



# История развития РЗА в России

Нудельман Г.С.

# История развития РЗА в России

# \* История развития РЗА в России.

- Электроаппаратное устройство, которое впоследствии получило название «реле», появилось в России в 30-х гг. XIX в. Реле составляло существенную часть сигнального вызывного прибора в изобретенном и изготовленном в Санкт-Петербурге русским ученым П.Л. Шиллингом телеграфе.
- Дальнейшее распространение реле как устройств, являющихся непосредственной составляющей любого энергетического аппарата, связано с иностранными фирмами.
- Широкое применение реле в начале XX столетия связано с развитием электрических систем. В 1901 г. появляется первое многофункциональное реле типа RI, и именно это время следует связывать с зарождением релейной защиты в России.

# \* История развития РЗА в России.

- В 1888 г. выдающийся русский электротехник М.О. Доливо-Добровольский изобрел систему трехфазного тока. Вскоре под его руководством впервые в мире была осуществлена передача электрической энергии токами достаточно высокого напряжения (8,5 кВ) на большое расстояние. Это было важным событием в истории электроэнергетики, и системы трехфазного тока вскоре получили широчайшее применение.
- Эксплуатация трехфазных, как и других электрических систем, была невозможна без защит от электрических повреждений, наиболее распространенными и опасными из которых являются короткие замыкания (КЗ).
- В электрической системе КЗ в большинстве случаев сопровождаются возрастанием тока. Поэтому первыми появились токовые защиты, действующие в случае, когда ток в защищаемом элементе превышает заранее установленное значение.

# \* Понятия, относящиеся к реле

1. **Воздействующие величины** - токи и напряжения, необходимые для функционирования реле. **Вспомогательные воздействующие величины**.
2. **Характеристическая величина** - функция воздействующих величин, определяющая функциональный признак реле.
3. **Влияющая величина** - величина, не являющаяся необходимой для функционирования, но оказывающая влияние на реле.
4. Основные части реле: воспринимающая, преобразующая, сравнивающая, логическая (для защиты), дополнительная (замедляющая) и исполнительная.
5. Понятия: **уставка**, параметр срабатывания и параметр возврата, **коэффициент возврата**,
6. Конструктивное выполнение реле и защиты:

Оценка всех типов устройств: электромеханических, статических, микропроцессорных и интеллектуальных рассмотрим позднее.

# \* Понятия, относящиеся к реле

- Релейная защита (РЗ) осуществляет непрерывный контроль за состоянием всех элементов ЭЭС и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов.
- Релейная защита является основным видом электрической автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем. Она тесно связана с другими видами электрической автоматики, предназначенной для предотвращения развития аварийных нарушений и быстрого восстановления нормального режима работы ЭЭС и электроснабжения потребителей: автоматического повторного включения (АПВ), автоматического включения резервных источников питания (АВР), автоматической частотной разгрузки (АЧР) и др.

**Требования к защите от повреждений.** Защита от повреждений должна удовлетворять четырем основным требованиям:

1 действовать селективно, 2 действовать быстро, 3 обладать необходимой чувствительностью к повреждениям и 4 надежно выполнять свои функции.



# \* Понятия, относящиеся к реле

- **Селективность (избирательность)**. Селективностью, или избирательностью, РЗ называется ее способность отключать только поврежденный участок сети.
- **Быстрота действия (быстродействие)**. Отключение КЗ должно производиться с возможно большей быстротой для ограничения размеров разрушения в месте повреждения, обеспечения термической стойкости оборудования, уменьшения влияния снижения напряжения на работу потребителей и сохранения устойчивости параллельной работы генераторов электростанций, а так же для обеспечения безопасности персонала, обслуживающего эл. оборудование, а так же сторонних лиц.
- **Чувствительность**. РЗ должна обладать достаточной чувствительностью при возникновении КЗ в пределах зоны ее действия.
- **Надежность**. Требование надежности состоит в том, что РЗ должна безотказно работать при повреждении в пределах установленной для нее зоны и не должна работать неправильно, когда работа ее не предусматривается.

# \* История развития РЗА в России.

- Токовые защиты могут выполняться плавкими предохранителями или реле. Плавкие предохранители использовались для защиты первых электроэнергетических установок еще в конце 19 века. В скором времени они в ряде случаев перестали удовлетворять своему назначению и стали заменяться устройствами, основными элементами которых были электромагнитные реле тока. Однако конструкции плавких предохранителей совершенствуются, и они продолжают с успехом использоваться не только в системах напряжением ниже 1 кВ, но также и в распределительных сетях более высоких напряжений.
- Первые попытки использования реле для защиты от коротких замыканий относятся к началу 1890-х гг., когда появились электроустановки с первичными электромагнитными реле тока прямого действия, установленными непосредственно на выключателях.



# \* История развития РЗА в России.

- Широкое применение для защиты реле получают, однако, только с первых десятилетий XX столетия в связи с развитием электрических систем. К этому времени и следует отнести и начало развития техники релейной защиты
- С 1901 г. появляются индукционные реле, построенные на базе индукционных измерительных механизмов. Созданное в шведской электротехнической фирме ASEA индукционное дисковое реле типа RJ, получило широкое применение. У нас оно известно под наименованием ИТ-80 (РТ-80) и до сих пор успешно используется в многочисленных электроустановках 6 и 10 кВ.
- В 1905 - 1908 гг. разрабатываются дифференциальные токовые защиты. С 1910 г. начинают применяться токовые направленные защиты; к этому же времени относятся попытки выполнения дистанционных реле (реле сопротивления), завершившиеся выпуском в начале 20-х годов дистанционных защит.
- В 1923 - 1928 гг. предпринимаются первые шаги по использованию для релейной защиты токов высокой частоты, передаваемых по проводам защищаемых линий.

# \* История развития РЗА в России.

- Первые работы по применению электроники относятся к 20-м гг., когда были предложены высокочастотные защиты линий. В 1934 г. были опубликованы результаты разработок с использованием электронных ламп непосредственно для осуществления реле различного назначения.
- В те же 30-е гг. в стране была разработана дистанционная защита с электронными лампами. Работы в этом направлении продолжались в последующие годы и привели к выводу об отсутствии у электронных ламп перспектив для широкого применения в устройствах релейной защиты в связи с рядом присущих им недостатков.
- Более перспективным оказалось применение твердых полупроводников, начатое также еще с 30-х гг. для осуществления реле, работающих на выпрямленных токах. Дальнейшее развитие это направление получило с 50-х гг., когда стало возможным широкое применение кристаллических полупроводников для выпрямителей, усилителей, датчиков Холла и т.п.

# \* История развития РЗА в России.

- Положение с применением для защиты полупроводниковой элементной базы существенно изменилось в 60-е гг. после разработки и начавшегося внедрения в разные области интегральной микроэлектроники со всевозрастающей степенью интеграции, когда в одном кристалле удастся «упаковывать» очень большое число микроэлементов (резисторов, конденсаторов, триодов и т. д.). Были разработаны и внедрены защиты, использующие микроэлектронную элементную базу.
- В годы, предшествовавшие Великой Отечественной войне, техника релейной защиты в Союзе благодаря трудам советских ученых и инженеров становится наукой, имеющей солидный теоретический фундамент.
- В период Великой Отечественной войны продолжались работы по совершенствованию устройств релейной защиты и повышению уровня их эксплуатации. Совершенствование релейной защиты и техники ее обслуживания в этот период подтверждается данными о проценте правильных действий защиты во время войны.

# \* История развития РЗА в России.

- Под процентом правильных действий обычно понимается отношение числа правильных срабатываний к суммарному числу правильных, неправильных и невыясненных срабатываний в процентах. Оно не только не снижалась, но непрерывно повышалась в исключительно тяжелых условиях войны.
- Первые годы послевоенного периода характеризуются дальнейшим развитием техники релейной защиты. Была развернута работа по созданию новых принципов и конструкций устройств защиты, по внедрению новой техники и усовершенствованию методов эксплуатации.

Характерными для этого периода являлись:

1) сочетание релейной защиты с широко внедряемой системной автоматикой (трехфазное и пофазное автоматическое повторное включение, автоматический ввод резервов и разгрузка по частоте, автоматизация управления и т.п.);

2) комплексное решение вопросов конструирования схем защит и отдельных реле (наиболее полно отвечающих требованиям этих схем), обеспечивающее значительное упрощение и повышение надежности действия устройств защиты;



# \* История развития РЗА в России.

3) широкое использование, наряду с ранее применявшимися фильтрами нулевой последовательности, фильтров обратной последовательности для осуществления отдельных реле и защит в целом;

4) начало успешного внедрения в схемы защит устройств с нелинейными характеристиками (насыщающихся трансформаторов, магнитных усилителей и т.п.)

5) завершение ряда работ по созданию оригинальных устройств защиты (фильтровые высокочастотные защиты линий, дистанционные защиты и т.п.).

Возобновление строительства Куйбышевской гидроэлектростанции и электропередачи 400 кВ ГЭС-Москва, а также последующие решения о строительстве ряда мощных гидро- и тепловых электростанций, электропередач 500 кВ и о создании Единой энергетической системы Европейской части СССР и Центральной Сибири потребовали решения специалистами, в том числе релейщиками, ряда новых технических проблем.



# \* История развития РЗА в России.

- В области релейной защиты особенно сложными были вопросы осуществления полноценных защит электропередач напряжением 400 - 500 кВ. Многие из передач 400 - 500 кВ, имея большую длину и работая с небольшими запасами устойчивости, предъявляли к релейной защите ряд жестких требований, особенно в части быстроты действия, чувствительности и неподверженности воздействиям весьма интенсивных переходных процессов, появляющихся при КЗ, включениях и отключениях таких передач. Совместными усилиями проектировщиков, научно-исследовательских и учебных институтов эти проблемы, как показывает уже имеющийся значительный опыт эксплуатации разработанных устройств, были в общем удовлетворительно разрешены.
- Эти устройства, как и защиты от КЗ элементов других напряжений, используют для действия токи и напряжения промышленной частоты (50 Гц). В связи с затруднениями в осуществлении быстродействующих защит линий электропередач 400 - 500 кВ на электрических величинах промышленной частоты был поставлен вопрос о целесообразности выполнения защит, использующих другие принципы.

# \* История развития РЗА в России.

- Потребовались устройства, использующие электрические величины волновых процессов в линиях, зондирование состояния изоляции линий импульсами токов высокой частоты или соотношения токов высокой частоты, налагаемых на рабочие токи.
- Многие устройства релейной защиты, серийно выпускавшиеся отечественной промышленностью, выполнялись с использованием электромеханических реле электромагнитного и индукционного типов. Защиты с такими реле удовлетворяют ряду обычно предъявляемых требований, но они обладают двумя существенными недостатками - большими габаритами и значительными потребностями мощности от измерительных трансформаторов.
- Поэтому рядом отечественных организаций проводились работы по выявлению технических возможностей и эффективности широкого использования других принципов для осуществления отдельных реле и защит в целом. Большое внимание было при этом уделено вопросам расширения использования электроники.
- В настоящее время в разных областях широко используется микропроцессорная техника. РЗА реализуется уже не с помощью реле, а в виде программ, закладываемых в память микропроцессорных систем.

# \* История развития РЗА в России.

- Принципиально представлялось бы весьма целесообразным такое выполнение защит от повреждений, при котором они могли бы не только фиксировать происшедшее повреждение, но и выявлять намечающееся. В большинстве случаев выполнять такие защиты затруднительно или даже невозможно (например, защиту от КЗ, происшедшего вследствие грозового разряда). К этому, однако, необходимо стремиться.

Широкое применение реле в начале XX столетия связано с развитием электрических систем. В 1901 г. появляется первое многофункциональное реле типа RI, и именно это время следует связывать с зарождением релейной защиты в России. В эти же годы появляются индукционные токовые реле, направленные и дифференциальные защиты.

Появление в России зарубежного энергетического оборудования потребовало создания специальных служб, связанных с обеспечением надежной работы устройств релейной защиты.

# \* История развития РЗА в России.

До октября 1917 г. эти службы в основном возглавлялись представителями фирм-поставщиков основного энергетического оборудования: ASEA, Siemens и др. В России наиболее солидным предприятием, занявшимся теоретическими и практическими вопросами релейной защиты, стала лаборатория имени А.А. Смурова в Ленинграде.

В 1930 г. в составе электротехнического сектора сетей проектного отдела треста «Энергострой» была организована специализированная группа «Релейная защита». В 1931 г. был создан сектор релейной защиты (СРЗ) во главе с А.М. Федосеевым и по существу началось формирование коллектива, сыгравшего большую роль в развитии релейной защиты и автоматики энергосистем.

В качестве базового материала, который был положен в основу всей деятельности СРЗ, использовались работы профессора В.И. Иванова, разработки эксплуатационных служб передовых энергосистем, таких как Мосэнерго, Ленэнерго и др.



# \* История развития РЗА в России.

Организуящим началом явились первые «Руководящие указания по релейной защите», разработанные в 1930-х гг. Были определены три основных направления:

- проектирование релейной защиты новых энергообъектов;
- разработка директивных, методических и руководящих указаний;
- создание и испытание новых устройств РЗ в специальной лаборатории.

Большинство руководящих сотрудников этих направлений по совместительству вело преподавательскую и научно-исследовательскую работу в Московском энергетическом институте (МЭИ). Такое творческое сочетание деятельности сотрудников СРЗ в науке и практике позволило нам на долгие годы сохранить лидирующую роль в развитии релейной техники в СССР и в России.

Созданные в 30-е г.г. «Руководящие указания» по защите линий и оборудования станций и подстанций содержали разделы содержали уникальные по тому времени, с методическими материалами по расчету сложных видов коротких замыканий в сетях всех напряжений.

Сильные научные коллективы образовались в ряде других вузов страны (НПИ, КПИ, ЛПИ).



# \* История развития РЗА в России.

- Разрабатывались так называемые упрощенные схемы токовых защит с использованием одного реле с включением на различное сочетание фаз, что давало большой экономический эффект. Были решены важные проблемы использования для целей релейной защиты различных фильтров симметричных составляющих.

Релейная защита идет в авангарде бурного развития отечественной энергетики . Продолжаются методические работы и работы над созданием новых устройств релейной защиты. В 1950 г. разработчики направленной высокочастотной защиты получили Сталинскую премию .

Начались исследовательские работы по защите объектов и линий электропередачи 400 кВ. На первых в мире ВЛ - 400 кВ Куйбышев - Москва, Сталинград - Москва были установлены защиты с использованием электромеханических реле завода «ЧЭАЗ».

эти разработки А.М. Федосееву, В.М. Ермоленко, С.Я. Петрову и др. была присуждена Ленинская премия.

# \* История развития РЗА в России.

Хотелось бы назвать имена видных советских релейщиков, которых считаю своими непосредственными учителями:

А.Д. Дроздов, А.М. Федосеев, В.Л. Фабрикант, Ю.А. Гаевенко

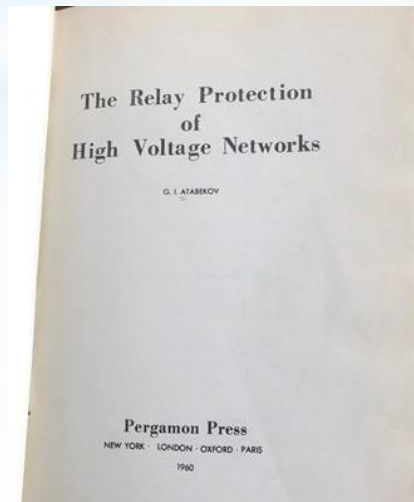
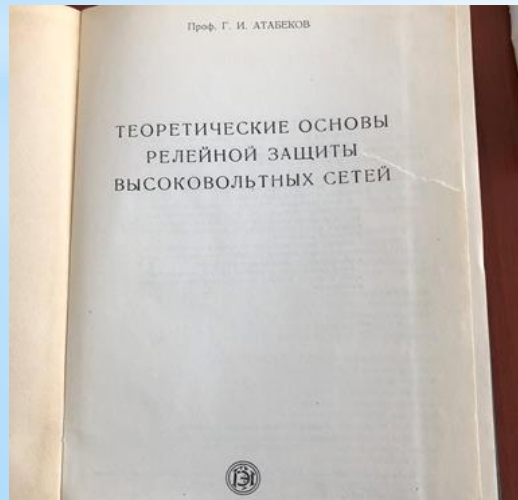
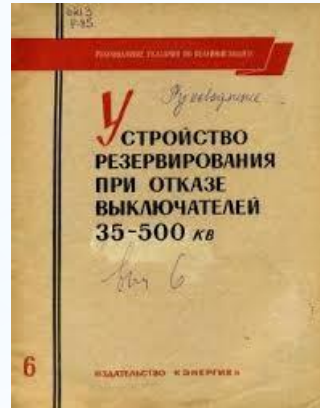
В 50-е гг. стало очевидным, что в устройствах защиты необходимо переходить на более совершенные принципы построения реле.

В 60-е и в начале 70-х гг. на ЧЭАЗ было освоено производство новых полупроводниковых комплектных защит для сетей 35 - 750 кВ, в разработке которых принимали участие инженеры ВНИИР.

Впервые в мире в СССР появилась необходимость осуществления передачи колоссальных мощностей по линиям электропередачи напряжением 750 - 1150 кВ, что определило новые задачи для релейщиков.

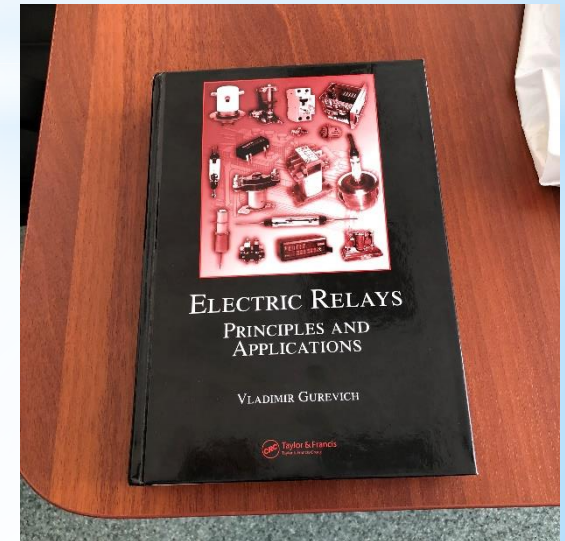
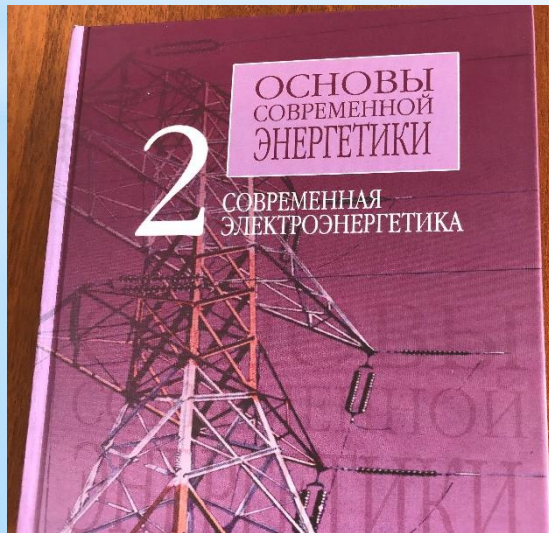
Встал вопрос о создании защит, использующих новую элементную базу - микропроцессорную.

# \* История развития РЗА в России.





# \* История развития РЗА в России.



\* История развития РЗА в России.

Чебоксары - центр РЗА в России



# \* История развития РЗА в России.

В 2021 г. исполнится 80 лет с того дня, как отечественный центр релестроения переместился из Харькова в Чебоксары. В истории релеграда были свои знаковые события и свои действующие лица.

- Ноябрь 1941 г. - прибытие в Чебоксары эшелонов с работниками и оборудованием Харьковского электромеханического завода (ХЭМЗ) и создание Чебоксарского электроаппаратного завода; В числе прибывших два видных релейщика А.М. Бреслер и Г.Ф. Эдельштейн.
- 1944 г. - изобретение А.М. Бреслером многофазного реле сопротивления, в котором впервые прозвучала идея концентрации в одном аппарате и в одном алгоритме всей имеющейся информации о состоянии защищаемого объекта.
- 1946 - 1959 г.г. - установление прочных связей между ЧЭАЗ и научно-исследовательскими центрами страны в области электроэнергетики ВНИИЭ, ЭСП, ТЭП, ОРГРЭС и вузами: МЭИ, НПИ, КПИ, ЛПИ, УПИ.

# \* История развития РЗА в России

- 1961г. - открытие в Чебоксарах Чувашского электротехнического НИИ (ЧЭТНИИ), впоследствии преобразованного во Всесоюзный научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт релейного направления (ВНИИР). Первыми руководителями релейного направления были опытные заводчане З.Д. Кац, С.Б. Евстропов и уже набравшиеся опыта В.А. Борисов и В.И. Гринштейн
- В 1960-1963 г.г. Чебоксары получили мощную кадровую поддержку из разных вузов страны, преимущественно из Новочеркасского, Уральского, Киевского, Ленинградского политехнических и Ивановского энергетического институтов. Вчерашние выпускники быстро росли как специалисты и становились ведущими работниками, руководителями исследовательских лабораторий и конструкторских бюро института (Сушко В.А., Алимов. Ю.Н., Волынцев Ф.И., Нудельман Г.С., Шевцов В.М. и др). На ЧЭАЗе себя проявили Розенблюм Ф.М., Розенблюм. Р.З, Надель Л.А, . Очень хорошо зарекомендовали себя несколько позднее прибывшие в

# \* История развития РЗА в России.

Чебоксары молодые специалисты Варганов Г.П., Лямец Ю.Я., Васинеж В.И., Дмитренко А.М., Шнеерсон Э.М. и др.

- В последующие годы НПИ, СПИ и ИЭИ не оставили релеград без поддержки (Дони Н.А., Шамис М.А., Шурупов А. А., Линт М.Г., Фурашов В.С. и др.). Однако, основное пополнение кадров поступало уже из Волжского филиала МЭИ (ЧГУ). Из числа выпускников 70-х и 80-х годов особо хочется отметить Наумова А.М., Козлова В.Н., Ефимова Н.С., Арсентьева А.П., Никитина А.А., Кастерина В.А., Борисова Л.Ф., Ефремова В.А., Матисона В.А., Антонова В.И., Михеева Г.М. и Генина В.С.
- Все перечисленные выше специалисты имеют ученые степени, причем Шнеерсон Э.М., Дмитренко А.М., Лямец Ю.Я., Михеев Г.М. Генин В.С. и Антонов В.И. являются докторами технических наук.

# \* История развития РЗА в России

О десанте молодых специалистов в Чебоксары написан стих:

Новочеркасск, Москва и Горький,  
Свердловск, Иваново, Казань,  
Псков, Киев, Ленинград, Рязань,  
Одесса, Харьков и не только...  
Из разных мест съезжались мы,  
Как нам казалось, не надолго.  
Но нас объединила Волга -  
Всю географию страны.  
Теперь, спустя десятки лет,  
Кто в одиночку, кто на пару,  
Так привязался к Чебоксарам,  
Как - будто лучше места нет...

Многие из нас связали свою жизнь с Чебоксарами навсегда!

# \* История развития РЗА в России.

В годы перестройки на ЧЭАЗ и ВНИИР выпали суровые испытания.

Ю.Я. ЛЯМЕЦ, Г.С. НУДЕЛЬМАН СТАНОВЛЕНИЕ РЕЛЕГРАДА В ЧЕБОКСАРАХ Рассмотрены становление и развитие релестроения - одной из ключевых отраслей промышленности Чувашии. Названы наиболее активные участники тех событий, те, кто способствовал развитию научных исследований.

Описан переход от существовавшего при социализме монополистского производства реле и устройств релейной защиты на ЧЭАЗ на основе, главным образом, разработок ВНИИР к конкурентному производству на многих фирмах, основные из которых по-прежнему находятся в Чебоксарах.

Нашей программой предусмотрено ознакомление с ними (ЭКРА, Релематика и др.).

Рассказывается об истории преобразования кафедры ТОЭ в кафедру ТОЭ и РЗА.



# \* История развития РЗА в России.

Отдельного внимания заслуживают истории:

- «АББ реле - Чебоксары», в настоящее время фирмы, работающей здесь по другим брендам «АББ Автоматизация»;
- Взаимодействия России с CIGRE и РНК СИГРЭ;
- Возникновения международных конференций под эгидой СИГРЭ, первая из которых по инициативе ВНИИР проведена в Чебоксарах в 2007 г. и стала традиционной (раз в два года): Москва - 2009, С.- Петербург - 2011, Екатеринбург - 2013, Сочи - 2015, С.- Петербург - 2017. Следующая конференция намечена на 2021 г.;
- Научного взаимодействия ученых нашей кафедры с АВВ и стажировки студентов в Швеции;
- Подготовки кадров высшей квалификации в Чебоксарах;
- Создания промышленного кластера ИНТЭК ЧР

# \* История развития РЗА в России

Предприятия РЗА Чувашии.  
ИНТЭК

# \* История развития РЗА в России

В состав промышленного кластера «Инновационный территориальный электротехнический кластер Чувашской Республики» входят 17 субъектов деятельности в сфере промышленности, 2 высших учебных заведения, 1 учреждение среднего профессионального образования, 1 региональный институт развития, 3 объекта технологической и промышленной инфраструктуры, 2 некоммерческие (общественные) организации, 1 финансовая компания.

Занято 20,1 тыс. человек (составляет 19,0% в структуре обрабатывающих производств республики)

Занимают на российском рынке по отдельным позициям продукции от 25 до 40% российского рынка

Поставка современной продукции с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками в страны СНГ, Европы и Дальнего зарубежья

Сотрудничество со стратегическими партнерами: ПАО «Россети», ПАО «РусГидро», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «МОЭСК», ГК «Росатом», ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Транснефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Концерн Росэнергоатом», Группа «ГАЗ», ПАО «АвтоВАЗ», ПАО «КАМАЗ», ПАО «РЖД», ПАО «Газпром», АК «АЛРОСА», ПАО «Ренова Оргсинтез», ПАО «ПАЗ», и др.

# \* История развития РЗА в России

## Участники ИНТЭК по тематике РЗА:

Министерство экономического развития и имущественных отношений  
Чувашской Республики

ООО НПП “ЭКРА”

ООО “Релематика”

АО “Чебоксарский электроаппаратный завод”

ООО “НПП Бреслер”

ООО НПП “Динамика”

Акционерное общество «Научно-производственный комплекс «ЭЛАРА»  
имени Г.А. Ильенко»

ФГБОУ ВО “ЧГУ им. Ульянова”

ОО “Академия электротехнических наук Чувашской Республики”



# \* История развития РЗА в России

## Главное событие ИНТЭК ЧР 2021 г.

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И  
ВЫСТАВКА РЕЛАВЭКСПО

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ РОССИИ

20-23 АПРЕЛЯ 2021 ГОДА, Г. ЧЕБОКСАРЫ

Тематика

**Основная тема конференции:**

Вектор развития релейной защиты, автоматики и управления:  
экономичность и надежность электроснабжения.

**Основная тема выставки:**

Цифровая электротехника - электротехника будущего.



# История развития РЗА в России

Релейщики не гонятся за славой.  
Но интерес к работе нас влечет.  
Мы ошибаться не имеем права,  
Высокая НАДЕЖНОСТЬ - нам в зачет...

ПРИПЕВ: Когда КЗ произойдет,  
Защита правильно поймет,  
Отключит в первое мгновение,  
И нас она тогда не подведет.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ славятся защиты  
У них теперь высокий интеллект,  
А в результате - адаптивны свойства  
И опций всевозможнейший комплект

ПРИПЕВ

Устройства РЗА всегда с резервом,  
Положено дублеров им иметь.  
И АПВ, возможно, в цикле первом  
В порядок привести сумеет сеть.

ПРИПЕВ

Работает защита СЕЛЕКТИВНО,  
Залог - уставок правильный расчет.  
В любом режиме будет эффективной,  
И долгий срок при этом «проживет».

ПРИПЕВ

# \* История развития РЗА в России

Четыре года тому мною был написан стих «Что прячут цифры: 75      55      25 ?»

Этот год - событий полон  
Для релейных юбиларов.  
Имена видны на фоне  
У журнальных экземпляров.  
Век без четверти - ЧЭАЗу,  
У ВНИИРа - две пятерки,  
(рифму подберешь не сразу!),  
Как и ЭКРА рвутся в гору,  
А точнее - в облака,  
Там, где цифра правит миром,  
(будем думать, - на века!).  
С юбилеем Вас, КУМИРЫ!

*Журнал «Релейщик»*

# \* История развития РЗА в России

