И не только от его таланта, преданности общему делу, но и от характера, всякая отрицательная черта которого незамедлительно сказывается на работоспособности и слаженности коллектива отнюдь не в сторону их повышения. По-видимому, Лютер рано и прочно усвоил эту жизненную философию. А он понимал, как и Штейнметц, что научные исследования в промышленности должны быть самой высокой пробы. Должность «инженер-математик» вполне его удовлетворяла, а задачу он себе поставил большую и сложную: создать наиболее общую современную теорию работы электрических машин и на ее основе — наиболее точные методики их расчета. Дерзкую задачу, если учесть отставание России, строившей социализм под постоянной угрозой интервенции, от Запада, недостаточную экспериментальную базу в промышленности, постройка которой требовала миллионов и миллионов. Но и крайне необходимую задачу, продиктованную бурным развитием электротехники, потребностями страны в росте энергетического потенциала.

Академик М. П. Костенко на 60-летию Лютера в 1949 г. пошутил, что из-за Роберта Андреевича, дескать, «Электросила» не имеет до сих пор современной экспериментальной базы — он все может рассчитать наперед. Так что задача была не только поставлена, но и, как видно, решена.

Как же он добился таких результатов?

Прежде всего надо было в кратчайший срок освоить весь научный багаж, накопленный в электротехнике ведущими фирмами и научными центрами. Тут много помогло общение с крупными зарубежными специалистами и зарубежные командировки. Второе — постоянная работа с литературой. Роберт Андреевич с 20-х годов выписывал всевозможные научные и технические журналы, тратя на это немало своих личных денег. То, что Лютер не мог получить сам или через заводскую библиотеку, он читывал в библиотеках Ленинграда или выписывал из московских библиотек, разыскивая нужные статьи по ссылкам. У него была своеобразная манера знакомства

⁴ W a g o n e r K. D. Steinmetz: a myth and a man. — GER, 1954, N 6.

с содержанием журнала: сперва тема статьи и фамилия автора, потом — выводы и рисунки, а дальше, если это было ему интересно, — весь текст.

Заводская практика требовала проверки материалов чужих публикаций, и если в статье содержался метод расчета, Роберт Андреевич тотчас применял его на практике, сравнивая результаты с опытом. Частенько он находил в статьях опечатки, а иногда и серьезные ошибки, заставлявшие браковать метод. Все мало-мальски ценные статьи конспектировались в очень сжатой форме — с акцентом лишь на необходимое. Конспект переписывался на кальку и размножался в виде технической информации — ТИ, рассылавшейся по конструкторским отделам и в лаборатории. Если в нем был пример расчета, то это называлось техническим расчетом — ТР, а если такой расчет мог быть принят как дополнение к методике, — ТМР. Такая проработка всей новой литературы в громадной степени повышала ценность работы: для практики оставались только проверенные методы. На оглавлениях новых научных журналов, поступавших в заводскую библиотеку, Лютер против названий интересных статей писал, какому конструкторскому бюро или инженеру лично он рекомендует эту статью.

В 30-х годах настало время унифицировать и методики расчета: каждый инженер-расчетчик пользовался в 20-х годах главным образом литературными данными, зачастую разных авторов. Это затрудняло сравнение результатов проектов. Лютер поручил работу по составлению методик электромагнитного поверочного расчета ведущим инженерам-расчетчикам выпускающих отделов, оставив за собой только редакцию и окончательные решения в спорных вопросах. Будучи сам первоклассным проектировщиком, он знал, что только специалисты, постоянно занимающиеся практическим проектированием, придадут методике расчета форму, наиболее удобную для пользования ею, и, значит, расчетчик, решая сложную задачу выбора оптимального варианта, будет избавлен от размышления о способе использования методики, сосредоточив внимание на конечном результате.

В 1933—1935 гг. сборник формул (инструкция) для поверочного расчета синхронных машин был разработан Я. М. Картузовым и старейшим расчетчиком завода В. С. Коцем. В него вошли работы Р. А. Лютера по параметрам и потерям [18, 19] в синхронных машинах. Допол-

нительные материалы публиковались в виде технических отчетов. Аналогичные сборники формул для расчетов асинхронных машин были выпущены Б. И. Кузнецовым, Н. Я. Самойлович и О. Б. Певзнером; по расчету турбогенераторов и турбовозбудителей — Ф. А. Дементьевым, М. Л. Брициным и Н. А. Моносоном [31]; по расчету машин постоянного тока — М. И. Алябьевым и И. Н. Рабиновичем. Эти методики затем уступили место более точным, что описано в работе Н. Я. Самойлович.⁵

Для уяснения явлений в синхронных машинах Роберт Андреевич совместно с Дмитрием Иосифовичем Заславским начал капитальный труд — «Заводское руководство по теории синхронной машины», первая часть которого увидела свет (на синьках) в 1936 г. [25]. Его название может вызвать недоуменные вопросы. Почему *заводское* руководство? Чем оно отличается от просто руководства, и зачем оно нужно, если есть литературные источники — учебники, например?

Начнем с того, что в то время ни одного последовательного руководства по теории синхронной машины не существовало. Были учебники, но лучший из них — «Электрические машины»⁶ Р. Рихтера — еще не был переведен на русский язык, а второй том — «Синхронные машины» — только вышел из печати на немецком языке. Кроме того, предназначенная для студентов, книга Рихтера давала представление о работе синхронной машины с физической точки зрения, но не всегда позволяла рассчитать те или иные режимы работы. Она не была согласована с американскими трудами последних лет, учитывавшими необходимость расчетов переходных режимов в системах с синхронными генераторами, и, естественно, с американскими приемами расчета синхронных машин. Учебники, опубликованные к тому времени в СССР, были рассчитаны только на студентов, требовалось же поднять уровень мышления уже опытных инженеров. Журнальные статьи были зачастую чересчур сложны даже для специалистов высокого уровня, кроме того, они не давали единой картины. Этот пробел чувствовали все ученые, работавшие в промышленности, и пытались заполнить его, каждый — по-своему. Профессор М. П. Костенко, считая, что теории надо учесть

⁵ Самойлович Н. Я. Совершенствование методик расчета электрических машин. — В кн.: Электросила, Л., 1968, № 27, с. 145—148.

⁶ Рихтер Р. Электрические машины: В 5-и т. М.; Л., 1934—1962.

в вузе, взялся за рукопись своего знаменитого учебника «Электрические машины»,⁷ который смог издать только десять лет спустя — обстоятельства все время отрывали его от работы над ним. Часть материала вошла в совместный учебник А. Е. Алексеева и М. П. Костенко «Турбогенераторы»,⁸ вышедший в предвоенные годы. Профессор А. Я. Бергер, работавший начальником конструкторского бюро турбогенераторов на ХЭМЗ, выпустил в 1936—1937 гг. книги «Основные элементы новейшей теории синхронной машины»⁹ и «Синхронные машины»,¹⁰ рассчитанные на читателя-студента. Роберт Андреевич выпустил в 1936 г. первую часть заводского руководства [25] и к 1938 г. [26] закончил в первом варианте вторую часть. Авторы учебников по электрическим машинам сверялись с этим руководством и консультировались с Лютером по вопросам теории и расчета. Его статьи по наиболее сложным вопросам теории и расчета, опубликованные к тому времени [18, 19, 30], также служили ориентиром для других специалистов.

С 1934 г. по инициативе технического отдела завода, которым руководил Д. В. Ефремов, стали (нерегулярно) выходить сборники работ завода «Электросила». Их размножали на синьках достаточным числом экземпляров, чтобы снабдить библиотеку, конструкторские бюро, лаборатории, некоторые предприятия-смежники, наркомат и даже авторов, у которых и сохранились до сих пор отдельные экземпляры этого уникального и, увы, непрочного издания. Сборники эти ценились гораздо выше, чем некоторые многотиражные труды. В первом из них была опубликована, например, статья Д. И. Заславского по теории дробных обмоток — предмету, по которому много лет спустя студенты, приходившие работать на «Электросилу», выносили из вузов недостаточные знания. Там публиковались исследования ведущих специалистов завода: Б. И. Кузнецова, Т. Г. Амбарцумова, Б. С. Рогинского — по расчетам асинхронных двигателей с двойной клеткой и с глубоким пазом, после которых эти методы расчета

⁷ Костенко М. П. Электрические машины: Общий курс. М.; Л., 1944.

⁸ Алексеев А. Е., Костенко М. П. Турбогенераторы. М.; Л., 1939.

⁹ Бергер А. Я., Васильев С. В., Сысоев В. И. Основные элементы новейшей теории синхронной машины. М.; Л., 1937.

¹⁰ Бергер А. Я. Синхронные машины. М.; Л., 1936.

прочно вошли в заводскую практику и в вузовские учебники; Ф. А. Дементьева и М. Л. Брицина — по параметрам турбогенераторов; А. С. Еремеева — по расчетам машин переменного тока; В. Т. Касьянова и М. И. Алябьева — по машинам постоянного тока и другие работы. Всего до Великой Отечественной войны вышло четыре таких сборника.

В связи с увеличением единичной мощности агрегатов и ростом энергосистем начиная с 30-х годов в СССР, как немногим ранее в США, возникает задача повышения устойчивости параллельной работы электрических станций. Ее решением занимаются А. А. Смуров и А. А. Горев. Кроме того, не только для правильного определения динамической устойчивости работы синхронных генераторов, но и для создания их защиты требовалась достаточно систематизированная и приспособленная для нужд инженеров-практиков методика расчета переходных процессов. Эта методика была в значительной мере уже разработана американскими инженерами — Парком, Догерти и Найклом, но в ней оставалось немало темных мест, к тому же опубликованные материалы не представляли законченного руководства.

В 1936—1937 г. Роберта Андреевича удалось уговорить прочесть краткий курс теории переходных процессов синхронных машин в Институте усовершенствования ИТР при Ленэнерго. Удалось уговорить под тем предлогом, что обучать персонал, эксплуатирующий электросиловое оборудование, — в интересах специалистов завода. В основу курса было положено содержание «Заводского руководства». Подготовленный конспект предложили издать отдельной книгой. Так в 1939 г. вышла небольшая книга Лютера «Теория переходных процессов синхронной машины с применением операторного анализа» [28].

В книге меньше ста страниц и много опечаток, бумага газетная, нет переплета, но она — первая в мировой литературе книга, где кратко, последовательно, точно и ясно изложена теория переходных процессов синхронной машины со всеми практически важными следствиями. Выведены формулы для переходных токов в фазах обмотки и моментов вращения при внезапных коротких замыканиях, асинхронных режимах, отключении короткого замыкания, качаниях. При выводе формул учтены активные сопротивления цепей статора и показано, когда этими сопротивлениями можно пренебречь.

Во всех возможных случаях Лютер прибегал к самому простому и физически ясному методу решения: например, формулы для фазных токов при несимметричных коротких замыканиях с точностью до первых трех гармоник получены с использованием метода симметричных составляющих, что гораздо проще, чем у других авторов, и «перекидывает мостик» между расчетами токов короткого замыкания синхронной машины и тока короткого замыкания сети.

Несмотря на маленький объем в книге есть практические формулы для расчета индуктивных и активных сопротивлений обмоток, а также данные эксперимента, подтверждающие точность расчетов. Книга вышла тиражом всего 500 экземпляров и сразу же стала редкостью. К настоящему времени уцелело не более пятидесяти ее экземпляров. Сколько кандидатских и докторских диссертаций было потом написано и защищено в развитие идей, изложенных в этой книге! . . По «индексу цитирования» это и сейчас одна из самых ценных книг для специалистов по переходным процессам.

Работа над теорией синхронной машины продолжалась и после выпуска книги: отдельные вопросы расчета исследовались в технических отчетах, выпускавшихся на заводе. Так, были изучены режимы работы синхронной машины на емкость, усовершенствованы методы расчета моментов вращения в переходных режимах, что составило впоследствии начало третьего тома «Заводского руководства» [27].

Развитие теории шло рука об руку с практикой. В 1937 г. были изготовлены двухполюсные турбогенераторы на 3000 об/мин мощностью 50 тыс. и 100 тыс. кВт. Последний был самым мощным в мире двухполюсным генератором. У американцев были турбогенераторы мощностью 100 и даже 200 МВт, но на 1800 об/мин, создание которых — технически менее сложная задача.

«Характерно, — писал В. В. Титов (в те годы — конструктор, впоследствии — заместитель главного конструктора по турбогенераторам), — что иностранные специалисты категорически отрицали возможность создания такой машины и предсказывали ее неизбежный выход из строя. Однако этот турбогенератор, претерпев эвакуацию в годы войны, до сих пор благополучно работает на Урале».¹¹ Этот генератор проработал сорок лет!

¹¹ Титов В. В. От 500 кВт до 500 МВт. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 174—180.

В 1940 г. начали разрабатывать первый опытный турбогенератор мощностью 25 000 кВт с водородным охлаждением и под руководством Лютера провели расчет серии до 150 000 кВт в единице на 3000 об/мин. Проектировались и выпускались гидрогенераторы для Рыбинской и Угличской ГЭС, для Чирчикской ГЭС и Нива-ГЭС, строились крупнейшие машины постоянного тока, в том числе и первые машины с двухходовыми обмотками, синхронные компенсаторы мощностью до 30 000 кВт · А, асинхронные двигатели серии АД и АМ [21, 23], синхронные генераторы и двигатели. Испытательные станции в цехах работали с полной нагрузкой, и результаты испытаний пополняли копилку опыта, позволяли уточнить методы расчета. Расчетные группы всех конструкторских бюро завода занимались обобщением данных испытаний. Наиболее тщательно эта работа проводилась в бюро асинхронных машин, продукция которого была самой массовой. Б. И. Кузнецов писал: «... в бюро асинхронных машин велась систематическая работа по анализу и обобщению экспериментальных данных, по уточнению и дальнейшей разработке методик электрического расчета, а также по ряду теоретических вопросов. Такие работы возглавлялись Н. Я. Самойлович. Одним из наиболее важных результатов этих работ было составление всеобъемлющей методики расчета асинхронных двигателей, которая с соответствующими уточнениями и добавлениями до сих пор применяется не только на заводе «Электросила», но и на других электромашиностроительных заводах Советского Союза»¹² (здесь Борис Иванович Кузнецов из скромности умолчал о своих заслугах в создании методики расчета асинхронных машин).

К 1941 г. ряд специалистов вернулись на «Электросилу». Оживилась исследовательская работа, появились новые необычные заказы. В том же году директор завода Н. А. Абакумов едва ли не в приказном порядке принудил Лютера представить документы в Ученый совет ЛЭТИ для присуждения ученой степени. Научную деятельность Лютера на заседании совета охарактеризовал профессор И. В. Токов, работавший одновременно на «Электросиле» и хорошо знавший Роберта Андреевича. Совет единодушно постановил присудить Лютеру ученую степень доктора тех-

¹² Кузнецов Б. И. Асинхронные двигатели мощностью до 100 кВт. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 243—245.

нических наук по совокупности опубликованных в печати трудов и заводских методик расчета. Решение совета было направлено в ВАК незадолго до начала Великой Отечественной войны.

В сентябре 1941 г. завод оказался в прифронтовой полосе. Производство машин и аппаратов было сокращено, завод стал работать на оборону. Часть оборудования, несколько сот специалистов и рабочих удалось вывезти в Свердловск и Томск. В конце сентября по решению правительства из блокированного Ленинграда была эвакуирована группа ученых и в их числе Роберт Андреевич. Его назначили шеф-электриком на завод им. М. И. Калинина в пос. Баранча Свердловской области (ныне — пгт Баранчинский). Завод этот возник в 20-е годы на базе оборудования эвакуированного в 1917 г. из Ревеля завода «Вольта» — того самого, где Лютер работал в 1911 г. инженером пробного отделения. Вместе с Лютером в Баранче оказался и С. В. Мосевич, участвовавший в монтаже и пуске оборудования Баранчинского завода в 20-е годы, ведущие специалисты «Электросилы», в том числе Б. И. Кузнецов, А. С. Еремеев, И. Н. Рабинович, инженер из Чехословакии Ф. К. Геллер, эмигрировавший в СССР, ведущий специалист завода «Электрик» М. М. Алексеева и ряд других.

В годы Великой Отечественной войны завод им. М. И. Калинина трудился с предельной нагрузкой, однако Роберт Андреевич не только сам продолжает заниматься теорией и методами расчета, но и создает сильный коллектив, хотя для методической работы оставались зачастую только вечера и ночи. Все участники этого коллектива выполняли еще и свои прямые обязанности. Так, например, А. С. Еремеев работал главным технологом завода. Вынужденная задержка в разработке новых крупных машин, турбо-и гидрогенераторов была использована для своеобразного подведения итогов — пересмотра и доработки методик расчета.

Эта работа заняла почти четыре года. В ней принял активное участие профессор В. А. Толвинский, специально приехавший в Баранчу из Йошкар-Олы, где он работал в Академии наук СССР. Результатом ее стали знаменитые «Баранчинские методики», занявшие несколько толстых томов. Основой для их составления послужили теоретические разработки предвоенных лет, проведенные на «Электросиле», наиболее ценные литературные публикации

и методики ведущих иностранных фирм. Проверка точности формул проводилась по результатам обработки данных испытаний, архивы которых удалось вывезти из Ленинграда. Неотъемлемой частью методик являются примеры расчета основных типов машин, доведенные до цифровых результатов, что сделало их своеобразным учебником для инженеров.

«„Баранчинские методики“... являются до настоящего времени образцовыми руководствами, благодаря которым стало возможным унифицировать методы расчета, сравнивать результаты проектов, оценивать технико-экономические показатели и давать обобщающие рекомендации по проектированию»,¹³ — писала в 1968 г. ближайшая сотрудница Лютера по методической работе Н. Я. Самойлович.

В Баранче Лютер совместно с А. С. Еремеевым, Ф. И. Жеребиным и И. И. Брейлем практически заново составил методику расчета явнополюсных синхронных машин [34], вместе с Ф. К. Геллером, Б. И. Кузнецовым и И. И. Брейлем переработал и расширил методику расчета асинхронных машин, включив в нее ряд новых разделов [32], и вместе с И. Н. Рабиновичем, М. М. Алексеевой, Е. С. Федером и И. И. Брейлем переработал и значительно расширил методику расчета машин постоянного тока [33]. Окончательная редакция методик делалась Робертом Андреевичем вместе с Вацлавом Александровичем Толвинским.

После Великой Отечественной войны «Баранчинские методики» были единодушно признаны самыми точными и подробными методиками расчета электрических машин и применялись на всех заводах СССР. В 50-е годы на их основе работниками «Электросила» были составлены сокращенные сборники формул, ставшие проектами ведомственных нормалей на методики расчетов [39, 40, 47]. Эти нормалю также выходили под редакцией Р. А. Лютера.

Весной 1942 г. до Роберта Андреевича дошла печальная весть о гибели от голода сестры, оставшейся в блокированном Ленинграде. Брат погиб в начале войны. Из Высшей аттестационной комиссии пришло сообщение о присуждении ему ученой степени доктора технических наук. Долгое время Лютер никому не говорил об этом, стыдясь в военное

¹³ Самойлович Н. Я. Совершенствование методик расчета электрических машин. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 145—148.

время пользоваться малейшими привилегиями. Он работал, а в редкие свободные вечера играл на рояле.

В конце войны специалистов начали возвращать в Ленинград. В 1945 г. вернулся и Роберт Андреевич на прежнюю должность. Ему, правда, в 1946 г. установили персональный оклад, который был равен окладу старшего научного сотрудника, доктора наук, и значительно уступал профессорскому заработку. Дополнительных отпусков на заводе тоже не полагалось, от совместительства в институте Лютер решительно отказывался еще с 30-х годов. Он поселился в той же квартире на Васильевском острове, где жил до войны с сестрой, заняв две небольшие смежные комнаты, куда поставил уцелевшую мебель и, конечно, отремонтированный рояль. Квартира стала коммунальной, но Лютер не соглашался переезжать даже в отдельную квартиру вблизи завода — он не желал менять привычек. Приходящая домработница Анна Максимовна вела его нехитрое хозяйство, убирала, топила печи, готовила еду. Телефона после войны в квартире не было, но Роберт Андреевич и не хлопотал об его установке, как вообще не хлопотал ни о чем для себя. Еще больше увеличилось рабочее время и еще меньше стало развлечений — завод разворачивал производство.

Во время Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы директором завода был Григорий Яковлевич Мухин — участник революции и гражданской войны, начавший свой трудовой путь обмотчиком на «Электросиле» в 1924 г., хороший организатор, мужественный и преданный делу человек. Главным инженером стал Дмитрий Васильевич Ефремов, работавший до войны начальником технического отдела — главным конструктором, профессор Политехнического института, ставший в 1947 г. заместителем министра, а позднее — министром электротехнической промышленности. На посту главного инженера его сменил Евгений Григорьевич Комар, работавший с 1943 г. главным конструктором, а впоследствии возглавивший работы по созданию в СССР электрофизической аппаратуры. Это были на редкость одаренные люди, энтузиасты. Под руководством Мухина и Ефремова уже в 1943 г. были начаты восстановительные работы, и завод возобновил выпуск крупных электрических машин, турбогенераторов. Рабочие, конструкторы и руководители были истощены, но работали по многу часов в условиях непрекращающихся артобстрелов, перевыполняя плановые задания и восстана-

вливая разрушенные цеха. В 1944 г. завод выпустил очередной гидрогенератор для Рыбинской ГЭС. К этому времени относится и начало разработки турбогенератора мощностью 100 тыс. кВт с водородным охлаждением.

После снятия блокады восстановительные работы пошли еще интенсивнее, на завод стали возвращаться специалисты — отозванные из армии, вызванные из эвакуации. По мере освобождения территорий нашей страны от фашистских захватчиков возрастал темп восстановления хозяйства и возрастала нагрузка завода, обеспечивавшего развитие энергетики. В сентябре 1944 г. (через семь месяцев после снятия блокады!) на заводе была проведена научно-техническая конференция, по итогам которой была намечена программа развития электромашиностроения. Был подготовлен к печати первый сборник «Электросила», изданный уже типографским способом. В первую очередь требовалось восстановить и довести до предвоенной мощности предприятия тяжелой индустрии, расположенные в освобожденных от оккупации районах страны, как правило, полностью разрушенные фашистами. Общеизвестно, как выглядели, например, предприятия Запорожья и Днепрпетровска после войны, каких усилий требовало их восстановление. Для привода прокатных станов необходимо было большое количество мощных и надежных машин постоянного тока, превосходящих по мощности довоенные, так как сами станы не просто восстанавливались, а проектировались заново, более производительными.

Еще до Великой Отечественной войны завод выпускал крупнейшие приводы прокатных станов для всех металлургических заводов страны, накопил опыт разработки и производства крупных машин постоянного тока — двигателей и генераторов для этих приводов. Исследования коммутации якорных обмоток, наряду с практическими методами ее настройки, которыми успешно занимался В. Т. Касьянов, позволили установить критерии коммутационной надежности и, соответственно, предельные при данном типе обмотки и щеточного аппарата электромагнитные нагрузки машины. Расчет поля в зоне коммутации позволил с высокой точностью определить размеры междуполусного окна и, следовательно, всю поперечную геометрию машины. Кроме того, конструкторская практика позволила выработать критерии точности сборки машины и в особенности коллектора со щеточным аппаратом, найти

конструкции, обеспечивавшие производственную стабильность качества работ [38].

На этом фундаменте благодаря работам выдающихся конструкторов А. А. Кашина и Д. Б. Шапиро, расчетным проработкам Р. А. Лютера, В. Т. Касьянова и И. Н. Рабиновича за короткий срок была разработана и освоена в производстве серия крупных машин постоянного тока для металлургических предприятий, работавших в системах электропривода с автоматическим управлением. Лютер и Касьянов были научными руководителями коллектива, награжденного в 1947 г. Государственной премией. Это была высокая оценка работы завода и первая высокая официальная награда Р. А. Лютера. Лауреатскую медаль Роберта Андреевича видели только в день награждения. Что же касается того, куда он пожертвовал свою долю премии, на этот счет мнения расходились. Кто говорил, что детскому дому, кто — подшефному детсаду, но в том, что отдал, — никто не сомневался.

Основной задачей послевоенных лет было восстановление производства. «Электросила» обязалась завершить первую послевоенную пятилетку по темпам роста за три года и выполнила обязательство: в 1948 г. выпуск продукции возрос в два раза по сравнению с 1946 г. и на 40 % превысил довоенный уровень. Производство почти всех видов электрических машин еще могло некоторое время развиваться на базе известных принципов, но уже назревало коренное изменение конструкции. Наука на производстве должна была очередной раз выступить в качестве арбитра, помочь выбрать основное направление развития.

Не менее важной была деятельность Лютера как ведущего теоретика электромашиностроения и в других направлениях. Здесь мы коснемся нескольких случаев, когда прогнозы Роберта Андреевича, касавшиеся новых идей в электротехнике, были резко отрицательными, что не мешало им быть верными.

Иногда новые конструктивные принципы предлагаются и отстаиваются, вплоть до внедрения в производство, на основании заблуждений или недостаточного анализа эффекта их применения. Поэтому чрезвычайно важно на первой же стадии экспертизы нового решения учесть все достоинства и недостатки предложения, определить, каков будет эффект, стоит ли сегодня «игра свеч», а если нет, то что сулит будущее. И сделать это надо в обстановке недостаточных знаний о будущем, находясь «в шо-

рах» собственного опыта, который зачастую мешает найти новое.

В конце 30-х—начале 40-х годов наметилось отставание развития аппаратостроения по сравнению с генераторостроением, иначе говоря, увеличению номинального тока генераторов мешало отсутствие аппаратов на большие токи для напряжения 10—15 кВ. Требовалось либо повышать напряжение генераторов пропорционально мощности, чтобы сохранить ток неизменным, либо отказаться от увеличения мощности. Для генераторов же наиболее выгодно как раз увеличивать не напряжение, а ток, так как рост номинального напряжения приводит к увеличению толщины изоляции, занимающей в пазах обмотки лишнее место, и к ухудшению показателей машины (при прочих равных условиях). Рациональным выходом, естественно, было и увеличение максимального тока для аппаратов, и повышение номинального напряжения для генераторов. Требовалось оценить, на какое повышение напряжения генераторов вправо рассчитывать аппаратчики в ближайшие десятилетия.

Еще в конце 30-х годов появились предложения об изготовлении генераторов на повышенные номинальные напряжения: от 33—36 кВ — для работы на кабельные линии без трансформаторов, до 110—220 кВ — для работы на высоковольтные воздушные линии электропередачи без трансформаторов. Если повышение номинального напряжения генераторов до 30 кВ еще могло представляться возможным на базе существующих конструкций, то повышение его до 110 кВ уже требовало коренного изменения конструкции, так как в корне менялась система изоляции обмоток. Тогда Лютеру пришлось принять на себя руководство общей проработкой проектов. Для верности он взял реальный турбогенератор мощностью 31 МВт, выпущенный в предвоенные годы фирмой «Метро—Виккерс» на напряжение 33 кВ, и сравнил его с обычным турбогенератором «Электросилы» такой же мощности на 10,5 кВ вместе с автотрансформатором. Сравнение показало, что по затратам меди и стали, а также по коэффициенту полезного действия блок «генератор—автотрансформатор» выгоднее [29]. С увеличением мощности и, соответственно, напряжения эта выгода будет увеличиваться.

Приведенная проработка генераторов показала, что во всех случаях масса генератора получается значительно выше, а КПД — существенно ниже. Если повышать

номинальное напряжение, то водородное заполнение представляет лучшие условия для работы изоляции. Одновременно было проведено исследование возникновения короны и скользящего разряда в высоковольтных обмотках, позволившее установить расстояние между лобовыми частями обмоток и уровень испытательных напряжений [29].

Проекты генераторов на напряжение 110—220 кВ заводом не разрабатывались ввиду их явной неперспективности. Однако вскоре после войны был разработан проект турбогенератора на номинальное напряжение 110 кВ. Авторы проекта решили добиться его реализации, и в 1949 г. он был рассмотрен на заседании научно-технического совета Министерства электротехнической промышленности, проведенном на «Электросиле». Машина была необычной: в сердечнике статора было сделано мало пазов, но большого размера, и в них размещались многovitковые катушки, охлаждаемые маслом, игравшим одновременно роль изоляционной среды. Это решение приводило к существенным недостаткам — большим пульсациям магнитного поля, возрастанию потерь и ухудшению параметров машины, определяющих ее параллельную работу с сетью.

Роберт Андреевич обычно редко выступал, и при его врожденной деликатности даже критические замечания носили мягкий характер. Однако в этом случае он буквально «разнес» проект, который и был забракован. Особенно его возмутил тот факт, что все эти недостатки можно было выявить не только расчетом, но и испытаниями на относительно маленькой модели, скажем, киловатт в 50.

Аналогичная история случилась и с дуговыми статорами, изобретатель которых предлагал выполнить в таком виде статоры генераторов Волжских ГЭС. Успешное применение дуговых статоров в малых масштабах — в текстильных машинах, где они технологически удобны, давало якобы основание для их применения в крупных машинах. Даже авторитета Лютера не хватило, чтобы воспрепятствовать неудачному применению такого статора для привода мельницы.

Все время, остававшееся от повседневной работы — проверки расчетов наиболее сложных машин, обобщения данных экспериментов, анализа новых зарубежных и советских теоретических работ, — отводилось Лютером на развитие и совершенствование методик расчета и их публикацию. Особо важные работы, как и раньше, делались дома, вечерами и в выходные дни.

С 1945 г. возобновился выпуск сборника «Электросила», теперь уже как сериального издания, через Госэнергоиздат. Поначалу небольшой, объем сборника постепенно возрастал. И во многих его номерах наряду со статьями самого Лютера были статьи других авторов, прошедшие его доброжелательное, но тщательное редактирование, и в этом процессе зачастую обогащавшиеся его мыслями. Порой и самая идея статьи была подсказана Лютером.

В четвертом номере «Электросилы» (1947 г.) помещена его статья «Методика расчета токов короткого замыкания синхронной машины с использованием теоремы о постоянстве потокосцеплений для сверхпроводящих контуров» [35]; в пятом, вышедшем годом позже, — «Учет влияния высших гармонических в кривой тока на работу синхронных генераторов, питающих ртутные выпрямители» [36], оказавшаяся чрезвычайно полезной как для расчетчиков электрических машин, так и для персонала электростанций, генераторы которых питают электролизное производство либо линии передачи постоянного тока (тогда еще опытные), либо выпрямители систем возбуждения.

В 1950 г. вышла в свет его статья «Расчет моментов вращения синхронных машин при коротких замыканиях» [41], также ставшая классической, затем статьи по режимам работы синхронных машин и расчету устойчивости параллельной работы [42—46, 48]. Эти последние составляли, собственно говоря, содержание третьего тома «Заводского руководства по теории синхронной машины», работа над которым началась еще в предвоенные годы.

Одновременно под руководством Лютера разрабатывались методики расчета и пособия по проектированию различных видов электрических машин. Роберту Андреевичу непосредственно подчинялось Бюро общих расчетов, которое возглавляла Нина Яковлевна Самойлович. Все пять его инженеров (и все — женщины!) разрабатывали методики расчета машин, ранее на заводе не проектировавшихся, как, например, быстроходные двигатели с массивными роторами, индукторные высокочастотные машины и даже двигатели для пылесосов, которые поручили делать «Электросиле» в начале 50-х годов. Кроме того, по всем видам машин выпускались справочные пособия, содержавшие в обобщенном виде опыт завода и родственных предприятий по проектированию электрических машин. Пользуясь такими пособиями, даже начинающий проектировщик

мог без ошибок выбрать начальные размеры и нагрузки вновь создаваемой машины так, что проект получался на достаточно высоком уровне.

Проводилась еще большая работа по составлению ТИ и ТР, корректировке методик и дополнению их отдельными разделами. Н. Я. Самойлович была инженером очень высокого класса. За многие годы совместной работы она научилась понимать Лютера с полуслова и сыграла большую роль в реализации его идей. Кроме того, в начале работы над новыми типами машин Бюро общих расчетов выполняло расчеты для практических проектов.

В расчетно-теоретической работе активно участвовали инженеры, пришедшие на завод в 30-е годы, среди которых особенно выделялись Е. Я. Казовский, занимавшийся вопросами теории переходных режимов, и Н. А. Монозон, глубоко изучивший расчеты машин, а также молодые специалисты — расчетчики конструкторских отделов. Эта работа считалась почетной и крайне нужной заводу. Поэтому общий теоретический уровень тех молодых специалистов, которые умели не жалеть личного времени для решения производственных задач, быстро повышался.

Обстановка уважения к научно обоснованным решениям, глубоким знаниям и инженерному мышлению, созданная на «Электросиле» в первые послевоенные годы благодаря стилю работы Лютера, Ефремова, Комара и других специалистов, поддерживавшихся дирекцией завода, явилась в конечном счете залогом тех успехов, которых добилась «Электросила» в дальнейшем.

В 1950 г. главным конструктором «Электросилы» был назначен Николай Павлович Иванов. О нем стоило бы написать отдельную книгу. Его отличало великолепное чутье на перспективные направления в развитии электрических машин, умение безошибочно выбрать основные принципы конструкции, дающие наибольшую перспективу развития. Он превосходно мыслит цифрами, прекрасно представлял условия, в которых работает тот или иной узел, действующий на него нагрузки, отлично знал технологию производства. К тому же обладал железной выдержкой: никто не помнил случая, чтобы он повысил голос или сорвал на ком-нибудь свое раздражение, даже в критической ситуации. Найдя правильное решение, он доводил его разработку и внедрение до конца. Нужно сказать, что Николай Павлович смело брал на себя ответственность и смело принимал решения, не боясь признавать и ошибки, когда это случалось. Его заместителем по турбогенерато-



В. В. Титов, Н. П. Иванов, Р. А. Лютер, 50-е годы

рам стал В. В. Титов, а по гидрогенераторам — А. С. Еремеев.

Между Ивановым и Лютером не было тех теплых личных отношений, как, скажем, между Лютером и Алексеевым, но было прекрасное деловое партнерство, в котором каждый играл свою роль и двигал вперед общее дело.

Н. П. Иванов прекрасно видел перспективу развития не только конструкции электрических машин, но и их производства. Он понимал, что без научного подхода дальнейшее совершенствование электромашиностроения невозможно, поэтому под его руководством была создана специальная служба для расчетов и исследований систем охлаждения электрических машин, поэтому он очень ценил ведущих инженеров-расчетчиков конструкторских бюро, поручая им сложные задания по перспективным разработкам, поэтому он с большим уважением относился к мнению Лютера.

В начале 50-х годов завод получил средства на реконструкцию, на строительство лабораторной базы и большой отряд молодых специалистов, окончивших лучшие вузы, для пополнения конструкторских бюро. Было принято решение об организации при заводе научно-исследовательского института, костяк которого составили работники

отдела главного конструктора и заводских лабораторий. Но еще раньше под руководством Иванова и Лютера начались работы по усовершенствованию систем охлаждения турбо- и гидрогенераторов, приведшие к небывалому темпу роста единичной мощности.

Форсированное охлаждение

К началу 50-х годов стало ясно, что генераторостроение нуждается в новых принципах конструирования, так как имеющиеся решения не способны обеспечить рост единичной мощности. Вопросами выбора пути развития турбогенераторостроения усиленно занимались на «Электросиле» (Н. П. Иванов, Р. А. Лютер, Г. М. Хуторецкий, В. В. Титов и др.), на заводе «Электротяжмаш» в Харькове (Л. Я. Станиславский), в Институте электромеханики АН СССР (М. П. Костенко, В. П. Анемподистов, Э. Г. Кашарский, И. Д. Урусов), во ВНИИЭМ и в ряде научных учреждений СССР.

Здесь, пожалуй, уместно сказать несколько слов о путях развития техники вообще и электромашиностроения в частности.

Когда открыт новый принцип или показана возможность внедрения уже известных науке явлений в технику, формируется конструктивный тип изделия. Для электрической машины такой тип сложился в основных чертах к началу нашего века. Некоторое время конструкция продолжает оставаться неизменной, совершенствуясь в деталях за счет накопления опыта, улучшения качества материалов и технологии производства. Машины становятся легче, производительнее, экономичнее. Но такое развитие не может продолжаться беспрерывно: дело в том, что электрическая машина, как и другие виды машин, тем дешевле и эффективнее, чем она мощнее. И если мощность двигателя растет по мере роста мощности машины, которую он приводит в движение, то мощность генератора практически не ограничивается ничем, кроме возможностей производства.

Мощность электрической машины при постоянных нагрузках магнитной цепи и обмоток пропорциональна примерно третьей-четвертой степени линейных размеров, следовательно, чтобы она возросла в два раза, все размеры машины нужно увеличить примерно в 1.2 раза.

Если увеличение размеров невозможно, например трудно повысить прочность вала ротора, то нужно повышать удельные нагрузки — индукцию магнитного поля и плотность тока в обмотках. Это вызывает рост удельных потерь и требует интенсификации охлаждения. Потери даже при постоянных нагрузках пропорциональны третьей степени размеров, а поверхность теплоотдачи — квадрату размеров. Значит, проблема интенсификации охлаждения при росте размеров возникает и без увеличения нагрузок. Не будет преувеличением сказать, что вся история электромашиностроения за первые две трети нашего века — это история повышения теплостойкости изоляции обмоток и улучшения систем охлаждения электрических машин.

Уже в конце 40-х — начале 50-х годов расчеты и предварительные проработки показали, что при косвенном охлаждении турбогенераторов водородом единичную мощность можно повысить максимум до 200 тыс. кВт, и то при пониженном номинальном напряжении. При этом размеры машины по расчетам выходили такими, что ее статор невозможно было бы транспортировать по железной дороге. Опыт создания машины мощностью 150 тыс. кВт подтвердил расчеты: при ее предельных габаритах перевозка по железной дороге в Сибирь обходилась почти в половину стоимости генератора! Температура обмотки ротора приближалась (с учетом местных перегревов) к предельно допустимой. Требовалась принципиально новая система охлаждения. В общих чертах такие системы были известны; ряд их был предложен еще в начале века, но не нашел применения, так как усложнение конструкции для машин меньшей единичной мощности не было оправданным. Нужно было выбрать оптимальный принцип охлаждения и довести его до практической реализации, а для этого прежде всего необходимо оценить его эффективность — проверить, насколько расширится диапазон максимально возможных мощностей, как изменятся параметры машин, их коэффициент полезного действия, не возникнут ли с повышением нагрузок новые местные нагревы, и, наконец, как изменятся прочие технико-экономические показатели. Эту работу, выполняемую путем перспективного проектирования, Роберт Андреевич всегда считал важнейшей.

В начале 50-х годов главный вопрос заключался в выборе системы охлаждения для роторов турбогенераторов,

так как ротор — наиболее нагруженный узел в этих машинах. Принципиально возможными были системы газового и жидкостного охлаждения. Первая представлялась проще, так как опыт работы с водородом уже был и, кроме того, газ в роторе не нуждался в уплотнении — его утечки не разрушали изоляции обмотки, в то время как уплотнение воды при громадных давлениях, создаваемых центробежными силами в роторе, представляло сложную технологическую задачу, к решению которой завод не был готов. Системы газового охлаждения, применявшиеся на практике, содержали продольные каналы под пазами ротора, из которых водород по радиальным каналам проникал в обмотку. Чем длиннее подающий канал, тем большее требуется давление на входе, чтобы продуть через него газ, а для создания повышенного давления нужен компрессор.

Еще в 1925 г. Франклином Пунга в Германии была предложена система охлаждения ротора, в которой газ забирается из зазора машины под действием скоростного напора, возникающего при вращении ротора, проходит по коротким каналам, расположенным в обмотке, — сперва вглубь до дна паза, затем на другую сторону, одновременно перемещаясь вдоль оси ротора, — и выбрасывается снова в зазор. Для создания скоростного напора на входе в канал устанавливается заборник в форме раскрытого клюва, направленного по вращению ротора, а на выходе — той же формы дефлектор, направленный в другую сторону. Здесь повышение интенсивности охлаждения не требовало высокого давления на входе в обмотку, так как все впускные отсеки могли быть параллельными участками вентиляционной цепи. Принцип самовентиляции ротора с забором газа из зазора, повторяем, был известен, но практическая его реализация требовала творческой работы, и в первую очередь нужно было научиться рассчитывать параметры новой схемы охлаждения, а также правильно определить ее перспективность — до какой мощности можно не менять конструкцию.

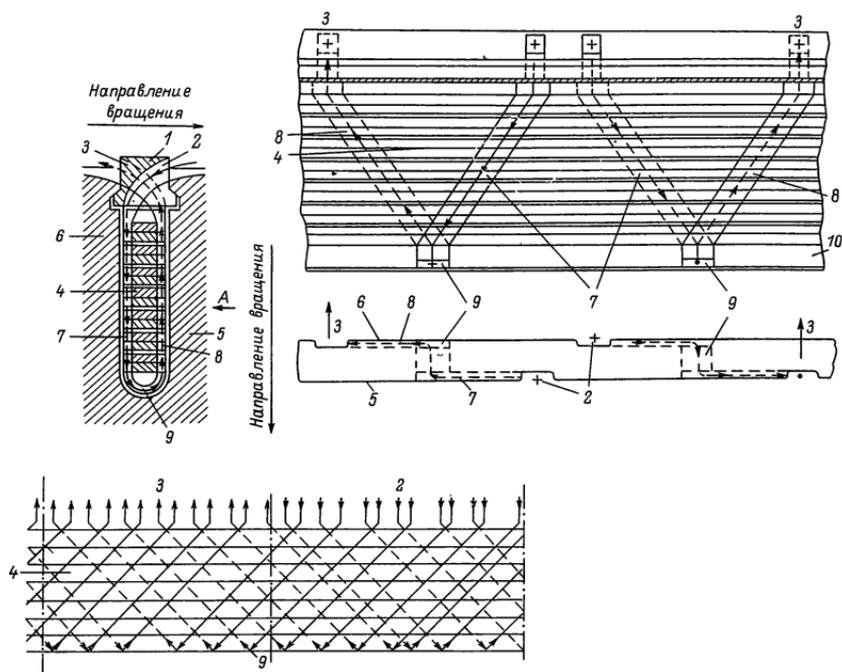
Роберт Андреевич прежде всего точно определил тенденцию развития. Сопоставив данные многолетней практики генераторостроения, он показал, что все прогнозы роста единичной мощности, делавшиеся в 10, 20, 30 и 40-е годы нашего столетия, даже немного отставали от реальных темпов. Следовательно, ориентируясь на прог-

нозы, нужно делать поправку на консервативность мышления, и, по-видимому, вскоре придется сооружать машины единичной мощностью до миллиона киловатт.

Предварительный анализ, проведенный под контролем и руководством Р. А. Лютера, показывал, что, применив систему усиленного (форсированного) охлаждения обмотки ротора водородом при повышенном его давлении в корпусе генератора, можно обеспечить существенный рост единичной мощности. Эти результаты сделали Р. А. Лютера участником и активным сторонником перехода на новые системы охлаждения, который начался в середине 50-х годов.

Бесценной была помощь Р. А. Лютера конструкторам в выборе размеров опытной установки, делать которую долго и дорого, а поэтому особенно важно сразу «попасть почти в десятку», опираясь на самые общие физические закономерности и результаты простейших экспериментов. Если это не удается, установку приходится переделывать. Роберт Андреевич, выражаясь словами М. П. Костенко, «мог рассчитать все», и к нему не раз обращались за советом создатели первого ротора с форсированным охлаждением и макетов его узлов. Н. П. Иванов спускался этажом ниже (его кабинет был на пятом, Лютера — на четвертом) и подолгу беседовал с шеф-электриком, проверяя цифрами свои замыслы. Конструкторы «Электросилы» разработали оптимальную конструкцию самовентилируемого ротора: каналы в обмотке были направлены по диагонали от заборника ко дну паза, а оттуда — к дефлектору, что обеспечивало минимальное гидравлическое сопротивление и технологичность изготовления. Р. А. Лютер проверял и корректировал все расчеты первой опытно-промышленной машины с новой системой охлаждения, которую было решено установить на 2-й ЛенГЭС (эта ГЭС стала своеобразной лабораторией «Электросилы»).

В 1956 г. первый опытно-промышленный ротор с форсированным охлаждением был изготовлен и установлен в машину мощностью 30 МВт, а в 1957 г. на эту конструкцию было выдано авторское свидетельство [50]. В числе авторов были Н. П. Иванов, В. В. Титов, Р. А. Лютер, Г. М. Хуторецкий, Ю. В. Арошидзе, Г. П. Вартамян и др. Аналогичный патент с некоторыми отличиями в конструкции и со ссылкой на приоритет СССР был получен в США фирмой «Дженерал Электрик» значительно позднее. Результаты испытаний опытной машины были настолько



Принципиальная схема ротора с форсированным охлаждением

успешны, что сразу же было решено применить новую систему охлаждения для турбогенератора мощностью 200 тыс. кВт. Для того чтобы обмотка статора при повышенных нагрузках хорошо охлаждалась (а ее охлаждение стало теперь «запирать» рост мощности), пришлось понизить напряжение генератора до 11 тыс. В с целью уменьшить толщину изоляции, сделав в обмотке вместо двух параллельных ветвей — четыре. Вообще обмотки с числом параллельных ветвей, большим числа полюсов, несимметричны, однако разницу ЭДС ветвей удалось свести к ничтожной величине. На эту работу было выдано свидетельство на техническое усовершенствование (авторы Р. А. Лютер, Н. П. Иванов, П. М. Ипатов, Г. М. Хуторецкий, Г. К. Жерве) [51].

Стало ясно, что требуется усиленное охлаждение обмотки статора, которое можно осуществить либо путем применения водорода, как это сделали некоторые зарубежные фирмы, либо путем применения воды. У электро-

силовцев, работавших во время Великой Отечественной войны в Баранче, уже был опыт охлаждения электрических машин водой. Самый первый патент на водяное охлаждение был выдан в 1903 г. венгерскому инженеру Кондо, за ним последовали десятки других, но главной задачей было создать работоспособную конструкцию. В Баранче на заводе им. М. И. Калинина талантливый конструктор А. Б. Шапиро, применявший до войны на «Электрике» водяное охлаждение обмоток сварочных трансформаторов, разработал при участии Р. А. Лютера и Б. И. Кузнецова конструкции асинхронных двигателей, в которых сердечник статора, щиты, вал ротора охлаждались водой. Были построены опытные образцы таких двигателей. Они прошли испытания, показавшие, между прочим, что вода не прощает небрежностей в изготовлении и способна протечь через любую неплотность. Эффективность охлаждения значительно повысилась. Это понятно: вода при равном объемном расходе и одинаковом подогреве может унести в 3500 раз больше тепла, чем воздух или любой двухатомный газ, в том числе и водород, при нормальном давлении. Поэтому для водяного охлаждения требуются меньшие расходы и при равной длине канала меньшие давления, необходимые для проведения этих расходов.

В обмотках статора сделать множество входов и выходов для газа трудно из-за высокого напряжения. Поэтому в обмотках статора вода представлялась одним из наиболее перспективных хладагентов, тем более что при форсированном водородном охлаждении и повышенном давлении водорода в корпусе в случае неплотности обмотки не вода выходила наружу, а водород снаружи попадал в воду.

В 1957 г. был испытан статор турбогенератора с водяным охлаждением (на 2-й ЛенГЭС с тем же ротором), и результаты испытаний позволили разработать и запустить в производство целую серию турбогенераторов мощностью 165, 200 и 300 МВт с водяным охлаждением обмотки статора и форсированным водородным охлаждением обмотки ротора, серию ТВВ. Машины 60 и 100 МВт остались только с форсированными роторами (серия ТВФ). На сегодня основные принципы этой серии остались неизменными, а единичная мощность достигла 1200 МВт, т. е. увеличилась почти в восемь раз с перспективой некоторого дальнейшего роста. Наконец, в наше время

серия ТВВ положена в основу разработки единой серии турбогенераторов для всех заводов СССР и стран СЭВ.

Роберт Андреевич был одним из активнейших участников этой разработки, и здесь, как и в других направлениях, его мнение порой было решающим. И, главное, он вовремя обращал внимание расчетчиков и конструкторов на те неожиданности, которые могли возникнуть при резком увеличении единичной мощности.

Дело в том, что разработка и освоение новых типов турбогенераторов шли на «Электросиле» чрезвычайно быстрыми темпами. Каждый следующий тип превышал по мощности предыдущий в 1.5—1.6 раза. А это значит, что испытания предшествующего прототипа могут не показать всего того неожиданного, с чем столкнутся конструкторы при создании нового образца. Практика показывает, что аналогии возможны, только когда шаг вперед по мощности не превышает 20 %. Здесь громадная эрудиция Лютера, его умение мобилизовать весь опыт, накопленный в мире, быстро и точно рассчитать различные варианты зачастую помогали избегать крупных ошибок и просчетов.

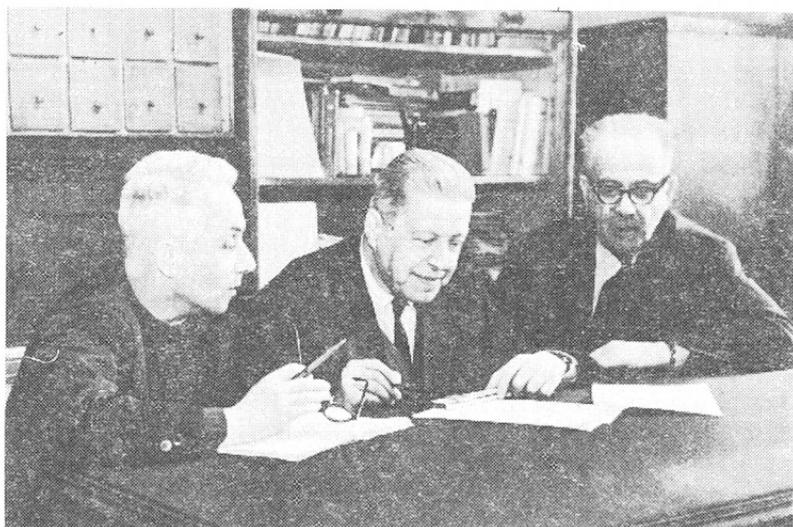
Но вернемся к 1956 г. В том году Президиум Верховного Совета РСФСР присвоил Роберту Андреевичу Лютеру почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». Приятно сейчас, четверть века спустя, читать газету «Электросила» за 25 июля 1956 г. Вся первая полоса заводской газеты посвящена Р. А. Лютеру: его портрет — в левом верхнем углу, поздравления от дирекции завода, парткома, завкома, от старых работников отдела главного конструктора, от НТОЭ, от завода «Электрик», от молодежи. «Присуждение Вам этого звания, — говорится в поздравлении «четырёхугольника», — праздник всего коллектива электросиловцев. . . Вы показываете образцы новаторства в решении теоретических и практических вопросов». «Велики заслуги Р. А. Лютера в создании всех гидрогенераторов, начиная от волховских до куйбышевских машин, — писалось в редакционной статье, — и в создании турбогенераторов мощностью от 500 до 150 тысяч киловатт. И сейчас под его непосредственным руководством производятся расчеты гидрогенераторов мощностью 200 тысяч киловатт для Ангары и турбогенераторов в 200—300 тысяч киловатт». «Роберт Андреевич, — писали технолог Я. Филиппов и рабочий И. Тимин, — всеми уважаемый человек. Мы от всего сердца поздравляем его с высоким званием. . .». А. Еремеев,



Р. А. Лютер, Д. А. Завалишин, Н. Я. Самойлович, 60-е годы

Г. Жерве, П. Риммер, Н. Самойлович, С. Мосевич и другие старые работники «Электросилы» писали: «Богатством своих больших знаний он охотно и с любовью делится со всеми, кто приходит к нему за техническим советом и помощью. . . Роберт Андреевич всегда показывает пример принципиального и ответственного отношения к работе и исключительной скромности в отношении самого себя. На этом примере мы видим, как могут и должны сочетаться в наши дни большие знания и заслуги с личной скромностью и теплым отношением к людям».

Всю вторую полосу в этом же номере газеты «Электросила» занимает большая подборка материалов о строящейся Братской ГЭС. В гидрогенераторостроении предстояло преодолеть новый рубеж. После войны казалось, что гидрогенераторостроение не ставит перед конструкторами таких серьезных задач, как турбогенераторостроение. Гидроэлектростанции строились на равнинных реках европейской части СССР, машины были тихоходными, имели много полюсов, а многополюсные машины тем сложнее, чем выше не просто мощность, а мощность на одну пару полюсов. Однако с ростом мощности даже за счет увеличения числа пар полюсов, т. е. за счет снижения скорости вращения, растут размеры, и это ставит трудности перед технологами, которые должны обработать громоздкие детали с довольно высокой точностью. Особую труд-



Э. В. Школьник, Р. А. Лютер, М. Я. Каплан, 60-е годы

ность представлял в тихоходных вертикальных машинах упорный подшипник — подпятник, который выдерживает нагрузку веса роторов турбины и генератора, а также от давления воды на лопасти турбины.

В начале 50-х годов завод получил заказ на гидрогенераторы для Куйбышевской ГЭС. Энергия этой крупнейшей по тем временам гидроэлектростанции — ее мощность составляла более двух миллионов киловатт, а мощность одного генератора 105 МВт — должна была передаваться в Москву по линии электропередачи протяженностью 1000 км и напряжением 500 киловольт [52]. Таких электропередач в СССР еще не строили. Для устойчивой работы электропередачи нужно было обеспечить определенные значения параметров генератора (переходное индуктивное сопротивление, например, задали пониженным), а кроме того, нужно было большое быстродействие системы возбуждения [53]. Эта система разрабатывалась в двух вариантах: с ртутными выпрямителями, управляя которыми можно было почти мгновенно повысить напряжение на зажимах ротора, и в электромашинном варианте. В последнем, кроме возбудителя на валу генератора был еще специальный бустер — агрегат постоянного тока, питавшийся от вспомогательного генератора,

установленного на валу. Напряжение бустера при форсировке складывалось с напряжением возбудителя, давая на кольцах ротора четырехкратное номинальное значение. Для уменьшения постоянной времени в цепи возбуждения бустера были установлены добавочные сопротивления. Испытания подтвердили параметры этой системы, которая, однако, в дальнейшем была вытеснена системой с управляемыми выпрямителями.

Следующим крупным шагом на пути развития гидрогенераторостроения был по тем временам крупнейший в мире гидрогенератор для Братской ГЭС мощностью 225 МВт при скорости вращения 125 об/мин. Эту машину начали разрабатывать в середине 50-х годов, и первые проработки выполнялись в бюро гидрогенераторов под руководством Н. П. Иванова, Р. А. Лютера, А. С. Еремеева, П. М. Ипатова и М. Я. Каплана.

В 1961 г. первый генератор был выпущен и отправлен на ГЭС. Его испытания подтвердили правильность расчетов и заложенных в проект решений. В 1967 г. группе электросиловцев, включая Лютера, за эту работу была присуждена Государственная премия.

Но еще не закончилось проектирование генераторов Братской ГЭС, как «Электросиле» предложили принять участие в разработке генераторов для Красноярской ГЭС мощностью 500 тыс. кВт. Снова единичная мощность возросла более чем в два раза, при этом если проектировать машину на старых принципах, то ее нужно было полностью собирать из мелких деталей на месте монтажа. Разработка проекта генератора Красноярской ГЭС началась в 1958 г., а уже к осени этого года были готовы проработки его в двух вариантах, один из которых предусматривался с водяным охлаждением обмотки статора и форсированным воздушным охлаждением обмотки ротора. Результаты расчетов и конструкторских работ докладывались на конференции по охлаждению в 1958 г. и были одобрены [55]. После многократных обсуждений в начале 60-х годов было решено строить именно такой генератор. Сделать этот шаг первыми в мире было довольно рискованно, но тем не менее это был единственно возможный путь дальнейшего повышения единичной мощности, и Лютер смело пошел по этому пути, стараясь по мере сил проверить все решения конструкторов.

В настоящее время принцип новых систем охлаждения никем не оспаривается, и не только на «Электросиле».

Ее постоянный соперник в области гидрогенераторов — завод «Уралэлектротяжмаш» — выполнил генераторы для Нурекской ГЭС аналогичным образом; за рубежом достаточно широко применяются такие решения. По этому же типу сделаны еще более мощные генераторы для Саяно-Шушенской ГЭС. Но учитывая новизну и неотработанность конструкции, можно только удивляться прозорливости Н. П. Иванова и Р. А. Лютера, настоявших на реализации новой системы охлаждения и в гидрогенераторостроении.

Школа

В середине 50-х годов на «Электросиле» произошли существенные изменения. Во-первых, был достроен ряд цехов, заложенных еще до войны; во-вторых, начато и успешно завершено строительство лабораторного корпуса, проект которого составлялся под руководством самого квалифицированного специалиста-испытателя Г. К. Жерве; в-третьих, инженерные службы завода пополнились молодежью, успевшей окончить лучшие технические вузы страны, в первую очередь — ленинградские Политехнический и Электротехнический институты. Эта молодежь попала в особые условия. Старшее поколение инженеров, и без того меньшее числом, изрядно поредело в войну. Первые послевоенные выпуски не могли поправить дело. И только с начала 50-х годов в конструкторские бюро стали направляться молодые специалисты. Им в этих условиях сразу приходилось работать самостоятельно, брать на себя ответственность и решать сложные задачи. А учиться было у кого. Этот приток свежих сил, помноженных на раннюю моральную зрелость молодых людей, чье детство и юность совпали с войной, дал хорошие плоды. В середине 50-х годов начался бурный подъем турбо- и гидрогенераторостроения, развития машин постоянного и переменного тока, электрических аппаратов и систем возбуждения, позволивший нашей энергетике обеспечить запланированные темпы роста энерговооруженности народного хозяйства.

Говорят, что капитал, вложенный в образование, приносит самые высокие дивиденды. По-видимому, это справедливо, однако никакими цифрами не измерить те поистине золотые дивиденды, которые приносит крупный спе-

циалист науки и техники, обладающий даром учителя, желанием учить и большим нравственным авторитетом — такой, как Лютер. Для молодых инженеров, пришедших на «Электросилу» в 50-х годах, он был признанным авторитетом и наилучшим учителем. Кроме того, обстановка стремительного подъема техники, развивавшейся по самостоятельному пути и зачастую опережавшей зарубежную, общая обстановка в коллективе, сплоченном для решения сложных задач, большая производственная нагрузка — все это создавало творческую атмосферу, в которой повышение квалификации стало необходимым для большинства специалистов.

Десятилетие с середины 50-х до середины 60-х годов — время быстрого и уверенного развития нашей энергетики и крупного электромашиностроения. За это время происходит качественное обновление выпуска генераторов и крупных двигателей, развивается аппаратостроение и автоматика, появляются такие новые факторы, как силовая полупроводниковая техника и ЭВМ. Осваивается выпуск новых электротехнических материалов, в частности начинается применение новых видов высоковольтной изоляции на терморезистивных связующих. Словом, как бы повторяется в большем масштабе эпоха 30-х годов.

Строятся и набирают силу новые электромашиностроительные заводы — в Новосибирске и Лысьве. На «Электросиле», а потом и на других заводах, открываются научно-исследовательские институты (сперва — как филиалы ВНИИЭМ, потом самостоятельные). Это институты особого типа. На «Электросиле», например, в институт вошли со временем все конструкторские отделы и центральная заводская лаборатория головного завода, так что персонал НИИ выполняет и чисто производственные функции. Начинается реконструкция основных цехов, строятся лаборатории. Во главе конструкторских и исследовательских служб оказываются наряду с опытными инженерами молодые специалисты, чей стаж на производстве не превышает нескольких лет. Специалисты послевоенного поколения становятся ведущими конструкторами и расчетчиками, включаются в исследовательскую работу, выполняют оригинальные и важные исследования. Почти каждый год на «Электросиле» собираются научно-технические конференции и совещания: по проблемам охлаждения турбо- и гидрогенераторов,

по электрической изоляции, по надежности электрических машин и др. Возникают прямые связи с электротехническими заводами в странах СЭВ: с заводом «Ганц» в Будапеште, с заводами ЧКД и «Шкода» в Чехословакии, с «Дольмелем» в Польше, с «Заксенверке» в ГДР и другими предприятиями.

Но главное — постоянно разрабатываются и выпускаются новые машины высокого класса: турбогенераторы серии ТВВ мощностью 165, 200, 300 (1961—1962 гг.) и 500 МВт (1964 г.), гребные двигатели для атомного ледокола «Ленин» мощностью 19 660 л. с., гидрогенераторы для Красноярской ГЭС мощностью по 500 МВт с водяным охлаждением обмотки статора и форсированным воздушным охлаждением обмотки ротора (1964 г.). Большинство перспективных проработок и прикладных исследований, выполнявшихся в те годы при участии Роберта Андреевича, были направлены на создание этих новых машин.

В его кабинете постоянно находятся посетители. Это главным образом инженеры, пришедшие выслушать его мнение по какому-либо неясному вопросу расчета или несовпадению данных расчета с опытом. Это специалисты-конструкторы, желающие выяснить причины излишних нагревов или вибраций, методы их снижения, обсудить достоинства и недостатки нового варианта конструкции, данные зарубежных публикаций. Это и технологи, которых интересует возможность изменения конструкции для облегчения обработки или сборки. Они не нашли понимания у конструкторов и пришли к Лютеру как в высшую инстанцию. Это испытатели, которых интересует точность методов испытаний и порядок ожидаемых величин, скажем, потерь, в новых машинах. Это работники вузов и институтов Академии наук, выполняющие исследования для завода. Всех трудно перечислить.

В первую очередь он занимается вопросами, касающимися цехов, и результатами испытаний новых машин, разрабатываемыми конструкциями. Как и в прежние времена, лично проверяет расчеты, хотя в этом зачастую нет необходимости: в расчетных группах конструкторских отделов работают специалисты высокой квалификации, некоторые уже защитили кандидатские диссертации. Затем — научные вопросы. Он консультирует, дает идеи, оценивает результаты. Однако это не значит, что работа Лютера стала менее напряженной: просто больше сил уходит на пере-

дачу опыта, на то, чтобы решить наиболее сложные производственные вопросы силами специалистов, работающих в отделах, помочь им в решении задач теории, оставаясь как бы в тени. Если по-настоящему учитывать авторство Лютера, ему пришлось бы подписать раз в десять больше научных публикаций, чем он подписал на самом деле.

Если первые выпуски «Электросилы», выходившие в конце 40-х—начале 50-х годов, имели объем 4—5 печатных листов и в них публиковались 10—12 авторов, то в середине 60-х годов объем их достигает 30 печатных листов, а число авторов — 50—60 человек. Все они — ведущие специалисты «Электросилы». Сам сборник, бессменным научным редактором которого Лютер является с первых его номеров, — прекрасная школа научной работы.

Г. М. Хуторецкий — главный конструктор турбогенераторов, один из лучших теоретиков в области электромашиностроения, — выступая на праздновании 30-летия сборника «Электросила», сказал примерно следующее. «Когда я в первый раз написал статью в сборник, в соавторстве с начальством, Роберт Андреевич и Дмитрий Александрович Завалишин долго выспрашивали меня, что конкретного я сделал в этой статье. Может быть, только рисунок? И вот, чтобы доказать свое авторство, я был вынужден написать следующую статью, потом еще одну и так расписался, что, как теперь выяснилось, являюсь чуть ли не самым плодовитым автором сборника. . .».

В этом полушутливом выступлении заложена большая доля истины — научная редакция в лице сперва Лютера и Толвинского, а потом Лютера и Завалишина была очень строгой. Часто от статьи оставалась вообще половина, отчего изложение лишь выигрывало. Лютер был врагом всякого самовосхваления, считая его просто неприличным, заменял выражения типа «прекрасное совпадение данных расчета и опыта» на «удовлетворительное совпадение». Он не пропускал в сборник «Электросила» ничего непроверенного, сомнительного, недостоверного. Его обязанность, считал Лютер, — подсказать автору не только форму изложения, но и идею научной работы, добиться, чтобы конечный результат публикации был доступен рядовому инженеру, мог применяться в практической работе.

Этого же он требовал и от авторов диссертаций. До середины 50-х годов на «Электросиле» защитили диссертации и получили ученые степени только В. В. Титов, П. М. Ипатов и Е. Я. Казовский.

Случаи перехода работников «Электросилы» в вузы и отраслевые научно-исследовательские институты начинала с И. А. Одингга, М. П. Костенко и А. Е. Алексеева показали, что знания, полученные на этом заводе, и уровень теоретического мышления позволяют стать прекрасными преподавателями и исследователями, а трудовая закалка и повышенные требования к результативности научной работы гарантируют успех.

За последние 25 лет около ста человек защитило диссертации, работая на «Электросиле», больше двадцати стали авторами книг и несколько сот опубликовали статьи в научной периодике. Общий объем 32 выпусков «Электросилы», вышедших при жизни Лютера, составляет более 500 печатных листов! Если учесть, что научные труды и диссертации — всего лишь «приложение» к выпускаемым машинам и аппаратам, то нужно поражаться продуктивности и полезности результатов этой своеобразной научной школы.

Официально «выходящие во внешний мир» научные работы сотрудников фирмы воспринимаются не как их личное мнение, а как позиция фирмы, и в этом случае надо быть тем осторожнее, чем выше занимаемый автором пост, чем больше его авторитет. Поэтому научные публикации — это только часть научной продукции фирмы, как бы надводная часть айсберга, а остальное — внутрифирменные отчеты, протоколы испытаний, содержащие иногда интереснейший материал, — часто так и остается в архивах. С поправкой на это обстоятельство научная жизнь «Электросилы» представляется еще более интенсивной и насыщенной.

И весь этот поток научной информации не обходил Лютера. Здесь ему принадлежало решающее слово прежде, чем всем другим рецензентам и оппонентам. Если при консультации или просто разговоре со специалистом у Лютера появилась новая идея, он тактично подсказывал ее собеседнику, не представляя, что можно поступить иначе. Он неукоснительно требовал, чтобы каждая работа, как бы ни был сложен ее математический аппарат, кончалась заводской методикой расчета, доступной конструктору. Многим специалистам завода и ученым из других организаций пришлось дополнять свои диссертации, следуя этому требованию. В случае научного спора его мнение было практически решающим и для Высшей Аттестационной Комиссии.

Роберт Андреевич был официальным, а чаще неофициальным редактором почти всех книг, которые создавались работниками «Электросилы», его коллегами и учениками. Не всегда приходилось ему с карандашом в руках проверять тексты этих книг, их авторы чаще всего были достаточно опытными, но основные идеи и выводы проходили его проверку. Его заслугой был в большой степени и опыт авторов этих книг, воспитанных на статьях сборника. Его идеи лежали в основе развиваемых ими методов расчета и подхода к задачам проектирования электрических машин.

Попытаемся проследить, какие вопросы занимали в эти годы Роберта Андреевича — что считал он необходимым выяснить в первую очередь, что полагал самым перспективным для развития электромашиностроения, — воспользовавшись не только его собственными работами, но главным образом работами его учеников и коллег, работами всей неофициально возглавлявшейся и руководимой им электросиловой научной школы.

В первую очередь — это поиск перспективы развития. Сюда относятся проработки машин заведомо большей мощности, чем достигнута на сегодня, проработки машин с новыми перспективными системами охлаждения, ударных генераторов для испытания будущих мощных выключателей и др. Мы увидим здесь работы бюро турбогенераторов (затем отдела турбогенераторов НИИ) по машинам серии ТВВ и ТВФ, содержащие не просто описание новых конструкций, но и расчетно-конструкторскую оценку их дальнейшего развития (Н. П. Иванов, В. В. Титов и Г. М. Хуторецкий); результаты тщательных исследований систем форсированного водородного и водяного охлаждения роторов и статоров (И. Ф. Филиппов, Э. И. Гуревич), итогом которых были проверенные на опыте методики расчета и критерии оценки производительности этих систем; исследования турбогенераторов на местах установки, проводившиеся под руководством Г. К. Жерве, в результате которых были уточнены зависимости добавочных потерь от нагрузок и т. п.

Аналогичные работы проводятся в области гидрогенераторостроения: это проработки весьма мощных гидрогенераторов с непосредственным охлаждением обмоток, завершившиеся созданием в конце концов гидрогенераторов для Красноярской ГЭС (М. Я. Каплан, П. М. Ипатов, А. А. Дукштау), обработка данных испытаний этих машин

на местах установки и исследования их макетов и моделей, позволявшие оценить перспективность новых конструкций и систем охлаждения. Здесь сказывался общий подход, свойственный «Электросиле»: комплексное решение научных и практических задач, заканчивающееся проектированием новой машины. Ярчайшим примером такого подхода была научная работа самого Лютера, началом которой были расчеты линий электропередачи на большие расстояния и работы по корабельному электроприводу. Если сейчас перечитать труды Всесоюзной конференции по охлаждению электрических машин, выпущенные под редакцией Лютера в 1959 г. [55], то особенно четко можно видеть, что уже в те годы серьезно проработаны и исследованы все перспективные направления, реализованные в настоящее время, и для каждого очерчена наиболее благоприятная сфера применения, зависящая не только от мощности, но и от условий работы генератора.

Вторым важнейшим направлением было исследование переходных и аномальных режимов работы электрических машин, начало которому положили еще предвоенные работы Лютера и его послевоенные труды, а также работы Е. Я. Казовского, которые Лютер ценил весьма высоко. В связи с повышением единичной мощности и электромагнитных нагрузок надежность работы машины, особенно крупного генератора, в значительной мере определяется стойкостью в переходных и аномальных режимах.

Уже в первых номерах «Электросилы» были напечатаны статьи Е. Я. Казовского «Вращающиеся моменты синхронных машин при больших качаниях»¹ и «Обобщенное рассмотрение переходных процессов в асинхронных и синхронных машинах»,² положившие начало его научной работе по обобщению методов расчета переходных процессов, завершившейся уже в 1953 г. изданием книги.³ Статьи Лютера и Казовского по переходным процессам синхронных машин публиковались во многих номерах сборника, при этом легко заметить склонность Е. Я. Казовского к теоретическим обобщениям и новым методам решения дифференциальных уравнений, а Лютера — к конкретной разработке важных на данном этапе прак-

¹ Электросила. Л., 1945, № 1.

² Там же, 1945, № 2—3.

³ Казовский Е. Я. Некоторые вопросы переходных режимов в машинах переменного тока. М.; Л., 1953.

тических методических задач [41, 42]. К этим задачам Роберт Андреевич возвращается не раз на протяжении всей творческой деятельности: он исследует зависимость параметров синхронных машин от насыщения [44], работу машин в различных аномальных режимах [36, 37, 41, 76], термическую стойкость их [54], учет массивной магнитной цепи [60, 64], несимметрию обмоток [56] и другие важнейшие вопросы. В 50-е годы «Электросила» пришлось освоить производство синхронных турбодвигателей с массивным ротором. Вместе с Н. Я. Самойлович и В. В. Коган Лютер разрабатывает эквивалентную схему замещения для таких машин, оказавшуюся наиболее практичной из всех предлагавшихся при достаточной точности. Принципы, положенные в основу этой схемы, подтверждались впоследствии при расчете асинхронных машин с массивными роторами и клеткой, а также в других случаях [60, 64].

Одним из важнейших вопросов, связанных с устойчивостью работы генераторов и линий, был в те годы вопрос повышения устойчивости параллельно работающих генераторов, повышения возможностей регулирования их возбуждения в установившихся и переходных процессах, а также повышения точности и быстродействия регулирования электрических машин в схемах электропривода.

Лютера занимал вопрос о влиянии насыщения на параметры синхронной машины. В своей первой работе на эту тему [44] он еще не учитывает насыщения статора полями рассеяния и влияния продольного поля на поперечное при нагрузке, хотя теория Р. Рихтера по этому вопросу ему отлично известна. Дело в том, что опытные данные по углу внутреннего сдвига в режиме нагрузки были недостоверны. Когда эти данные к концу 50-х годов накопились, Лютер разрабатывает простую диаграмму, позволяющую раздельно учесть в статическом режиме насыщение по продольной и поперечной осям и их влияние друг на друга. Диаграмма оказывается удивительно точной. Сравнение результатов расчета и опыта с ее помощью впервые сделано Ю. Л. Цирлиным в его кандидатской диссертации, но опубликовано значительно позднее.⁴ Роберт Андреевич не придавал значения подтверждению приоритета, гораздо больше его радовало практическое признание высказанной

⁴ Ц и р л и н Ю. Л. Синхронные реактивные сопротивления явнополюсных машин. — В кн.: Электросила. Л., 1965, № 25, с. 48—54.



Г. И. Дьяченко, Р. А. Лютер, Д. А. Завалишин, 50-е годы

им идеи. Впоследствии вопрос учета насыщения привел к активному развитию методов расчета электромагнитных полей в электрических машинах, стал одним из основных направлений теоретической работы.

В области систем возбуждения Лютер также был вдохновителем перспективных направлений. До середины 50-х годов преобладали электромашинные системы возбуждения, с возбудителями и подвозбудителями, установленными на валах генераторов и двигателей (практически применялись и возбудители с самовозбуждением). Так как быстродействие таких систем ограничено постоянными времени нарастания напряжения на зажимах якоря и тока в обмотке возбуждения, применялись специальные меры для снижения постоянных времени, кроме того, возбуждение возбудителей регулировалось быстродействующими регуляторами сильного действия. Тем не менее по условиям на коллекторе имеется известный предел скорости регулирования машины постоянного тока, и дальнейший рост единичной мощности генераторов и мощности их возбуждения привел бы к увеличению габаритов возбудителей, которое уже не оправдывалось и зачастую было невозможно. Поэтому в системах возбуждения впервые произошла замена машин постоянного тока машинами пере-

менного тока с выпрямителями, что, по-видимому, является закономерным.

Несмотря на широкое развитие электромашинных систем до середины 50-х годов, Лютер предвидел переход на системы с выпрямителями, которые, в принципе, обладают более высоким быстродействием, и работал в этом направлении. Уже упомянутая статья 1948 г. о работе синхронного генератора на выпрямительную нагрузку [36] послужила основой для расчета и проектирования синхронных генераторов, питающих независимые системы возбуждения с выпрямителями (в те годы — с ртутными). В сборнике «Электросила» были напечатаны первые статьи Д. А. Завалишина и И. А. Глебова по исследованию систем возбуждения с ртутными выпрямителями, явившиеся результатом работ, выполненных при поддержке и участии Лютера.⁵ Применение этих систем возбуждения в сочетании с регуляторами сильного действия для турбо- и гидрогенераторов, работающих на длинные линии электропередачи, позволило повысить предел передаваемой мощности и практически обезопасить энергосистемы от тяжелых аварий, связанных с потерей устойчивости, несмотря на острый и сохранявшийся долгие годы дефицит резервной активной мощности [61].

Не меньшей была роль Р. А. Лютера и Н. Я. Самойлович в создании систем возбуждения турбогенераторов. Когда в конце 50-х годов выяснилось, что возбудители постоянного тока для турбогенераторов исчерпали свои возможности, Лютер был одним из инициаторов использования высокочастотных индукторных машин с выпрямителями в качестве источника возбуждения. В такой машине нет обмотки на роторе, что повышает ее надежность. Роберт Андреевич поручил Н. Я. Самойлович разработать методику расчета и рассчитать первые машины. В короткое время была создана серия возбудителей для турбогенераторов мощностью от 165 до 500 МВт, просуществовав-

⁵ Завалишин Д. А., Глебов И. А. Внезапное короткое замыкание турбогенератора с самовозбуждением от ионного преобразователя. — В кн.: Электросила. Л., 1951, № 8; Установившийся режим шестифазного генератора, работающего в схеме ионного возбуждения. — Там же, № 10; Глебов И. А. Исследование независимого ионного возбуждения с разноуправляемой схемой преобразования. — Там же, 1959, № 16; Завалишин Д. А., Лютер Р. А., Глебов И. А., Зонов С. Ф. Опытная система независимого ионного возбуждения гидрогенераторов Нижне-Свирской ГЭС. — Там же.

шая около 20 лет и только теперь вытесняемая безщеточными возбудителями с вращающимися выпрямителями.

В 1959 г. Лютер участвовал в подготовке доклада для конференции по большому электрическим сетям (СИГРЭ) в Париже, представленного от имени советской делегации М. П. Костенко. В архиве Лютера сохранился черновик этого доклада, точнее той его части, которая написана Лютером и Хуторецким и касается конструкции крупных генераторов и требований к ним, а также к их системам возбуждения. Из этого доклада видно, как точно уже в те годы оценивал Лютер дальнейшее развитие генераторостроения и связанные с этим развитием требования к системам возбуждения и регулирования.

Несомненно, что главные интересы Лютера и вообще электросиловой школы в области конструкции электрических машин отдавались теории обмоток. Даже раздел технических информаций — тематическая рубрика ТИ (о них мы писали раньше) — назывался «Обмотки и параметры». В этом нет ничего удивительного: без обмотки не может быть электрической машины, хотя, конечно, униполярная машина с постоянным магнитом возбуждения (машина Фарадея) формально не имеет обмотки. Удивительно другое: после окончания института подавляющее большинство инженеров-электриков по специальности «электрические машины» имеют о проектировании обмоток весьма смутное представление.

Единственным полноценным теоретическим руководством по этому направлению была книга Р. Рихтера «Обмотки якорей машин постоянного и переменного тока», но в ней не содержалось практических приемов построения схем сложных обмоток. В книге М. Лившица-Гаррика были готовые схемы, но только простых обмоток. А требовалось умение выбирать из возможных схем наилучшие, что совсем нелегко, если учесть, что вариантов схемы соединения для одного и того же числа пазов может быть несколько и сами числа пазов для одного и того же проекта могут быть разными, так что для гидрогенератора, например, можно составить несколько десятков возможных схем обмотки.

Эту задачу первым начал решать еще до войны Д. И. Заславский. Затем В. Т. Касьянов опубликовал в 1949 г. работу «Составление схем петлевых и волновых обмоток трехфазного тока»,⁶ ставшую классической,

⁶ Электросила. Л., 1949, № 6.

а в 1951 г. — вторую статью «Составление некоторых специальных схем трехфазных волновых обмоток».⁷ Но главную работу по созданию практических методов составления схем трехфазных волновых обмоток с дробным числом пазов на полюс и фазу провел П. М. Ипатов.⁸ Развитые им, а впоследствии его учениками, методы позволили не только выполнять сложные обмотки с минимальным числом соединительных перемычек, но и избежать вредных последствий дробных и низших гармонических магнитного поля обмотки статора, свести к минимуму вибрации электромагнитного происхождения и т. п. Эта методика стала настолько доступной по форме, что сейчас для обучения ей молодого специалиста требуется немного времени. Более того, за последние годы процесс составления схемы был формализован и запрограммирован для ЭВМ. Одновременно изучались явления, вызванные несимметрией в обмотках в результате отключения части катушек при ремонтах [56] или необходимостью выполнить большее число параллельных ветвей, чем полюсов (в турбогенераторах).

Обмотки машин постоянного тока также усовершенствовались за эти годы: нашли применение многоходовые обмотки, что потребовало изучения условий их работы при отсутствии полного числа уравнивательных соединений.⁹⁻¹¹ Для исследования вопросов, связанных с проектированием крупных машин постоянного тока с многоходовыми петлевыми обмотками, привлекались работники Политехнического института — В. В. Фетисов, В. В. Прусс-Жуковский.

⁷ Там же, 1951, № 8.

⁸ И п а т о в П. М. Упрощенный способ составления схем трехфазных волновых обмоток с дробным числом пазов на полюс и фазу. — Там же, 1954, № 12; Проектирование рациональных схем волновых обмоток статора синхронного генератора с дробным числом пазов на полюс и фазу. — Там же, 1959, № 17; Д у к ш т а у А. А., И п а т о в П. М. Синхронная машина с переключением полюсов. — Там же, 1963, № 22.

⁹ К а с ь я н о в В. Т. О свойствах применения и проектирования простейших и сложных лягушечьих обмоток. — В кн.: Электросила. Л., 1947, № 4; К а с ь я н о в В. Т., Р и м е р П. Б. Уравнивательные соединения кратных волновых обмоток якорей машин постоянного тока. — Там же, 1952, № 11.

¹⁰ Р а б и н о в и ч И. Н. О допустимой несимметрии двухходовых петлевых обмоток машин постоянного тока. — В кн.: Электросила. Л., 1957, № 15; Современные машины постоянного тока и вопросы коммутации. — Там же, 1963, № 22.

¹¹ И п а т о в П. М. Некоторые особенности лягушечьих обмоток якорей машин постоянного тока. — В кн.: Электросила. Л., 1962, № 21.

Последовательное теоретико-экспериментальное исследование сложных обмоток позволило увеличить единичную мощность прокатных и гребных двигателей постоянного тока до 20 МВт. Лютер глубоко вникнул в рассматриваемые задачи, недаром в 60-е годы работники харьковского завода «Электротяжмаш» изготовили опытную машину с так называемой обмоткой Лютера, где в процессе последовательной коммутации секций одного паза средняя по высоте секция является как бы естественным демпфером для двух других. Эта конструкция была предложена Лютером еще в 20-е годы.

Значительное место в публикациях занимают вопросы прочности и вибраций электрических машин. Еще до Великой Отечественной войны А. Е. Алексеев, Н. П. Тугаринов, Б. Н. Красовский, И. Д. Урусов, Н. И. Бляхман и другие инженеры заложили основы механических расчетов электрических машин, имеющие, как и расчеты любых видов машин, свою специфику. Эти работы успешно продолжают и после войны.

Наряду с работами Б. Н. Красовского¹² по расчетам бандажных колец и коллекторов появляются исследования И. Г. Шубова,¹³ В. М. Фридмана¹⁴ и других «прочнистов», значительно углубивших и уточнивших постановки задач прочности электрических машин и методы их решений. В. М. Фридману и его сотрудникам удалось разработать методы численного расчета прочности и колебаний валопроводов генераторов с учетом податливости опор, что позволило поставить балансировку агрегатов на научный фундамент и резко снизить вибрации, обосновать расчеты вибраций статоров и предложить методы упругой подвески сердечников в корпусах, уточнить методы расчета гидродинамических подшипников и уплотнений валов. С ростом мощности и электромагнитных нагрузок генераторов стали представлять опасность вибрации обмоток, особенно в лобовых частях, что, казалось, кладет предел росту единичной мощности. Исследование колебаний лобовых частей позволило разработать принципиально новые конструкции

¹² Красовский Б. Н. Механический расчет роторных бандажей турбогенераторов. — Электросила. Л., 1945, № 2—3; Теоретическое и экспериментальное исследование коллекторов с бандажными кольцами. — Там же, 1948, № 5.

¹³ Шубов И. Г. Упрощенный метод расчета прочности коллекторов с бандажными кольцами. — В кн.: Электросила. Л., 1952, № 11.

¹⁴ Фридман В. М. Аналитический метод расчета критических скоростей вращения валов. — Там же, 1955, № 13.

их крепления, обеспечившие надежность работы генераторов. Создание методик механического расчета облегчалось благодаря разработанным Р. А. Лютером точным методам расчета моментов и усилий в переходных режимах [28, 30, 35, 41, 79], а также расчетам гармонического состава поля в зазоре, необходимым при анализе вибраций.

Развитие электромашиностроения в эти годы сопровождалось постоянным поиском новых материалов и методов их обработки. Мы уже говорили, что переход на новую, «американскую», изоляцию в 30-е годы происходил при непосредственном активном участии и помощи Лютера; последние предвоенные его работы на эту тему появились в 1937—1940 гг. Естественно, что разработчики новой высоковольтной изоляции на терморезистивных связующих и слюдинитовых бумагах, столкнувшись, как это обычно бывает, с рядом проблем, также обращались за помощью к Роберту Андреевичу. В конце 50-х—начале 60-х годов появились образцы новой изоляции и были созданы первые опытные машины. Интенсивно изучались наиболее подходящие к заводским условиям производства составы, связующие, методы механизированной обработки изоляции, вопросы коронирования и противокоронных покрытий и т. п. В сборнике «Электросила» появляются статьи как опытных работников лабораторий электрической изоляции — В. Н. Королева и Ф. А. Коленко, так и талантливой молодежи — Р. В. Молоткова, И. Т. Сушковой, Б. Д. Ваксера, Е. В. Вишнякова и др.¹⁵ В результате к концу 60-х годов все новые типы машин проектировались уже на современной изоляции, характеристики которой постоянно улучшались.

Аналогичные работы проводились и в металлургических лабораториях: вместе с металлургами и машиностроителями заводов, выпускающих поковки для валов, совершенствовались составы, способы отливок иковки, термообработки роторных сталей турбогенераторов; разрабатывались новые способы упрочнения заготовок бандажных

¹⁵ См., например: Королев В. Н. Коронирование обмоток электрических машин и меры борьбы с ним. — В кн.: Электросила. Л., 1957, № 15; Молотков Р. В. Терморезистивные компаунды в изоляции аппаратов. — Там же, 1959, № 18; Богданова Е. П., Вишняков Е. В., Коленко Ф. А., Сушкова И. Т. Новые виды изоляции электрических машин высокого напряжения. — Там же, 1965, № 24; Ваксер Б. Д. Ионизационные процессы и конструирование статорной изоляции высоковольтных машин. — Там же.

колец роторов турбогенераторов — самых нагруженных в механическом отношении деталей; осваивались новые виды сварки и пайки, применялись новые марки электро-технической стали.

Наконец, сборник «Электросила» все годы своего издания был настоящей энциклопедией передовой технологии, механизации и автоматизации трудоемких процессов производства. Там печатались статьи выдающегося изобретателя И. Л. Устименко, сконструировавшего много остроумнейших приспособлений для механизации самых сложных операций при сборке турбогенератора, например приспособление для насадки и снятия бандажных колец ротора; статьи Б. Г. Цихановича, долгие годы возглавлявшего работу по созданию нестандартного оборудования, средств механизации и приспособлений; статьи технологов С. А. Прутковского, Д. М. Блюменкранца, Б. П. Фомина и др. Все эти материалы проходили через руки Роберта Андреевича, который помогал им приобрести вид законченных публикаций; он подготовил начинающих авторов к созданию книг по технологии производства.¹⁶

Влияние Лютера на техническую мысль завода не ограничивалось прямым руководством конструкторскими и научными работами десятков людей и косвенным руководством работой сотен инженеров, он оказывал громадное влияние своим примером, ненавязчиво прививая определенный стиль работы, где расчет и опыт, а не личное мнение решают вопрос. Оказывал влияние неизменной точностью и аккуратностью, полным отсутствием каких-либо конъюнктурных соображений и пристрастий, высокой общей культурой своей работы, требовательностью к ясности и четкости постановки задачи, убедительностью и обоснованности предлагаемого решения, его простоте. Ни одна работа самого Лютера не возникала только из потребности в исследовании нового — наиболее частого мотива для исследовательской деятельности в естественных науках. Как это и полагается прикладнику, мотивом его работ были потребности производства ближайшего или отдаленного будущего, и если эти потребности не вызывали сомнения, то самая новаторская мысль находила путь в печать. Этого же он требовал от всех советовавшихся с ним

¹⁶ Блюменкранц Д. М., Зунделевич М. И., Прутковский С. А. и др. Технология крупного электромашиностроения: в 3-х частях. Л., 1966.

инженеров, от всех авторов сборника «Электросила» — высокого научного уровня, отсутствия лишнего. Все, не имеющее отношения к теме, беспощадно вымарывалось. Чаще всего Лютер как научный редактор вычеркивал целиком первую страницу статьи, обычно не содержащую конкретной информации. Его помощники по редакционной работе как-то раз, шутя, предложили ввести в инструкцию для авторов требование представлять статьи сразу без первой страницы. Так же обязательным было требование знания литературы по данному вопросу. Он мог поставить в тупик автора вопросом: «А что же здесь нового по сравнению со знаменитой статьей Рюденберга?». При этом бывало, что «знаменитую статью» автор не читал. Сам Роберт Андреевич читал практически все, что появлялось в печати по электрическим машинам и электроприводу, электрическим сетям и системам и теории электромагнитных процессов. Любая полезная новинка, содержащаяся в статье, обзоре или даже в рекламном объявлении какой-нибудь фирмы, не ускользала от его внимания, становилась известной заводским специалистам.

Лютер очень разумно расходовал свои деньги на приобретение иностранных книг через книжный отдел Академии наук. Из купленных им книг составила в течение нескольких десятилетий уникальная библиотека, которой пользовались десятки заводских специалистов и работников других учреждений. В библиотеке этой господствовал раз и навсегда заведенный порядок: расстановка книг никогда не менялась. В памяти сохранился такой эпизод. Больной Лютер звонит на работу, к телефону подходит одна из сотрудниц. «В малом шкафу, — говорит Лютер, — что у окна, на верхней полке слева стоят подряд несколько больших книг. За ними — несколько маленьких. Возьмите, пожалуйста, первую маленькую (он говорит ее название), откройте на такой-то странице и прочитайте мне цифры из таблицы». Все точно — и книга на нужном месте, и таблица на названной странице. . .

Самая большая заслуга Лютера в эти годы — постановка новых задач и помощь в их решении. Он, правильно оценив, что с ростом единичной мощности генераторов основные допустимые режимы их работы будут ограничиваться значениями местных потерь и электродинамических сил, развернул исследования в нужных направлениях. В начале 60-х годов на «Электросиле» появилась первая, еще несовершенная ЭВМ, и Лютер сразу же

оценил ее возможности для повышения точности и увеличения объема трудоемких расчетов. В сборнике «Электросила» № 25, вышедшем в 1966 г., половину содержания уже занимают статьи заводских специалистов и работников сотрудничавших с заводом вузов и НИИ, освещающие опыт применения ЭВМ для расчетов электромагнитных полей и процессов, механических колебаний, электромагнитных и переходных тепловых процессов, гидродинамики подпятников гидрогенераторов, перенапряжений, статистической обработки опытных данных, конструкции обмоток и других деталей, технологических и экономических обоснований, оптимального проектирования и т. д. Все эти работы были сделаны за первые пять лет применения ЭВМ, повторяем, весьма и весьма еще несовершенной. Как прекрасно понимал Лютер, применение ЭВМ послужило мощным толчком для дальнейшего развития теории и методов расчетов, позволило не только облегчить проектирование, но и расширить объем исследований, разрешить некоторые неясные вопросы теории, а овладевшие этими методами специалисты сумели внести большой вклад в дальнейшее развитие электромашиностроения.¹⁷

Эта публикация показала возможности цифрового моделирования электромагнитных и электромеханических процессов и задала правильное направление работе на годы вперед, способствовала тому, что вузы получили надежный ориентир для подготовки специалистов, приходящих в промышленность. В то же время Роберт Андреевич не уставал настаивать на том, чтобы все расчеты, особенно сделанные с помощью ЭВМ, которая создает иллюзию абсолютной точности, проходили опытную проверку, так как идеальных математических моделей в технике не бывает, и только сравнение расчета с опытом дает возможность своевременно уточнить математическую модель.

В дальнейшем, по мере роста возможностей современных ЭВМ, их применение все глубже проникало в конструкторскую и технологическую практику, а в области теории сейчас невозможно представить ни одной серьезной работы по изучению электромагнитных полей, потерь или переходных процессов в машинах, выполненную

¹⁷ Интересно отметить, что из 23 авторов статей и аннотаций программ расчетов, помещенных в выпуске № 25 «Электросилы», шестеро защитили впоследствии докторские диссертации и десять — кандидатские.

без помощи ЭВМ. В то же время Лютер всегда требовал, чтобы методы практических расчетов, используемые проектировщиком при создании новых машин, были достаточно простыми и доступными для освоения. Поэтому он сам стремился к тому, чтобы наряду с использованием ЭВМ сохранить в арсенале расчетчиков простые графические методы или аналитические формулы, обеспечивавшие достаточную для оценок конструкции точность. Примером такого подхода является его последняя статья, опубликованная в сборнике «Электросила» № 30 [77]. При испытании турбогенераторов методом взаимной нагрузки на стенде, где по предложению Г. К. Жерве была поставлена нагрузочная машина, позволявшая испытать генератор мощностью до миллиона киловатт, возник вопрос о предварительном определении угла внутреннего сдвига испытываемого и нагрузочного генератора. Соединительная муфта позволяла с большой точностью устанавливать оси роторов испытывавшихся машин под определенным углом к оси ротора нагрузочного генератора. Для уменьшения числа перестановок муфты крайне желательно было точно рассчитать этот угол предварительно, чтобы обеспечить заранее выбранный режим нагрузки. Стандартная диаграмма, в которой насыщение по обеим осям ротора считается одинаковым, не давала требуемой точности в расчете угла. Для более точного расчета угла были разработаны два метода (Э. А. Мазин и И. А. Гордон), требовавшие применения ЭВМ. Р. А. Лютер предложил свой, основанный на графическом построении, который давал незначительную погрешность по сравнению с опытом и с более точными методами, что позволило пользоваться им на практике [77]: Лютер хотел напомнить, что и простые средства дают приемлемые результаты, если физика явления правильно учтена в математической модели.

Но самой большой школой для инженеров «Электросилы» был, пожалуй, процесс экспертизы новых разработок. Роберт Андреевич в эти годы уже не проверял, естественно, все проекты, но и ведущие расчетные инженеры конструкторских отделов, работой которых начинается новый проект, и начальники этих отделов, и сам главный конструктор Н. П. Иванов всегда обсуждали с ним в начальной стадии проекты уникальных машин. Согласие Лютера с основными параметрами и характеристиками новой машины, с принятыми в проекте размерами и нагрузками считалось важнейшей гарантией от ошибок и непредусмотренных последствий. Хотя, конечно, при таком темпе

Варианты для Саянской ГЭС.

Первоначальные варианты:

А $n = 93,85790 \cdot 100 \text{ м}^2$, 560 м^2 / 650 м^2

При $D_1 = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 83}{\pi \cdot 93,8} = 16,9 \text{ м}$. $l_1 = \frac{650000}{16,9^2 \cdot 13,3 \cdot 93,8} = 1,82$

и $D_2 = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 83}{\pi \cdot 100} = 15,8 \text{ м}$. $l_2 = \frac{650000}{15,8^2 \cdot 13,3 \cdot 100} = 1,96$.

Следовательно из

Новые данные. $n = 150 \text{ м}^2$, $D_3 = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot 150} = 10,5 \text{ м}$.

$l_3 = \frac{650000}{10,5^2 \cdot 13,3 \cdot 150} = 2,95 \text{ м}$

В. $n = 91 \text{ м}^2$, $D_1 = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot 91} = 17,3 \text{ м}$, $l = \frac{860000}{17,3^2 \cdot 13,3 \cdot 91} = 2,26 \text{ м}$

Новые данные: $n = 125 \text{ м}^2$,

$D_2 = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot 125} = 12,7 \text{ м}$, $l = \frac{860000}{12,7^2 \cdot 13,3 \cdot 125} = 3,2 \text{ м}$

В. $n = 83,3 \text{ м}^2$, $T = 1120000 \text{ м}^2$

$D = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot 83} = 19 \text{ м}$. $l = \frac{1120000}{19^2 \cdot 13,3 \cdot 83,3} = 2,75$

Новые данные: а) $111,4 \text{ м}^2$,

$D = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot 111,4} = 14,2 \text{ м}$, $l = \frac{1120000}{14,2^2 \cdot 13,3 \cdot 111,4} = 3,7 \text{ м}$.

б. 150 м^2 , $D = \frac{60 \cdot \sqrt{83}}{\pi \cdot 150} = 10,7$, $l = \frac{1120000}{10,7^2 \cdot 13,3 \cdot 150} = 4,9 \text{ м}$

Одна из последних работ Р. А. Лютера — черновик расчета к проекту гидрогенератора Саянской ГЭС

развития электромашиностроения, который имел место в 60-е годы, когда каждая новая машина имела мощность на 40—60% выше предыдущей, гарантировать абсолютный успех и надежность конструкции было невозможно. Успех здесь достигался сплоченной и энергичной творческой работой всего коллектива над доводкой конструкции первого образца и оперативным внесением изменений в чертежи серийных машин. Тем не менее громадный опыт и энциклопедические знания Лютера позволяли ему делать очень нужные уточнения в проектах и еще до начала производства избежать некоторых ошибок.

Когда расчетчик приходил к Роберту Андреевичу с данными нового генератора, тот обычно подробно расспрашивал его о техническом задании, затем переписывал данные машины в свою рабочую тетрадь и сам делал поверочный расчет. Иногда он поручал это сотрудникам Бюро общих расчетов (БОР), но всегда сам тщательно проверял расчет. Затем следовали специальные расчеты, оценка потерь в различных узлах и проверка выбора конструктивных решений. Участником такой работы становился проектировщик машины: он мог высказывать свое мнение, не соглашаться с Лютером, но вынужден бывал всякий раз обращать внимание на самые неисследованные явления, на наименее продуманные конструкторские решения.

Даже когда к Лютеру обращались не по профилю его работы, он не отказывал в исчерпывающей консультации. Б. Г. Циханович вспоминал, как однажды он задал Роберту Андреевичу вопрос о предельных технологических давлениях на изоляцию роторных катушек турбогенераторов в процессе ее сборки и запечки. Лютер не только нашел соответствующие данные в публикациях английских и немецких фирм, но ознакомил технолога с расчетами усилий, действующих на обмотку в эксплуатации (по данным Е. Г. Комара), посоветовал рассчитать, какие усилия дает уже применяемая оснастка, и, наконец, принял участие в выборе предельных значений удельных давлений при прессовке обмоток.

Говоря о школе Лютера, нужно сказать, что она не замыкалась рамками «Электросилы», во-первых, потому, что накопившие там опыт работники позднее возглавили производство и разработки на других заводах: «Урал-электротяжмаше» в Свердловске (Н. П. Тугаринов,

З. Б. Нейман, К. Ф. Костин и другие), «Сибэлектротяжмаше» в Новосибирске (К. Ф. Потехин), Лысьвенском турбогенераторном заводе. Во-вторых, его научный авторитет был настолько высок, а беспристрастность суждений столь несомненна, что обратившийся за консультацией специалист с другого завода, подчас «соперничавшего» с «Электросилой» из-за почетного заказа, мог получить самую исчерпывающую информацию.

Мы приведем несколько оценок такого рода.

«... Почти вся Ваша деятельность протекала в стенах „Электросилы“. Однако и мы, работники далекого Уральского завода, считаем Вас членом нашего коллектива. Всякий раз, когда на заводе возникает сложный вопрос при проектировании электрической машины, мы обращаемся к Вам за помощью и всегда получаем исчерпывающий и обстоятельный ответ.

Так было при проектировании первых крупных гидрогенераторов на нашем заводе, фазокомпенсатора для мощного асинхронного двигателя, крупного синхронного двигателя со специальными характеристиками, машины постоянного тока со сложной обмоткой, крупного синхронного компенсатора, работающего на выпрямительную нагрузку и во многих других случаях».¹⁸

«... Ваш отзыв для меня особенно приятен, так как я знаю, что Вы первый обратили внимание на возможные осложнения в конструкции концевых частей с ростом мощности турбогенераторов, а главное потому, что Вы для меня, как и для всех электриков, знающих Вас, — самый замечательный человек, инженер и ученый... Мы все время имеем дело с Вашими трудами и привыкли думать и говорить: „Это пишет Лютер — значит, это верно“».¹⁹

Таких писем можно привести много. И все, знавшие Роберта Андреевича, подтвердят, что его влияние на электромашиностроение в СССР, а после Великой Отечественной войны — и на электромашиностроение стран социализма, переоценить невозможно.

Школа Лютера является феноменом, заслуживающим специального исследования, и здесь ей невозможно дать исчерпывающую характеристику. Известно, что к числу

¹⁸ Личный архив Лютера, из поздравления коллектива завода «Уралэлектроаппарат» по случаю присвоения ему почетного звания «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР», 1956 г.

¹⁹ Личный архив Р. А. Лютера, письмо проф. И. М. Постникова, 1971.

учеников крупного ученого могут принадлежать люди, никогда и не видевшие своего учителя, но общавшиеся с ним письменно или знакомые с его трудами. Ученый может оказать влияние на другого ученого или инженера своим методом мышления, своими вопросами и своими возражениями.

Школу Лютера «прошли», общаясь с ним или учаь на его работах, сотни крупных специалистов. Среди них были и его сверстники, как А. Е. Алексеев или А. И. Берг, многому научившиеся у Роберта Андреевича: ведь талантливые люди учатся у всех, кто может и хочет научить. Эти специалисты восприняли его методы и подходы к решению сложных технических задач, умнее превосходно рассуждать на «физическом» уровне строгости.

Будучи теоретиком по призванию и складу ума, Роберт Андреевич прекрасно понимал, что в технике не все можно, да и не все нужно рассчитывать. Решение можно зачастую принять, опираясь только на физическую картину явления. И он мастерски умел это делать. Из нескольких возможных подходов к решению теоретической задачи Лютер всегда начинал с самого простого и физически ясного. Такое свойство мышления — обычный спутник редкого таланта.

Один из секретов плодотворности школы Лютера — это щедрость, с которой он раздавал ценные идеи своим сотрудникам и просто пришедшим за советом специалистам. Он никогда не подписывал статей, если не писал их сам. Некоторые работы обзорного характера, написанные при его участии, Лютер умышленно не включал в список своих трудов [65—75].

При обсуждении новых технических идей Лютер зачастую вначале проверял и оспаривал их. Он называл себя «юберзихеркайтсратом» (Übersicherkeitsrat) — «советником по сверхпредосторожности» и «консерватором», но на деле никаким консерватором не был. Достаточно вспомнить его активнейшее участие во всех новых, иногда рискованных разработках, инициативу во всех начинаниях «Электросилы» с первого до последнего дня его работы. Просто для него решающим критерием были не новизна и остроумие предложенного решения, а практика, опыт, цифры, которые по его шкале ценностей значили больше, чем изящество теории или количество научных публикаций. Отсюда и долгожитие всех его работ.

Говоря о школе Лютера, нужно обязательно отметить его манеру общения на работе. Человеку мало знакомому,

особенно начинающему специалисту, Лютер возражал чрезвычайно мягко, даже найдя в расчетах явную ошибку. «Это, по-моему, сомнительный результат», — говорил он в этом случае. По мере научного роста специалиста, особенно если его стиль работы нравился Лютеру, оценки становились решительнее, а уже имевшему большой авторитет специалисту, которого Лютер хорошо знал и высоко ценил, он мог сказать: «Вы ничего не поняли!». Но боже упаси сказать так молодому инженеру!

Такой способ общения, как и характер отношений, складывался годами, и был плодом сознательной работы Лютера над собой. В молодости он был решительнее и менее осторожен в оценках, но своевременно понял, как важны для научной работы чувство равенства, доброжелательность и самокритичность, как вредят отрицательные эмоции и обиды, которые мы иногда, увы, вызываем сами излишней резкостью своего поведения, неоправданным впечатлением превосходства и невниманием к окружающим, а больше всего — равнодушием к тому, что волнует наших коллег и собеседников.

В обычном житейском плане Роберт Андреевич был одинаково почтителен и с уборщицей, и с академиком, причем совершенно неподдельно.

Он не любил ученых советов, вежливо отказывался от участия в них и, насколько нам известно, после войны был членом только одного ученого совета, да и то не более десяти лет. Однако много лет он председательствовал в Государственной квалификационной комиссии (ГКК) по специальности «Обработка металлов резанием» в заводском техникуме, объявляя защиты и с чудесной одобрительной улыбкой выслушивая правильные ответы взволнованных восемнадцатилетних выпускников, деликатно отводя вопросы не по существу и торжественно объявляя решение комиссии. Передавая в середине 60-х годов обязанности по ГКК более молодому специалисту, он вручил преемнику небольшую записку и сказал: «Я прошу Вас объявлять решение ГКК вот этими словами. Здесь все необходимое и ничего лишнего. А когда будете перечислять выпускников, то каждого называйте, пожалуйста, по фамилии, имени и отчеству. В этот день они вправе слышать от старших товарищей только такое обращение!».

«Шеф-электрику — коллектив „Электросилы“»

В 1969 г. Лютеру исполнилось восемьдесят лет. «Ленинградская правда» и многотиражная газета «Электросила» поместили юбилейные статьи, написанные с большой теплотой. Статьи появились и в электротехнических журналах. Было много поздравительных телеграмм и писем. Наверное, особенно приятны были Роберту Андреевичу поздравления друзей молодости.

«... С Вами связаны мои исключительно хорошие воспоминания о совместной работе в период нашей молодости и в последующие годы», — писал академик М. П. Костенко.¹

«... Время идет и мы, Ваши ученики, стареем...», — писал академик А. И. Берг. — Но переживают наш возраст наши воспоминания. Я никогда не забуду Роберта Андреевича, блестяще учившего меня около пятидесяти лет тому назад».²

«... Хорошую зависть во мне всегда вызывает Ваша феноменальная память, умение систематизировать данные и умение извлекать из теоретических положений здравый смысл практики», — писал Е. Я. Казовский.³

«Вы сделали громадный вклад в развитие нашего электромашиностроения, с самой его колыбели. Развитие и рост „Электросилы“, совершенствование ее продукции — все это неразрывно связано с Вашей деятельностью...», — писал профессор А. И. Вольдек.⁴

«Нам — Вашим друзьям — приятно сознавать, что нам повезло в жизни работать вместе с Вами, пользоваться Вашим расположением, Вашим умным руководством... А о Вашем огромном вкладе в дело развития отечественной энергетики — трудно в немногих словах письма его значимость, его величину передать. Да и не нужно. Настолько это общеизвестно, настолько это все знают. Мы — Ваши друзья — все это хорошо знаем и очень ценим. Поэтому Вы нам бесконечно дороги и мы Вас за все это беспредельно уважаем», — писал А. С. Еремеев, в это время прикованный к постели тяжелой болезнью.

¹ Архив Лютера, письмо М. П. Костенко.

² Там же, письмо А. И. Берга.

³ Там же, письмо Е. Я. Казовского.

⁴ Там же, письмо А. И. Вольдека.



Р. А. Лютер в рабочем кабинете, 70-е годы

Приятно было получить поздравления от товарищей по разработке плана ГОЭЛРО: Д. И. Комарова, учившегося вместе с Лютером в Электротехническом институте, от профессора ЛПИ М. Д. Каменского, от Совета старейших энергетиков и многих других, перечислить которых сейчас уже нет возможности, тем более что Лютер не особенно берег свой архив.

Он с трудом выносил всякие чествования и юбилеи, избегал официальных славословий и в день 60-летия 5 октября 1949 г. оказался, «к счастью», в больнице, так что пришедший официально его поздравить председатель ВНИТОЭ — профессор А. М. Залесский — вынужден был оставить поздравительное письмо у дежурного. Юбилей все же отпраздновали некоторое время спустя, но в стенограмме заседания научно-технического совета «Электросилы» записаны такие слова М. П. Костенко: «Мне кажется, пора кончать эту экзекуцию Роберта Андреевича». С тех пор юбилеи не отмечались, однако поздравления неизменно поступали, а юбилейные статьи благодаря стараниям Н. П. Витковой появлялись в прессе. Последняя опубликована в газете «Электросила» в 1974 г. — в честь 85-летия Лютера. Статья называлась «Наш шеф-электрик» и была подписана В. В. Романовым — главным инженером

Объединения «Электросила». Дирекция завода подарила Роберту Андреевичу на 70-летие телевизор, который он отдал соседям по квартире, а на 80-летие — магнитофон, которым он пользовался с удовольствием, записывая на нем фортепианную музыку.

Он продолжал работать на своем прежнем рабочем месте в самом старом здании «Электросилы», оставшемся еще со времен Сименса. Его кабинет был частью когда-то большого помещения, отгороженной стеклянной перегородкой, которую потом изнутри заделали и оклеили обоями. Мебель была тоже сименсовская: старинные столы, шкафы с гибкими выдвижными крышками. Кабинет не был личным: кроме Лютера там постоянно находилась Н. П. Виткова — секретарь редакции сборника «Электросила», стоял рабочий стол В. А. Толвинского, а потом Д. А. Завалишина — соредакторов Лютера по сборнику и консультантов завода. За бывшей стеклянной стенкой помещалось бюро общих расчетов, где работали инженеры Н. Я. Самойлович, Б. Н. Резникова, П. Б. Риммер, Р. И. Явно, В. В. Коган и раз в несколько лет менявшиеся копировщицы. Круг его обязанностей чуть-чуть сузился — здоровье уже не позволяло нести прежнюю нагрузку.

Много лет его мучило заболевание вена, и хотя на работу и домой его доставляла заводская машина, передвигаться стало трудно даже внутри завода. Поэтому Лютер стал бывать там три дня в неделю, остальные дни работая дома, на редкость целенаправленно, результативно и плодотворно. Излишне и говорить о том, что он соглашался получать зарплату лишь за эти «присутственные» дни. Началось проектирование гидрогенераторов Саяно-Шушенской ГЭС, и Роберт Андреевич рассматривает различные возможные варианты машины для эскизного проекта. В его архиве сохранились листы с этими расчетами. Проектируется новый мощный ледокол — к Лютеру обращаются за консультацией по системе электродвижения. Он по-прежнему нужен всем.

Но время брало свое. Постепенно уходили на пенсию сотрудницы Бюро общих расчетов, надо было их кем-то заменять, надо было учить молодежь. Роберт Андреевич, как и большинство пожилых людей, не любил перемен в обстановке, хотя и знал, что они неизбежны. Были приглашены новые сотрудники. После смерти Д. А. Завалишина научным редактором сборника стал кроме Р. А. Лютера Г. К. Жерве, их совместными усилиями сбор-

ник как бы набрал новую силу. Новый директор «Электросилы» Б. И. Фомин относился к Роберту Андреевичу с большим уважением и всегда шел навстречу ему в организационных вопросах.

Жизненный уклад почти не менялся. Все послевоенные годы он жил в той же квартире на Васильевском острове. Разумеется, в полном смысле одиноким он не был, но ближайший родственник по отцовской линии — племянник Г. Л. Брунс, которого Лютер очень любил, к сожалению, жил в Челябинске и нечасто бывал в Ленинграде. Правда, были родственники по материнской линии — А. А. Мазинг и его семейство, с которыми Роберт Андреевич поддерживал теплые, по-настоящему родственные отношения, был крестник, к которому он относился, как к близкому человеку. Были живы еще близкие товарищи по работе и друзья молодости, хотя далеко не все. Кроме А. Е. Алексеева, Н. Я. Самойлович и И. Н. Рабиновича дружбу с Лютером поддерживали Е. Г. Комар, И. Ф. Малышев, Н. А. Моносзон, И. Д. Урусов, П. М. Ипатов, М. М. Алексеева, В. Е. Манойлов, Черногубовский (двое последних посещали Роберта Андреевича, пожалуй, чаще всех) и другие. Но самых близких, родных сердцем и духом, — брата и сестры — уже давно не было в живых.

С годами словно удлинялись расстояния, все труднее становилось их преодолевать. Роберт Андреевич не помнил уже, когда он использовал отпуск целиком. После войны он брал его днями, снимал дачу в Зеленогорске и проводил на ней кроме воскресенья еще субботу и понедельник. Несколько раз в году бывал в гостях. Навещал А. Е. Алексеева, И. Д. Алексееву, С. М. и Е. В. Толвинских, Н. В. Смурову. И дома в часы отдыха он по-прежнему играл на рояле. Но играть, как раньше, для слушателей, он уже не решался. Болезнь рук свела пальцы, лишив их беглости. Теперь он помногу раз повторял одну и ту же вещь, пока не оставался доволен ее звучанием, а потом записывал себя на магнитофон. И если приходили гости, он ставил пленку, иногда во время исполнения с грустью отмечая: «Вот здесь я опять сарпеджировал». Таких записей скопилось более ста, иногда они обновлялись и улучшались. Из современных пианистов он очень любил Вана Клиберна и даже приобрел пластинки с его исполнением первого концерта для фортепиано Чайковского, который сам играл в молодости на выпускном экзамене.

Почувствовав несколько раз сильную слабость и головокружение, Лютер завел разговор об уходе на пенсию. Формально он не имел права на академическую пенсию: все его должности не были «научными». Руководство «Электросилы», нуждаясь в его помощи, возбудило ходатайство о персональной пенсии и предложило ему работать на дому, где удалось поставить телефон. Сотрудники ездили к нему три раза в неделю, заранее известив о теме консультации. Если же конкретных срочных вопросов не было, Роберт Андреевич продолжал работать над актуальной задачей, и приехавший сотрудник просто помогал ему. Обычно в конце занятий появлялся чай, и Лютер по просьбе посетителя мог поставить на магнитофон какую-нибудь пленку.

Вот несколько вопросов, которыми занимался Лютер последние два года своей жизни: наилучший способ трансформации обмоток гидрогенераторов, расчет потерь в торцевых зонах, соединение схемы обмотки нагрузочного турбогенератора для испытания турбогенератора 1 200 МВт, обмотка которого была шестифазной и т. п. Он закончил подготовку рукописи своей книги «Расчет синхронных машин» [78] и сдал ее в издательство «Энергия», продолжал совершенствовать методы расчетов переходных процессов, консультировал конструкторов, из которых чаще других к нему обращался А. Б. Шапиро, проектировавший турбогенераторы с полным водяным охлаждением.

В последние два года жизни здоровье Роберта Андреевича резко ухудшилось. Его приходящая домработница — Анна Максимовна, обслуживающая его все послевоенные годы, была уже тоже в преклонных годах, а потому и слаба, но расставаться с ее услугами Лютер ни за что не хотел. Пришлось взять над ним шефство, стараясь, под всевозможными предлогами навещая его, заботиться о его быте как можно незаметнее для него самого, дабы не утомить чрезмерным и непрошенным вниманием. В его доме стали чаще бывать П. Б. Риммер, Р. И. Явно, Н. Г. Гаврилова, которым иногда удавалось уговорить Роберта Андреевича сделать для него что-нибудь по хозяйству.

Ближе всех в эти годы, на 7-й линии Васильевского острова, жил один из старейших работников «Электросилы», бывший монтер, а потом и старший мастер отдела главного энергетика, Александр Николаевич Герасимов. Ему самому было уже за восемьдесят, но, физически еще крепкий, он добровольно взял на себя заботу о некоторых

нуждах Лютера. У него были запасные ключи от квартиры Роберта Андреевича, при необходимости он мог прибежать на помощь в течение нескольких минут, вызвать врача, сходить в аптеку, просто побеседовать на досуге. От всякого вознаграждения за услуги Герасимов категорически отказывался, хотя получал небольшую пенсию. Несколько раз он выручал Роберта Андреевича, вовремя открывая снаружи дверь, когда тот своими больными руками не мог сделать это изнутри.

Но что удивительно, и в эти последние два года Лютер не мыслил и дня прожить без полезного труда. Его ум был все также светел, и подчас, беседа с ним, не хотелось верить, что человеку, помнящему все данные о прошлогодних неполадках в какой-нибудь машине так же ясно, как и опыты 1926 г. по разгону ротора волховского генератора, уже 87 лет. Последняя запись в дневнике Д. И. Клейнман (часто посещавшей Р. А. Лютера два последних года его жизни) — «Пример расчета переходного процесса АМ-500-4. . .» — сделана 26 октября 1976 г., за полтора месяца до смерти Лютера.

Он умер 10 декабря 1976 г. на руках преданно ухаживавшего за ним А. Н. Герасимова. Похоронили Лютера 15 декабря на Богословском кладбище. Через несколько дней рядом с ним был погребен М. П. Костенко.

На похоронах Роберта Андреевича очень верно о его деятельности сказал профессор Н. А. Монозон, работавший до 1950 г. на «Электросиле», а позднее — в НИИЭФА им. Д. В. Ефремова с Е. Г. Комаром. Он говорил, в частности, что Лютера отличало всегда стремление найти такое достаточно точное теоретическое решение, которое было бы приемлемо в инженерной практике; о том, что ему был свойствен особый, лютеровский стиль работы; о том, что скромный, даже застенчивый в личных делах, Роберт Андреевич в технических и производственных решениях был принципиальным и настойчивым человеком. Выступавший на гражданской панихиде Г. К. Жерве вспоминал, как его руководитель по дипломной работе советовал ему еще в 1929 г. идти на «Электросилу», «потому что там Лютер», а Роберт Андреевич к тому времени проработал там только около 6 лет и уже заслужил такую известность. Жерве отметил, что Лютер сформировал электросиловскую инженерную школу, тот стиль работы, заметный уже по тому, что зачастую разные по характеру инженеры в сходных ситуациях принимают одинаковые решения. Сказал он и

о том, что, когда случалось не следовали рекомендациям Лютера, почти всегда при этом ошибались, ни разу не услышав от него в тоне упрека — «я же говорил...».

Для родственников и некоторых друзей, знавших Лютера не по работе, эта сторона его жизни, столь высоко оцененная, возможно не вязалась со сложившимся в их сознании обликом скромного, милого и доброго человека. И тем не менее это был он же, и, увы, только теперь его можно было в полный голос назвать выдающимся, не опасаясь его протестов. . .

После его смерти с особой остротой почувствовали электросиловцы, как не хватает им Лютера, как он был любим в коллективе всеми, кто соприкасался с ним, от главного конструктора до рабочего. В основе такого отношения к нему лежало, бесспорно, в первую очередь его собственное человеколюбие, его доброжелательное отношение к любому посетителю, к соседу, к случайному знакомому, попавшему в трудное положение, а особенно к людя, делавшим общее дело, — коллегам по работе. Оставаясь всегда глубоко принципиальным в научных и технических спорах, Роберт Андреевич, однако, ни в одном из своих оппонентов не посеял неприязни, и причина тому — его объективность, стремление скорее отметить хорошие стороны, чем недостатки.

Эта редкая доброта не могла не вызывать ответной симпатии, но к ней прибавлялось еще и огромное уважение, даже можно сказать трепет перед высочайшим профессионализмом и большим талантом инженера, математика, ученого-прикладника. Всю жизнь Роберт Андреевич учился новому, не боясь спросить совета у более молодых товарищей. Его эрудиция, память и инженерная «хватка» до сих пор остаются для нас непревзойденным образцом (как для него образцом была работоспособность и практическая жилка Л. Эйлера).

Однажды И. Ф. Филиппов обратился к Лютеру с вопросом о нормах запыленности воздуха, при которых еще возможно эксплуатировать защищенные машины. «Я точно не помню, — сказал Роберт Андреевич, — но, кажется, впервые такие нормы установил Союз немецких электротехников в таком-то году и это было столько-то миллиграмм на кубометр воздуха...». С этими словами, как рассказывал И. Ф. Филиппов, Лютер подошел к шкафу, взял в руки старый справочник, открыл его на нужной странице и показал таблицу, составленную

в 1903 г. Затем были выяснены все последующие изменения этих норм. Инженеров-исследователей поражало умение Лютера в уме или двумя движениями логарифмической линейки определить, как казалось, по одному ему известным формулам значения ожидаемых потерь и температур, индуктивностей и емкостей обмоток, моментов вращения напряжений и токов при переходных процессах. Чуждый всяким конъюнктурным соображениям, Лютер первым называл результат расчета, никогда не ожидая стопроцентного совпадения с опытом. Более того, при таком совпадении он хмурился и начинал проверять расчеты. Не имеет смысла считать точнее, чем мы можем изготовить машину, и точнее, чем можем измерить, но ошибаться нужно всегда в запас, — вот кредо Роберта Андреевича для практических расчетов.

Инженеров-проектировщиков поражало его умение сразу же, почти без всяких прикидок определить размеры будущей машины так, что последующие расчеты многочисленных вариантов только подтверждали его выбор. Это, кстати, касалось и машин принципиально новой конструкции. Он проектировал, рассчитывал и браковал, сопоставлял результаты в голове, как это делает всякий выдающийся специалист, мастер своего дела, но у Лютера этот талант и интуиция были значительно выше, чем у огромного большинства его современников, а внутренняя дисциплина и любовь к работе постоянно совершенствовались природные способности.

Роберт Андреевич был личностью необычайной. Наверное, поэтому в рассказах о нем, ходивших еще и при его жизни, правда зачастую перемешана с вымыслом, как в легендах. Иногда он, услышав такие легенды, опровергал их, иногда с улыбкой пояснял, что — правда, а что — вымысел. Вот один из таких рассказов, поведенный автору еще в 50-х годах старейшим инженером Станиславом Викентьевичем Мосевичем.

«В двадцать четвертом или двадцать пятом году в иностранном журнале была напечатана статья о проекте турбогенератора мощностью 100 тыс. кВт. В то время эта мощность казалась недостижимой. Был опубликован разрез генератора и некоторые параметры: реактансы, КПД и пр. Лютер взял за масштаб диаметр ротора, определил по нему остальные размеры и сделал расчет. При этом вышло, что спроектированная машина работать не может. Он написал в редакцию журнала, оттуда письмо перепра-

вили фирме, разработавшей проект, и фирма написала Лютеру письмо с благодарностью за обнаруженную ошибку и с предложением стать ее консультантом».

В этом рассказе все достоверно, кроме последнего. . . Действительно, инженер Лютер не мог пройти мимо статьи с данными новейшего генератора, не попытавшись рассчитать по размерам и параметрам его электромагнитные и тепловые нагрузки. Это от него восприняли все ученики. В этом, собственно говоря, нет ничего особо трудного. И ошибки даже в опубликованных проектах возможны. . . На самом деле фирма отмолчалась, поэтому последняя фраза в переданном Лютеру рассказе Мосевича вызвала у него улыбку: он великолепно понимал, что сделать ошибку легко, а признать ее трудно.

В многочисленных переложениях эпизодов и воспоминаниях о Лютере присутствует лишь одна черта его характера, способная выглядеть неправдоподобной и в то же время совершенно истинная, — его потрясающее бескорыстие.

С. В. Мосевич, с которым автор этой книги проработал девять лет бок о бок, рассказывал, что в конце 20-х годов известие о прибавке к своей зарплате Роберт Андреевич воспринял с огорчением. «Ведь есть люди, куда меньше получающие и более заслуженные, чем я», — сказал он тогда С. В. Мосевичу.

«Я был неоднократно свидетелем, когда он по телефону отказывался от гонораров за напечатанные работы, твердя одно, что это его общественная работа — вспоминает Г. Л. Брунс. — Мне он часто говорил, что в силу особенностей своего характера он не может принимать участие в общественной работе и как-то должен это компенсировать, вот и статьи в журналах он должен помещать, не получая гонорара. . .

На заем он подписывался всегда выше нормы. . . Очень многим оказал материальную помощь, при этом говорил всегда одно: семьи у меня нет, должен же я делать что-нибудь доброе для людей».⁵

Роберт Андреевич неоднократно одалживал немалые деньги, никогда не напоминая об отдаче. Таких случаев было, пожалуй, слишком много. Надо сказать, что ближай-

⁵ Архив автора, письмо Г. Л. Брунса автору, 1981.

шие сотрудники Лютера оберегали его от чересчур назойливых просителей, но это не всегда удавалось.

Перейдя на режим работы с тремя выходами в неделю, он потребовал, чтобы эти дни ему не оплачивали. В законах тех лет о работе на полставки при сокращенном рабочем дне не было четких указаний. Но руководство, прекрасно зная, что дома он столь же напряженно трудится на общее благо, в конце концов добилось оформления ему персональной пенсии, получение которой не исключало права прирабатывать. В связи с этим припоминается разговор Лютера с одним из сотрудников: «Роберт Андреевич, по сравнению с Вами мы все выглядим ужасными рвачами! — Почему? Если бы у меня была семья, как у Вас, я бы тоже, может быть, получал всю зарплату, а сейчас это мне просто не нужно». Мы уже говорили, что свои Государственные премии и гонорары за изобретения он переводил на общественные нужды и раздавал нуждающимся, не видя в этом никакой жертвы.

Бескорыстие Лютера было естественной частью его жизненной позиции, его мировоззрения, которому было абсолютно чуждо всякое стремление к приобретательству. Он не имел и не желал иметь никаких ценностей, не заводил машины, дачи, дорогих вещей, не собирал картин, фарфора, украшений. Единственной картиной на стенах его квартирки был старинный портрет маслом Мартина Лютера, в конце концов и тот им подаренный, остальное — фотографии родственников. Мебель сохранялась как реликвия: кровать родителей, этажерка тети и т. д. Книги были, но те, что читались.

«Был ли он честолюбив? — пишет Г. Л. Брунс. — Наверное, да. Я помню, как в 1933 году подвал одного из номеров газеты „Социндустрия“ был посвящен его деятельности. Он принес эту газету домой, и я за вечерним чаем читал ее вслух. Незадолго до смерти он показывал все свои правительственные награды, дипломы лауреата Государственной премии и другие документы».

Так был ли он честолюбив? Если под честолюбием понимать желание многое сделать и удостоиться чести за сделанное, — наверное, да. Был ли он хоть капельку тщеславен? Никогда. Он, разумеется, знал себе цену, как и все талантливые люди, может быть, даже чуть-чуть недооценивал себя, но никогда не показывал превосходства. Это создавало вокруг него особую атмосферу научной добросовестности, уважения к заслугам других специали-

стов. Его отношение к внешним успехам, наградам и почестям как нельзя более отражает строка Пастернака: «Цель творчества — самоотдача, а не шумиха, не успех».

Почему так поражает нас это равнодушие Лютера к внешней стороне успеха, к оценке своих трудов? Потому, что, увы, это не столь уж частое явление. У нас в СССР при плановом хозяйстве нет конкуренции фирм, но это не исключает конкуренции специалистов, борьбы за личные успехи и признание заслуг. Возможно, иногда это и помогает делу, но чаще вредит ему, замедляет прогресс науки. А движет прогресс работа таких людей, как Лютер, которые по-настоящему талантливы и по-хорошему скромны. И вкуче с подвижничеством действие их таланта возрастает многократно еще и потому, что все, кто способен это оценить, а таких большинство, им помогают. Такие люди становятся неофициальными руководителями науки и техники.

Роберту Андреевичу удавалось силой своего авторитета порой добиваться того, что не всегда под силу было и руководству.

Каждый научный работник, каждый конструктор и производственник знает, чего стоит провести незапланированное, но срочно понадобившееся исследование, от результатов которого зачастую зависит судьба конструкции, — только ценой отказа от другой работы или переноса ее на более поздний срок. А если заказывать исследование на стороне, так только на изучение литературы научная лаборатория или кафедра может запросить полгода. А ответ на вопрос нужен сегодня, его, собственно говоря, полагалось знать еще вчера, но это как-то упустили.

В таких случаях Лютер снимал трубку телефона и звонил исполнителю или приглашал его к себе (в молодости он сам начинал рабочий день с обхода стендов и лабораторий). Подробно объяснив, зачем и почему нужна внеплановая работа, он просил ее сделать. Исполнитель, во-первых, убеждался в ее действительной необходимости, во-вторых, получал от Лютера программу работ, помощь при обработке результатов и их научной интерпретации, наконец, чувствовал себя участником важного дела, которым интересуется сам Лютер, а как известно, «Лютер зря не попросит». Если потом этому специалисту требовалось разобраться в сложном вопросе, он смелее обращался к Роберту Андреевичу, и его собственная научная актив-



Памятник Р. А. Лютеру на Богословском кладбище в Ленинграде

ность возрастала. И этой силой авторитета Лютер дорожил, хотя все, что ей способствовало, вытекало из его сути, а обладать такой властью можно, лишь работая на общее дело, а не для своих интересов.

Лютер умел создавать атмосферу спокойствия и деловитости в любых самых сложных ситуациях, считая их во всяком ответственном деле неизбежными, и этим как бы утверждая свое согласие с великим своим предком, однажды (в диспуте с Т. Цвингли) сказавшем, что бог послал нас в мир не для нашего удовольствия. По натуре очень сдержанный, он неохотно делился, особенно своими бедами. А они его не обходили, и по счастью нашлись люди, оказавшие помощь Лютеру в дни испытаний, но по скромности умолчавшие об этом. О многих грустных страницах его жизни нам поведали документы или другие люди, когда многое уже ушло в прошлое. Вот почему многим из знавших Лютера жизнь его казалась хотя и скучноватой, но

благополучной. Несмотря на размеренность и видимое однообразие, она до предела была наполнена творческой работой, напряженнее и интереснее которой вряд ли можно представить. Эта работа и поддерживала его в трудные минуты.

Сказанного, наверное, достаточно, чтобы у читателя сложилось справедливое мнение о жизненной стратегии Лютера, всегда поступавшего в интересах дела и по совести, всегда ставившего на деле общественное выше личного, всегда самокритичного и бескорыстного, верного друга, доброго и отзывчивого человека. Часто эти качества сопутствуют большому таланту. В некоторых современных работах по психологии отмечается, что сильный и продуктивный исследовательский инстинкт часто сочетается со смелостью, дружелюбностью и неагрессивностью, иначе говоря, с качествами характера, приносящими успех в коллективной работе.⁶ Это отмечают биографы многих выдающихся ученых, но бывают и исключения. Они показывают, что талантливый человек не всегда рождается с хорошими качествами характера, он их приобретает или утрачивает. Роберт Андреевич Лютер такие качества вырабатывал, воспитывал в себе. Стало быть, дело не только в таланте, но и в определенном мировоззрении. Лучше всего о Лютере сказал один из работников «Электросилы»: «Лютер был человеком будущего. Уже сегодня он, среди нас, жил полностью по законам коммунистического общества!».

Спустя два года после смерти Роберта Андреевича на его могиле установили памятник. На черном камне с одной из фотографий выбит портрет: Лютер за рабочим столом в своем кабинете. И пусть сходство далеко не полное, но это именно та картина, какую всякий раз видел каждый входящий к нему. Ниже имени и фамилии — лаконичная надпись: «Шеф-электрику — коллектив „Электросилы“».

Но самый главный памятник Роберту Андреевичу Лютеру — успех нашего электромашиностроения, международный авторитет «Электросилы», большой коллектив специалистов школы Лютера, которая продолжает существовать и развиваться, выдвигая из своей среды новых исследователей и конструкторов, поддерживая и обогащая благородные традиции, заложенные Лютером и его товарищами по работе.

⁶ См., например: Симонов П. В. Высшая нервная деятельность человека. М., Наука, 1975, с. 23.

И в нынешних достижениях «Электросилы» — в создании турбогенераторов мощностью до 1 млн. 200 тыс. кВт, гидрогенераторов для Саяно-Шушенской ГЭС, многих других новых машин и устройств, в разработке материалов и технологических процессов, повышающих качество и экономичность новых машин, в развитии теории и методов проектирования — большая доля успеха была заложена Лютером, подготовившим самое ценное — высококвалифицированных специалистов.

Каждому из общавшихся с ним он передал какую-то частицу своего творческого горения.

Основные даты жизни и деятельности Р. А. Лютера

- 1889 г. 5 октября родился в г. Москве.
- 1902 г. Перевезен в Петербург.
- 1906 г. Окончил 1-е Петербургское реальное училище и поступил в Электротехнический институт.
- 1911 г. Окончил Электротехнический институт и поступил на работу инженером пробного отделения завода «Вольта» в Ревеле (Таллине).
- 1912 г. Поступил на работу в Петербургское правление Русских электротехнических заводов Сименс—Гальске (Отдел центральных электростанций и железных дорог).
- 1915 г. Переведен в Военно-морской отдел Правления.
- 1917 г. Окончил музыкальную школу.
- 1918 г. Начал преподавать в Электротехническом институте на кафедре электрических станций (по 1929 г.).
- 1919 г. Работает консультантом Волховстроя (по 1925 г.).
- 1923 г. Перешел на работу на завод динамомашин Эльмаштреста (впоследствии названный «Электросила») на должность инженера-математика.
- 1927 г. Командирован в Германию (с 15 июля по 10 октября).
- 1929 г. 25 ноября командирован в США (по июль 1930 г.).
- 1934 г. 30 ноября командирован в США (по 15 мая 1935 г.).
- 1941 г. 5 октября эвакуирован из Ленинграда, работает на заводе им. М. И. Калинина Н. Баранча Свердловской области.
- 1942 г. Утвержден в ученой степени доктора технических наук.
- 1945 г. 1 ноября возвращается в Ленинград, на «Электросилу» (шеф-электриком), где работает до конца жизни.
- 1948 г. За участие в создании крупных машин постоянного тока удостоен Государственной премии.
- 1948 г. Награжден орденом Трудового Красного Знамени.
- 1956 г. Удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».
- 1962 г. Награжден вторым орденом Трудового Красного Знамени.
- 1967 г. За участие в создании гидрогенераторов Братской ГЭС удостоен Государственной премии.
- 1976 г. 10 декабря скончался в Ленинграде.

Основные труды Р. А. Лютера

1. К расчету высоковольтных линий передачи на далекие расстояния. СПб., 1911. 46 с.
2. Проект указаний по защитным устройствам от перенапряжений в установках сильного тока. — Электричество, 1925, № 5, с. 276—279.
3. Устройство коллектора и щеток для коллекторных машин переменного тока. А. с. 1648 (СССР). (В соавторстве с М. П. Костенко).
4. Электрические силовые установки: Распределительные устройства. (На правах рукописи). Л., 1926. 320 с.
5. Трехфазные компенсированные асинхронные двигатели. — Электричество, 1926, № 1, с. 12—25. (В соавторстве с М. П. Костенко).
6. Надежность работы и современные защитные устройства для генераторов. — В кн.: Проблемы энергетики в промышленности / Под ред. проф. В. В. Дмитриева. М.; Л., 1927, с. 51—65.
7. Испытания главных волховских генераторов завода «Электросила». — Изв. ГЭТ, 1928, № 5/6, с. 77—85. (В соавторстве с М. П. Костенко).
8. О производстве генераторов для паровых турбин на заводе «Электросила». — Изв. ГЭТ, 1928, № 5—6, с. 86—90.
9. К вопросу о расчете добавочных потерь в опыте короткого замыкания турбогенераторов. — В кн.: Электромашиностроение. Л., 1930, вып. 2, с. 56—62.
10. О мощных синхронных генераторах для районных турбо- и гидроэлектростанций. Л., 1931.
11. Электрические характеристики современных американских и европейских гидро- и турбогенераторов. — Вестн. электропромышленности, 1931, № 1, с. 2—9.
12. Современные двухполюсные турбогенераторы. — Электричество, 1932, № 8, с. 448—461. (В соавторстве с А. Е. Алексеевым).
13. От сборочных мастерских к первоклассному заводу советского электромашиностроения. — Электричество, 1932, № 21, с. 973—977. (В соавторстве с А. Е. Алексеевым и Д. В. Ефремовым).
14. Турбогенераторостроение. — В кн.: Сильноточная электропромышленность на рубеже 2-й пятилетки. М., 1932, с. 55—78. (В соавторстве с А. Е. Алексеевым).
15. Дискуссия о рациональном напряжении на зажимах генераторов большой мощности. — Электричество, 1933, № 8, с. 40.
16. Генераторы Днепрогэса изготовления завода «Электросила». — Электричество, 1933, № 11, с. 3—11. (В соавторстве с А. Е. Алексеевым и Д. В. Ефремовым).

17. Проект электрического оборудования подстанции РионГЭС'а. — В кн.: Гидроэлектрическая установка на р. Рион у г. Кутаиса: Экспертиза проекта. — Тр. ЦЭС, 1933, вып. 17, с. 326—330.
18. О реактансах синхронной машины. — В кн.: Энергетический сборник ЛОЭК РНИТО. Л., 1934, вып. 1, с. 17—22.
19. Операторные реактансы синхронной машины. — Электричество, 1934, № 17, с. 13—22.
20. Проблемы изоляции для электрических машин. Доклад, 1934, 32 с. (В соавторстве с Д. В. Ефремовым, на правах рукописи).
21. Серия асинхронных двигателей А. М. завода «Электросила» им. С. М. Кирова. — В кн.: За единые серии электрических машин. М., 1935, вып. 1, с. 7—29. (В соавторстве с В. А. Старковым, Д. В. Ефремовым, М. М. Колдобским и В. А. Васильевым).
22. Обмотки современных гидрогенераторов. — Вестн. электропромышленности, 1935, № 9, с. 22—27.
23. Модернизированная серия асинхронных двигателей А. М. — В кн.: За единые серии электрических машин. М., 1936, вып. II, с. 9—39. (В соавторстве с М. М. Колдобским, Б. И. Кузнецовым, В. А. Васильевым и А. Н. Щекотовым).
24. Витковая изоляция электрических машин. — В кн.: Электрическая изоляция. Л., 1937, вып. 1, с. 63—70. (В соавторстве с Г. Швецем).
25. Заводское руководство по теории синхронной машины. Ч. I. Магнитные поля и диаграммы ЭДС синхронных машин. Л., 1936—1937. 113 с. (В соавторстве с Д. И. Заславским, на правах рукописи).
26. Заводское руководство по теории синхронной машины. Ч. II. Основы для расчета переходных режимов синхронных машин: Уравнения цепей синхронных машин: Операторные реактивности и эквивалентные схемы. Л., 1939—1945. 168 с. (В соавторстве с Д. И. Заславским, на правах рукописи).
27. Заводское руководство по теории синхронной машины. Ч. III. Режимы работы синхронных машин. Л., 1945—1951. 248 с. (В соавторстве с Д. И. Заславским, на правах рукописи).
28. Теория переходных режимов синхронной машины (с применением операторного анализа). Л., 1939. 88 с.
29. К вопросу о высоковольтных турбогенераторах. — В кн.: Высокovoльтные турбогенераторы. М., 1940, с. 43—48.
30. О моментах вращения синхронной машины при периодических ее качаниях. — Электричество, 1940, № 2, с. 51—55.
31. Поверочный расчет турбогенератора: Заводская нормаль. Л., 1940. 57 с. (Под редакцией Р. А. Лютера, на правах рукописи).
32. Заводские расчеты трехфазных асинхронных электродвигателей. Ч. I. Сборник формул. Ч. II. Примеры расчета. Н. Баранча, 1943. 400 с. (В соавторстве с Н. Я. Самойлович, О. Б. Певзнер, Б. И. Кузнецовым, Ф. К. Геллер и И. И. Брейлем, под совместной с Б. И. Кузнецовым редакцией, на правах рукописи).
33. Заводские расчеты машин постоянного тока: Методика и формулы расчетов. Н. Баранча, 1944. 378 с. (В соавторстве с И. Н. Рабиновичем, М. М. Алексеевой, Е. С. Федер и И. И. Брейлем, под совместной с проф. В. А. Толвинским редакцией, на правах рукописи).
34. Заводские расчеты синхронных машин. Ч. I. Методика и формулы расчетов. Ч. II. Примеры расчетов. Н. Баранча, 1945. 449 с. (В соавторстве с А. С. Еремеевым, Ф. И. Жеребиным и И. И. Брейлем, под совместной с В. А. Толвинским редакцией, на правах рукописи).

35. Методика расчета токов короткого замыкания синхронной машины с использованием теоремы о постоянстве потокосцеплений для сверхпроводящих контуров. — В кн.: Электросила. Л., 1947, № 4, с. 30—47.
36. Учет влияния высших гармонических в кривой тока на работу синхронных генераторов, питающих ртутные выпрямители. — В кн.: Электросила. Л., 1948, № 5, с. 49—52.
37. Моменты вращения синхронной машины в асинхронном режиме. — Вестн. электропромышленности, 1948, № 10, с. 1—11.
38. Машины постоянного тока предельного использования по мощности и некоторые вопросы их проектирования. — Вестн. электропромышленности, 1948, № 11, с. 3—7. (В соавторстве с В. Т. Касьяновым, А. А. Кашиным, И. Н. Рабиновичем и Д. Б. Шапиро).
39. Расчет явнополюсных синхронных электрических машин: Ведомственная нормаль. Л., 1950. 102 с. (В соавторстве с В. А. Толвинским, А. С. Еремеевым, Ф. И. Жеребиным и М. М. Колдобским, на правах рукописи).
40. Расчет машин постоянного тока: Ведомственная нормаль. Л., 1950. 95 с. (В соавторстве с В. А. Толвинским, В. Т. Касьяновым, И. Н. Рабиновичем и Н. В. Куликовым, на правах рукописи).
41. Расчет моментов вращения синхронных машин при коротких замыканиях. — В кн.: Электросила. Л., 1950, № 7, с. 29—40.
42. Приближенный способ проверки устойчивости работы синхронной машины по угловым характеристикам синхронизирующего момента вращения. — В кн.: Электросила. Л., 1951, № 8, с. 42—49.
43. Приближенный расчет режимов работы синхронной машины, включенной на цепи с емкостью. — В кн.: Электросила. Л., 1951, № 9, с. 38—45.
44. Параметры синхронной машины с учетом насыщения. — В кн.: Электросила. Л., 1951; № 10, с. 30—36.
45. Достижения завода «Электросила» им. С. М. Кирова в проектировании крупных электрических машин. Л., 1951. 16 с. (Науч.-техн. совещ. раб. промыш., деятелей науки и техники; Вып. 6. На правах рукописи).
46. Вопросы развития современной теории синхронной машины. — Вестн. электропромышленности, 1953, № 2, с. 31—42. (В соавторстве с Е. Я. Казовским и М. П. Костенко).
47. Расчет трехфазных асинхронных двигателей. Ведомственная нормаль / 2-я редакция. Л., 1952. 145 с. (В соавторстве с В. А. Толвинским, Н. Я. Самойлович и Р. И. Явно, на правах рукописи).
48. Расчет коэффициентов демпфирующего момента синхронной машины с учетом влияния сопротивления статорной обмотки. — Вестн. электропромышленности, 1953, № 5, с. 16—20.
49. Упрощенные способы расчета токов короткого замыкания машин постоянного тока. — В кн.: Электросила. Л., 1954, № 12, с. 25—35. (В соавторстве с А. Я. Бергером, И. Н. Рабиновичем, Н. Г. Гавриловой).
50. Авторское свидетельство № 107473 на изобретение «Устройство для охлаждения ротора турбогенератора» в соответствии с приложенным описанием по заявке № 560378 с приоритетом от 5 ноября 1956 г. (В соавторстве с Н. П. Ивановым, В. В. Титовым, Н. А. Черновым, Г. П. Вартадьном, Г. М. Хуторецким, Н. М. Третьяковым, Ю. В. Арошидзе и Г. П. Езовитом).
51. Авторское удостоверение на техническое усовершенствование № 30 на сделанное им техническое усовершенствование «Обмотки статоров

- двухполюсных турбогенераторов трехфазного тока крупных мощностей с четырьмя синфазными параллельными ветвями». (В соавторстве с Г. К. Жерве, Н. П. Ивановым, П. М. Ипатовым, Г. М. Хурторецким, 1956).
52. Мощные гидрогенераторы. — В кн.: Электросила. Л.: ГЭИ, 1956, № 14, с. 5—11. (В соавторстве с Н. П. Ивановым, А. С. Еремеевым, М. Я. Капланом, П. М. Ипатовым).
 53. Электромашинная система возбуждения гидрогенераторов. — В кн.: Электросила. Л., 1956, № 14, с. 33—35. (В соавторстве с А. В. Мозалевским).
 54. О термической стойкости электрических машин переменного тока с короткозамкнутыми системами в роторе. — В кн.: Электросила. Л., 1957, № 15, с. 29—42. (В соавторстве с Н. Я. Самойлович и М. М. Колдобским).
 55. Охлаждение турбо- и гидрогенераторов / Под ред. Р. А. Лютера. М., 1959. 278 с.
 56. Влияние отключения катушек статорной обмотки на фазные токи трехфазного асинхронного короткозамкнутого двигателя. — В кн.: Электросила. Л., 1959, № 16, с. 53—59. (В соавторстве с М. Л. Брицным и Н. Я. Самойлович).
 57. Опытная система независимого ионного возбуждения гидрогенераторов Нижне-Свирской ГЭС. — В кн.: Электросила. Л., 1959, № 16, с. 36—44. (В соавторстве с Д. А. Завалишиным, И. А. Глебовым и С. Ф. Зоновым).
 58. «Электросила» — плану ГОЭЛРО. — В кн.: Сделаем Россию электрической. М., 1961, с. 172—177.
 59. Научно-исследовательские работы Ленинградского филиала ВНИИЭМ и завода «Электросила» им. С. М. Кирова. — Вестн. электропромышленности, 1962, № 4, с. 3—8. (В соавторстве с П. М. Ипатовым, Е. Я. Казовским, Н. В. Куликовым).
 60. Расчет асинхронных моментов вращения двухполюсных двигателей с магнитными бандажами. — В кн.: Электросила. Л., 1962, № 21, с. 49—54. (В соавторстве с Н. Я. Самойлович и В. В. Коган).
 61. Устройство для автоматического регулирования возбуждения мощных турбогенераторов. А. с. № 161383 с приоритетом от 22 XI 62. Зарегистрировано 27 01 64. (В соавторстве с Л. Г. Алексеевой, А. М. Годесом, Н. П. Ивановым, К. В. Лапаевым, А. Б. Шапиро, Я. Н. Штрафуном).
 62. Научно-исследовательские работы Ленинградского филиала ВНИИЭМ и завода «Электросила» им. С. М. Кирова в области электромашиностроения. — В кн.: Электросила. Л., 1962, № 21, с. 6—22. (В соавторстве с П. М. Ипатовым, Е. Я. Казовским, Н. В. Куликовым).
 63. Асинхронные моменты вращения машины с массивным ротором и немагнитным бандажом. — В кн.: Электросила. Л., 1965, № 24, с. 16—18. (В соавторстве с Н. Я. Самойлович и В. В. Коган).
 64. Научно-исследовательские работы Ленинградского филиала ВНИИЭМ и завода «Электросила» им. С. М. Кирова. — Вестн. электропромышленности, 1965, № 4, с. 3—8. (В соавторстве с П. М. Ипатовым, Е. Я. Казовским, Н. В. Куликовым).
 65. Работы по теории электрических машин на заводе «Электросила». — Электротехника, 1967, № 11, с. 39—47. (В соавторстве с М. П. Костенко, Е. Я. Казовским).
 66. Гидрогенераторы. — Электротехника, 1967, № 11, с. 12—18. (В соав-

- торстве с В. В. Домбровским, П. М. Ипатовым, К. Ф. Костиным, Л. Я. Станиславским, К. Ф. Потехиным).
67. Широкая и многогранная деятельность. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 35—37. (В соавторстве с С. В. Мосевичем).
 68. Вопросы теории электрических машин. — В кн.: Электросила. Л., 1968, № 27, с. 129—136. (В соавторстве с М. П. Костенко и Е. Я. Казовским).
 69. Турбогенераторы. — В кн.: Электротехническая промышленность СССР: Научно-технический обзор развития советской электротехнической промышленности с 1917 по 1967 г. М., 1967, с. 36—53. (В соавторстве с М. П. Костенко и др.).
 70. Гидрогенераторы. — Там же, с. 54—75. (Руководитель авторского коллектива).
 71. Крупные машины постоянного тока. — Там же, с. 393—418. (В соавторстве с И. Н. Рабиновичем и др.).
 72. Турбогенераторы: Расчет и конструкция / Под ред. Н. П. Иванова, Р. А. Лютера. Л., 1969.
 73. Развитие турбо- и гидрогенераторостроения в СССР. — Электричество, 1970, № 2, с. 1—5. (В соавторстве с А. Е. Алексеевым, Л. П. Гнединым, П. М. Ипатовым и М. П. Костенко).
 74. «Электросила» — Ленинскому плану ГОЭЛРО. — Электротехника, 1970, № 6, с. 3—7. (В соавторстве с А. Е. Алексеевым).
 75. Аномальные режимы работы турбо- и гидрогенераторов. — В кн.: Электросила. Л., 1973, № 29, с. 52—56. (В соавторстве с Е. Я. Казовским, Г. Б. Пинским, Н. Я. Самойлович и Г. М. Хуторецким).
 76. Расчет режимов при испытаниях турбогенераторов методом взаимной нагрузки на базе теории двух реакций. — В кн.: Электросила. Л., 1974, № 30, с. 64—65. (В соавторстве с В. В. Домбровским).
 77. 50 лет советского турбогенераторостроения: Этапы технического развития. — В кн.: Электросила. Л., 1976, № 31, с. 5—12. (В соавторстве с В. В. Романовым и Г. М. Хуторецким).
 78. Расчет синхронных машин. Л., 1979. 272 с.

Литература о Р. А. Лютере

- Роберт Андреевич Лютер — заслуженный деятель науки и техники РСФСР. — Вестн. электропромышленности, 1956, № 9, с. 57.
- Роберт Андреевич Лютер — заслуженный деятель науки и техники РСФСР. — В кн.: Электросила, 1957, № 15, с. 92.
- Жерве Г. К., Титов В. В., Завалишин Д. А. Шеф-электрик завода Роберт Андреевич Лютер. — В кн.: Электросила, 1968, № 27, с. 45—48.
- Доктор технических наук Р. А. Лютер (к 80-летию со дня рождения). — Электричество, 1969, № 10, с. 90.
- Роберт Андреевич Лютер (к 85-летию со дня рождения). — Электричество, 1974, № 12, с. 82.
- Полвека на заводе «Электросила». К 85-летию Р. А. Лютера. — В кн.: Электросила, 1974, № 30, с. 160—161.
- Вопросы теории и расчета синхронных машин. Р. А. Лютер. — В кн.: Электросила, 1979, № 32, с. 146.
- Еремеев А. Шеф-электрик. — Г-та «Электрик», 1967, 3 ноября, № 37 (1474).
- Романов В. Наш шеф-электрик. — Г-та «Электросила», 1974, 4 ноября, № 112 (5649).
- Чертков Б. Шеф-электрик. — Г-та «Ленинградская правда», 1969, 5 октября, № 235 (16632).
- Выдающийся ученый. — Г-та «Электросила», 1956 г., 25 июля, № 58 (2797).

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абакумов Н. А. 82
 Абе Р. Я. 70
 Алексеев А. Е. 43, 45, 51, 52, 53,
 56, 57, 59, 60, 66, 67, 70, 78,
 79, 92, 107, 124, 129
 Алексеева М. М. 83, 84, 129
 Алябьев М. И. 68, 78, 80
 Амбарцумов Т. Г. 68, 79
 Арнольд Э. 32, 46, 73
 Арошидзе Ю. В. 96
- Бах И.-С. 30, 57
 Бахметев Б. А. 26
 Бенардос Н. Н. 19
 Беккерель А. 11
 Белявский А. Г. 26
 Берг А. И. 40, 124, 126
 Бетховен Л., ван 56
 Билибин Н. И. 15
 Блажкин А. Т. 68
 Блюменкранц Д. М. 117
 Болотов В. В. 48
 Боргман И. И. 19, 21
 Брамс И. 57
 Бренев И. В. 40
 Брицын М. Л. 78, 80
 Брейль И. И. 84
 Брунс Г. Л. 71, 129, 134, 135
- Вагнер Р. 57
 Ваксер Б. Д. 116
 Вартаньян Г. П. 96
 Вебер К. 56
 Виземан Р. 62
 Видмар М. 44
 Виссендорф В. В. 30, 57
 Виткова Н. П. 127, 128
 Вишняков Е. В. 116
 Войнаровский П. Д. 19, 20, 21
- Войтинский С. О. 18
 Вольдек А. И. 126
 Воронов А. А. 19, 21
- Гаврилова Н. Г. 130
 Гаккель Я. М. 16, 19, 22, 31
 Галушкин В. М. 68
 Гаршин В. М. 16
 Геллер Ф. К. 83
 Гельмгольц Г. 73
 Герасимов А. Н. 130
 Герц Г. 11
 Гете И. 54
 Глазенап С. П. 16
 Глазов П. К. 59
 Глебов Н. И. 27
 Глебов И. А. 112
 Глинка М. И. 57
 Глюк Х. 57
 Годовский 63
 Горев А. А. 26, 80
 Горелейченко В. К. 19, 22, 45, 59
 Горький А. М. 37
 Гофман И. 30, 63
 Грамм З. 73
 Графтио Г. О. 19, 22, 26, 27, 36,
 37, 38, 48
 Григ Э. 57
 Григорович И. К. 34
 Грин А. С. 37
 Гуревич Э. И. 108
 Гусарова В. Г. 32
- Давыдова Л. Г. 27
 Дементьев Ф. А. 62, 78, 80
 Депрэ М. 73
 Дмитриев В. В. 19, 21, 22, 25, 36,
 55
 Доливо-Добровольский М. О. 19

- Доманский Б. И. 36
 Дрентельн Н. С. 16
 Дукштау А. А. 108
 Дьяченко К. К. 70, 71
- Егиазаров И. В. 39
 Ефремов Д. В. 43, 52, 53, 59, 61, 65, 67, 70, 78, 85
 Еремеев А. С. 68, 70, 83, 99
- Жерве Г. К. 68, 100, 128, 131
 Жеребин Ф. И. 84
- Заславский Д. И. 78, 113
 Завалишин Д. А. 106, 112, 128
 Залесский А. М. 127
 Зунделевич М. И. 117
- Иванов А. М. 69
 Иванов Н. А. 26
 Иванов Н. П. 66—68, 70, 91, 92, 93, 97, 108, 120
 Ипатов П. М. 97, 106, 108, 114, 129
- Каган-Шабшай Я. Ф. 25
 Казальс П. 63
 Казовский Е. Я. 64, 68, 91, 106, 109, 126
 Каменский М. Д. 127
 Канонькин Б. Н. 64
 Каплан М. Я. 108
 Карташев Е. И. 64
 Картузов Я. М. 77
 Касьянов В. Т. 68, 69, 80, 86, 113
 Кашин А. А. 87
 Кирхгоф Г. 73
 Клеберг Е. Ф. 30
 Клейнман Д. И. 5, 131
 Князев Г. М. 14
 Коган В. В. 5, 110, 128
 Коленко Ф. А. 115
 Комаров Д. И. 39
 Комар Е. Г. 85, 122, 129
 Кондратьев А. П. 16
 Корелли 57
 Корнеев П. 48
 Королев В. Н. 116
 Костин К. Ф. 68, 123
 Костенко М. П. 44, 56, 59, 61, 67, 70, 76, 78, 79, 107, 113, 126
 Коц В. С. 77
 Кракау А. А. 18
 Красин Л. Б. 34, 35, 42, 45
 Красовский Б. Н. 68, 115
 Крейслер Ф. 63
 Кузнецов Б. И. 78, 79, 82—84, 98
- Кустодиев 8
 Кюри П. 11
 Кюри М. 11
 Крылов А. Н. 34
- Лачинов Д. А. 19, 73
 Левансон Н. И. 39
 Ленин В. И. 19, 27
 Ленц Э. Х. 73
 Лист Ф. 56, 57
 Лившиц-Гаррик М. 113
 Лодыгин А. Н. 19, 27
 Ломоносов М. В. 24
 Люблин С. В. 64
 Лютер А. А. 8, 71
 Лютер В. 8
 Лютер Д. 7
 Лютер Е. 8
 Лютер Г. 8
 Лютер К. 32
 Лютер М. 7
 Лютер Р. 7
 Лютер Х. 32
- Мазинг А. А. 129
 Мазинг Л. 54
 Мазин Э. А. 120
 Максвелл Д. К. 11
 Максимов С. П. 26
 Максименко Ф. Е. 16
 Манойлов В. Е. 129
 Мендельсон Ф. 56
 Мидер А. 63
 Миклашевский И. С. 50
 Миткевич В. Ф. 19, 24, 26
 Молотков Р. В. 116
 Мосевич С. В. 83, 100, 133, 134
 Московский М. И. 64
 Монозон Н. А. 68, 78, 91, 129, 131
 Моцарт В.-А. 30
 Мусоргский М. П. 57
 Мухин Г. Я. 85
- Нейман З. Б. 123
 Николаи Е. Л. 20
 Ньюкомен Т. 12
 Ньютон И. 73
- Осадчий П. С. 18, 22, 36, 37
 Одинг И. А. 107
- Падеревский И. 30
 Певзнер О. Б. 78

- Пихельмаер Е. 46
Планк М. 11
Победоносцев К. П. 13
Поморцев А. П. 16
Попов А. С. 12, 19, 20
Постников И. М. 123
Потехин К. Ф. 123
Потье А. 73
Прусс-Жуковский В. В. 114
Прутковский С. А. 117
- Рабинович** И. Н. 68, 78, 83, 87, 129
Рамо Ж. Ф. 57
Рахманинов С. 30, 56, 63
Рентген Р. 11
Резникова Б. Н. 128
Риммер П. Б. 5, 100, 128, 130
Рихтер Р. 113
Родичев Ф. М. 14
Рогинский Б. С. 68, 79
Розинг Б. Л. 26
Рюденберг Р. 118
- Савич** С. Е. 20
Самойлович Н. Я. 68, 78, 83, 90, 91, 100, 110, 112, 129
Сименс В. 41, 72
Сименс К. 41, 46
Сканави Ю. И. 64
Скарлатти А. 57
Скобельцын В. В. 18
Смулов А. А. 26, 27, 29, 38, 54, 55, 80
Смулова Н. В. 129
Соловьев Ю. Б. 13
Стравинский И. Ф. 63
Сухоруков Ф. Т. 64
Сушкова И. Т. 116
- Титов** В. В. 5, 68, 81, 93, 97, 100, 108
Тимин И. Н. 99
Токов И. В. 82
Толвинский В. А. 48, 61, 70, 83, 84
Толвинская Е. В. 129
Толвинская С. М. 129
Томсон У. 73
Трек Г. 32
Тугаринов Н. П. 115, 122
- Уатт** Д. 12
Уитни У. Р. 74
Усатый С. Н. 26
- Устименко И. Г. 117
Урусов И. Д. 68, 93
- Фарадей** М. 12, 74, 113
Федер Е. С. 84
Федотов С. 48
Фетисов В. В. 114
Филиппов Я. И. 99
Филиппов И. Ф. 108, 132
Фомин Б. И. 129
Фомин Б. П. 117
Фрелих О. 73
Фридман В. М. 115
- Хвольсон** О. Д. 18
Хоецкий С. Л. 64
Холуянов Ф. И. 19, 25
Хуторецкий Г. М. 93, 96, 97, 106, 108, 113
- Чайковский** П. И. 30
Чернышев А. А. 26, 64
Черногубовский 71, 129
- Цирлин** Ю. Л. 110
Циханович Б. Г. 117, 122
- Шапиро** А. Б. 98, 130
Шапиро Д. Б. 68, 87
Шателен М. А. 18, 26
Шауб Г. 32
Шварц А. А. 33
Шварц А. С. 43, 45, 47, 57, 59, 69, 70
Шибакин В. А. 42, 57, 59
Шиллер Ф. 54
Шиловский П. П. 37
Шопен Ф. 56
Штейнметц Ч. П. 62, 70, 74, 75
Шуберт Ф. 57
Шубов И. Г. 115
Шуман Р. 30, 57
- Щуркевич** П. А. 19
- Эвальд** В. Ф. 14, 15
Эйлер Л. 24, 132
Эйнштейн А. 11
- Яблочков** П. Н. 19
Явно Р. И. 128
Якоби Б. С. 12
Якубов С. 50

Оглавление

Вместо предисловия	5
Истоки	7
Становление	11
В Электротехническом институте	17
Путь на завод	31
Старая «Электросила»	41
Новая «Электросила»	57
Наука и производство	72
Форсированное охлаждение	93
Школа	103
«Шеф-электрику — коллектив „Электросилы“»	126
Основные даты жизни и деятельности Р. А. Лютера	140
Основные труды Р. А. Лютера	141
Литература о Р. А. Лютере	146
Именной указатель	147

Вячеслав Вячеславович Домбровский
РОБЕРТ АНДРЕЕВИЧ ЛЮТЕР

Утверждено к печати
Редколлекцией серии
«Научно-биографическая литература»

Редактор издательства *Г. Л. Кирикова*
Художник *И. П. Кремлев*
Технический редактор *И. М. Кашеварова*
Корректор *Л. Б. Наместникова*

ИБ № 21039

Сдано в набор 4.12.84. Подписано к печати 6.05.85.
М-24940. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага для глубокой
печати. Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Фотонабор. Усл. печ. л. 7.98. Усл. кр.-отт. 8.14.
Уч.-изд. л. 8.4. Тираж 1350. Тип. зак. 2163. Цена 25 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука». Ленинградское отделение.
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия, 1.

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука».
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.

**КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА» МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ
В МАГАЗИНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОНТОРЫ «АКАДЕМКНИГА»,
В МЕСТНЫХ МАГАЗИНАХ КНИГОТОРГОВ ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ**

*Для получения книг почтой заказы
просим направлять по адресу:*

- 117192 **Москва**, Мичуринский пр., 12,
магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»;
- 197345 **Ленинград**, Петрозаводская ул., 7,
магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига»
или в ближайший магазин «Академкнига»,
имеющий отдел «Книга — почтой»
- 480091 Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»);
370005 Баку, ул. Джапаридзе, 13 («Книга — почтой»);
232600 Вильнюс, ул. Университето, 4;
690088 Владивосток, Океанский пр., 140;
320093 Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 («Книга — почтой»);
734001 Душанбе, пр. Ленина, 95 («Книга — почтой»);
375002 Ереван, ул. Туманяна, 31;
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 («Книга — почтой»);
420043 Казань, ул. Достоевского, 53;
252030 Киев, ул. Ленина, 42;
252142 Киев, пр. Вернадского, 79;
252030 Киев, ул. Пирогова, 2;
252030 Киев, ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»);
277012 Кишинев, пр. Ленина, 148 («Книга — почтой»);
343900 Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1 («Книга — почтой»);
660049 Красноярск, пр. Мира, 84;
443002 Куйбышев, пр. Ленина, 2 («Книга — почтой»);
191104 Ленинград, Литейный пр., 57;
199164 Ленинград, Таможенный пер., 2;
199004 Ленинград, 9 линия, 16;
220012 Минск, Ленинский пр., 72 («Книга — почтой»);
103009 Москва, ул. Горького, 19а;
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7;
630076 Новосибирск, Красный пр., 51;
630090 Новосибирск, Академгородок, Морской пр., 22 («Книга —
почтой»);
142284 Протвино Московской обл., «Академкнига»;
142292 Пушкино Московской обл., МР «В», 1;
620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»);
700029 Ташкент, ул. Ленина, 73;
700100 Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;
700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»);
634050 Томск, наб. реки Ушайки, 18;
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»);
450025 Уфа, Коммунистическая, 49;
720001 Фрунзе, бульв. Дзержинского, 42 («Книга — почтой»);
310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»).



В. В. Домбровский

**Роберт Андреевич
ЛЮТЕР**

25 к.



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ