

Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Буденновский политехнический колледж»



# РЕСУРСНЫЙ ЦЕНТР

НАПРАВЛЕНИЕ

«Электроэнергетика»

г. Буденновск  
2015г.

## Ресурсный центр ГБПОУ БПК

Электроэнергетика.: 2015г.



Ресурсный центр подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров и специалистов по профилю «Химическая технология и электроэнергетика», созданный как структурное подразделение государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Буденновский политехнический колледж», в целях подготовки и переподготовки конкурентоспособных специалистов, владеющих комплексом компетенций, необходимых для успешного развития экономики Ставропольского края и для профессиональной самореализации на рынке труда.

Ресурсный центр включает в себя учебные кабинеты теоретического изучения профессиональных дисциплин, учебно-производственные лаборатории оборудованные современными компьютеризованными рабочими местами, оснащенные высокопроизводимыми компьютерами, современным интерактивным и мультимедийным оборудованием, эффективными и экономичными аппаратными средствами для сбора и обработки данных в режиме реального времени, а также программным обеспечением, учебной и методической литературой, методическими разработками.

Основные задачи центра:

- создание соответствующих условий обеспечивающих качественную подготовку высококвалифицированных специалистов;
- повышение качества профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации;
- формирование рынка образовательных услуг через маркетинг потребностей города Буденновска;

- внедрение и использование современных педагогических и информационно-коммуникационных технологий, мониторинг процесса обучения;
- обучение обучающихся на современном высокотехнологичном оборудовании;
- внедрение системы независимой сертификации качества знаний выпускников;
- формирование осознанного выбора профессии (специальности) с учетом перспективных тенденций развития рынка труда Восточной зоны Ставропольского края;
- организацию и проведение профориентационной работы, организацию допрофессиональной и профессиональной подготовки школьников;
- подготовку и переподготовку незанятого населения;
- приведение содержания качества подготовки в соответствии с требованиями работодателей;
- создание условий, обеспечивающих успешную социализацию и профессиональную самореализацию личности;
- создание кадрового потенциала, отвечающего запросам современного рынка труда;
- содействие эффективному использованию и модернизации материальной базы Колледжа силами партнеров для осуществления качественной подготовки специалистов;
- развитие спектра основных и дополнительных образовательных услуг в рамках профессиональной направленности;
- создание и реализация эффективных механизмов управления качеством профессионального образования;
- стажировка, повышение квалификации и аттестация преподавателей и мастеров производственного обучения однопрофильных учреждений ПО и работников производства;
- привлечение инвестиций в развитие условий для подготовки рабочих и специалистов по профилям Ресурсного центра.

Открытие ресурсного центра позволит сконцентрировать имеющиеся материально-технические, педагогические и интеллектуальные ресурсы, эффективно

реализовать образовательные услуги, перейти к современной системе управления.

На страницах данной брошюры представлена информация о лабораторных стендах и оборудовании, находящемся в ресурсном центре ГБПОУ БПК по направлению «Электроэнергетика».

Брошюра предназначена для широкого круга читателей.

Электроэнергетика - отрасль энергетики, включающая в себя производство, передачу и сбыт электроэнергии. Электроэнергетика является наиболее важной отраслью энергетики, что объясняется такими преимуществами электроэнергии перед



энергией других видов, как относительная лёгкость передачи на большие расстояния, распределения между потребителями, а также преобразования в другие виды энергии (механическую, тепловую, химическую, световую и др.). Отличительной чертой электрической энергии является практическая одновременность её генерирования и потребления, так как электрический ток распространяется по сетям со скоростью, близкой к скорости света.

Электрическая энергия долгое время была лишь объектом экспериментов и не имела практического применения. Первые попытки полезного использования электричества были предприняты во второй половине XIX века, основными направлениями использования были недавно изобретённый телеграф, гальванотехника, военная техника (например были попытки создания судов и самоходных машин с электрическими двигателями; разрабатывались мины с электрическим взрывателем). Источниками электричества поначалу служили гальванические элементы. Существенным прорывом в массовом распространении электроэнергии стало изобретение электромашинных источников электрической энергии — генераторов. По сравнению с гальваническими элементами, генераторы обладали бóльшей мощностью и ресурсом полезного использования, были существенно дешевле и позволяли произвольно задавать параметры вырабатываемого тока. Именно с появлением генераторов стали появляться первые электрические станции и сети (до того источники энергии были непосредственно в местах её потребления) — электроэнергетика

становилась отдельной отраслью промышленности. Первой в истории линией электропередачи (в современном понимании) стала линия Лауфен — Франкфурт, заработавшая в 1891 году. Протяжённость линии составляла 170 км, напряжение 28,3 кВ, передаваемая мощность 220 кВт[2]. В то время электрическая энергия использовалась в основном для освещения в крупных городах. Электрические компании состояли в серьёзной конкуренции с газовыми: электрическое освещение превосходило газовое по ряду технических параметров, но было в то время существенно дороже. С усовершенствованием электротехнического оборудования и увеличением КПД генераторов, стоимость электрической энергии снижалась, и в конце концов электрическое освещение полностью вытеснило газовое. Попутно появлялись новые сферы применения электрической энергии: совершенствовались электрические подъёмники, насосы и электродвигатели. Важным этапом стало изобретение электрического трамвая: трамвайные системы являлись крупными потребителями электрической энергии и стимулировали наращивание мощностей электрических станций. Во многих городах первые электрические станции строились вместе с трамвайными системами.



Начало XX века было отмечено так называемой «войной токов» - противостоянием промышленных производителей постоянного и переменного токов. Постоянный и переменный ток имели как достоинства, так и недостатки в использовании.

Решающим фактором стала возможность передачи на большие расстояния — передача переменного тока реализовывалась проще и дешевле, что обусловило его победу в этой «войне»: в настоящее время переменный ток используется почти повсеместно. Тем не менее, в настоящее время имеются перспективы широкого использования постоянного тока для дальней передачи большой мощности.

История российской, да и пожалуй, мировой электроэнергетики, берет начало в 1891 году, когда выдающийся ученый Михаил Осипович Доливо-Добровольский осуществил практическую передачу электрической мощности около 220 кВт на расстояние 175 км. Результирующий КПД линии электропередачи, равный 77,4 %, оказался сенсационно высоким для такой сложной многоэлементной конструкции. Такого высокого КПД удалось достичь благодаря использованию трехфазного напряжения, изобретенного самим учёным.

В дореволюционной России, мощность всех электростанций составляла лишь 1,1 млн кВт, а годовая выработка электроэнергии равнялась 1,9 млрд кВт\*ч. После революции, по предложению В. И. Ленина был развернут знаменитый план электрификации России



ГОЭЛРО. Он предусматривал возведение 30 электростанций суммарной мощностью 1,5 млн кВт, что и было реализовано к 1931 году, а к 1935 году он был перевыполнен в 3 раза.

В 1940 году суммарная мощность советских электростанций составила 10,7 млн кВт, а годовая выработка электроэнергии превысила 50 млрд кВт\*ч, что в 25 раз превышало соответствующие показатели 1913 года. После перерыва, вызванного Великой Отечественной войной, электрификация СССР возобновилась, достигнув в 1950 году уровня выработки 90 млрд кВт\*ч.

В 50-е годы XX века, в ход были пущены такие электростанции, как Цимлянская, Гюмушская, Верхне-Свирская, Мингечаурская и другие. С середины 60-х годов СССР занимал второе место в мире по выработке электроэнергии после США.

Лаборатория ресурсного центра ГБОУ СПО РПК «Технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования» предназначена для проведения лабораторно-практических занятий по учебным

дисциплинам электроэнергетического профиля, таким как автоматика, электротехника и электроника, электрические машины, электрический привод, электрическое и электромеханическое оборудование и электроснабжение отрасли. Лаборатория оснащена 12-ю комплектами типового лабораторного оборудования. Каждому комплекту присущи следующие качества:

**УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ**, которая выражается в возможности воспроизведения не только базовых экспериментов, но и более широкого круга задач моделирования.

**ГИБКОСТЬ**, которая обеспечивается возможностью компоновки требуемой конфигурации комплекта сообразно с задачами каждого конкретного эксперимента.

**НАГЛЯДНОСТЬ** результатов моделирования, которая обеспечивается их отображением на измерительных приборах комплекта.

**НАДЕЖНОСТЬ**, достигаемая за счет малой мощности силовых элементов, защитой электрических цепей от эксплуатационных коротких замыканий.

**ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ** обеспечена выполнением элементов классом защиты от поражения электрическим током 01, а также применением устройства защитного отключения, защищенных гнезд и проводников.

**КОМПАКТНОСТЬ** обеспечена малой установленной мощностью элементов и использованием только требуемых для данного эксперимента блоков и приборов.

**СОВРЕМЕННЫЙ ДИЗАЙН** комплекта с учетом требований эргономики, инженерной психологии и эстетики.

Особенностью каждого лабораторного стенда является его модульность, что позволяет выполнять лабораторную работу на базе отдельного модуля и таким образом на каждом стенде можно отработать от 8 до 16 лабораторных работ.



## Электрические измерения в системах электроснабжения

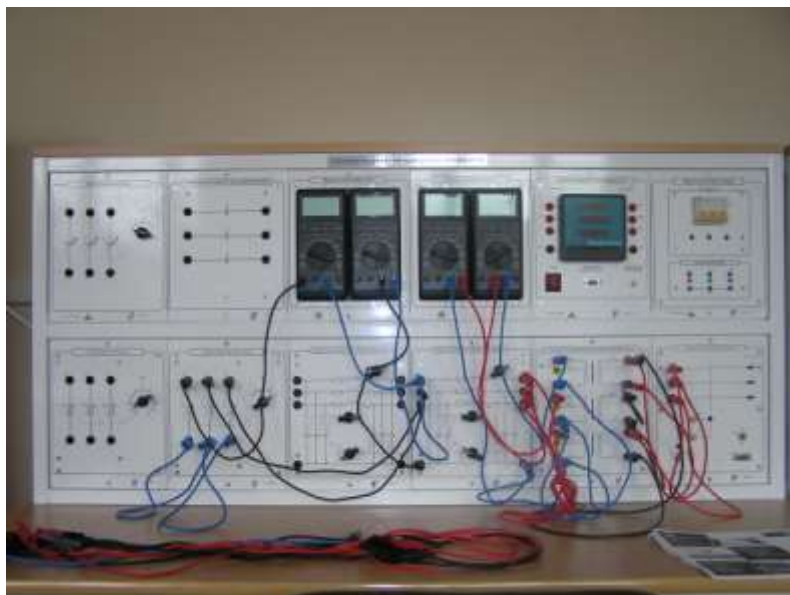


Лабораторный стенд «Электрические измерения в системах электроснабжения» предназначен для проведения лабораторных и практических работ по разделам «Электрические измерения в системах электроснабжения», «Учет электрической энергии в однофазных и трехфазных цепях». В состав стенда входят 7 модулей, счетчики электроэнергии однофазные и трехфазные, трансформаторы тока и напряжения. Стенд позволяет:

- изучить схемы подключения щитовых измерительных приборов в однофазных и трехфазных цепях, схемы подключения приборов учета электроэнергии,
- исследовать методы прямого и косвенного измерения активной и реактивной мощности,
- исследовать работу приборов учета электроэнергии при симметричной и несимметричной нагрузке в трехфазных трехпроводных и четырехпроводных цепях,
- изучить схемы прямого включения приборов учета электроэнергии и включения через измерительные трансформаторы тока и напряжения.

## Электроснабжение промышленных предприятий

Система электроснабжения предприятий состоит из питающих, распределительных, трансформаторных и преобразовательных подстанций и связывающих их кабельных и воздушных сетей и токопроводов высокого и низкого напряжения. Система электроснабжения строится таким образом, чтобы она была надежна, удобна и безопасна в обслуживании и обеспечивала необходимое качество энергии и бесперебойность электроснабжения в нормальном и послеаварийном режимах. В то же время система электроснабжения должна быть экономичной по затратам, ежегодным расходам, потерям энергии и расходу дефицитных материалов и оборудования. Экономичность и надежность системы электроснабжения достигается путем применения взаимного резервирования сетей предприятий и объединения питания промышленных, коммунальных и сельских потребителей. При сооружении на предприятиях собственных электростанций, главных понизительных подстанций и других источников питания учитываются близлежащие внезаводские потребители электроэнергии. Особенно это необходимо в районах, недостаточно охваченных энергосистемами.



Электрические сети и подстанции органически входят в общий комплекс предприятия, как и другие производственные сооружения и коммуникации. Поэтому они должны увязываться со строительной и технологической частями, очередностью строительства и общим генеральным планом предприятия.

Лабораторный стенд «Электроснабжение промышленных предприятий» позволяет качественно моделировать установившиеся режимы в трехфазных распределительных сетях, обеспечивая возможность исследования факторов, влияющих на величину потерь в электрической сети, а также методов снижения потерь электрической энергии.

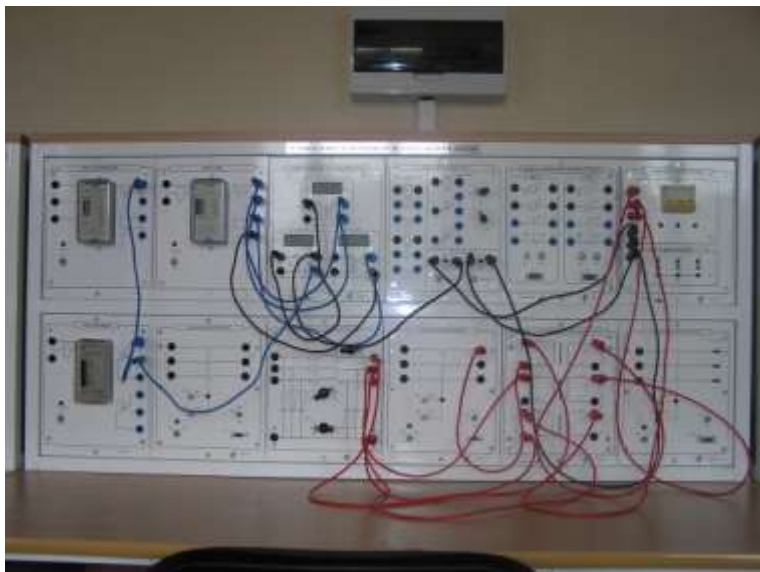
### **Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения**

Системы электроснабжения являются сложными производственными объектами, все элементы которых участвуют в едином производственном процессе, основными специфическими особенностями являются быстрота явлений и неизбежность повреждений аварийного характера. Поэтому надёжное функционирование системы электроснабжения возможно лишь при автоматическом управлении ими. Для этой цели используют комплекты автоматических устройств, среди которых первоначальное значение имеют устройства релейной защиты и автоматики.

Рост потребления электроэнергии и усложнение систем электроснабжения требует постоянного совершенствования этих устройств. Наблюдается тенденция создания автоматизированных систем управления на основе использования цифровых универсальных и специализированных вычислительных машин. Вместе с тем широко применяются и простые средства защиты и автоматики: плавкие предохранители, автоматические выключатели, магнитные пускатели, реле прямого действия, трансформаторы тока и др. Наиболее распространены токовые защиты, устройства автоматического повторного включения, автоматического

включения резервного источника питания, автоматической частотной разгрузки и т.д., используемые в установках с выключателями, оборудованными грузовыми и пружинными приводами.

Значение релейной защиты и системной автоматики для обеспечения надёжной и экономичной работы потребителей электрической энергии весьма велико. Достигнуть требуемой работы можно только при тщательном анализе взаимодействия проектируемых устройств, учёте особенностей технологии производства и распределения электроэнергии, схем электрических соединений объектов, специфики работы потребителей, физических процессов прохождения токов при нормальных режимах работы, перегрузках и коротких замыканиях в первичных и вторичных цепях измерительных трансформаторов и в цепях приборов. Необходимо принимать во внимание удобство последующей эксплуатации проектируемой аппаратуры, надёжность её работы, стоимость и возможность использования типовых решений.



Релейная защита и автоматика должна обладать функциями по выявлению коротких замыканий, определений места и формирования импульса на отключения. Кроме того она должна непрерывно следить за величиной отклонения режима работы системы электроснабжения, и подавать сигналы персоналу или импульсы в устройства автоматического управления и регулирования. Для выполнения своих функций релейная защита должна быть чувствительной, селективной, быстродействующей и надежной.

Лабораторный стенд «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения» позволяет изучить релейно-контактные схемы и принцип действия типовых устройств релейной защиты и автоматики, выполняемых на базе полупроводниковых статических реле тока, напряжения и времени. В качестве защищаемого объекта стенд содержит физическую трехфазную модель электроэнергетической системы, включающую трансформатор, линию электропередачи и выключатели.

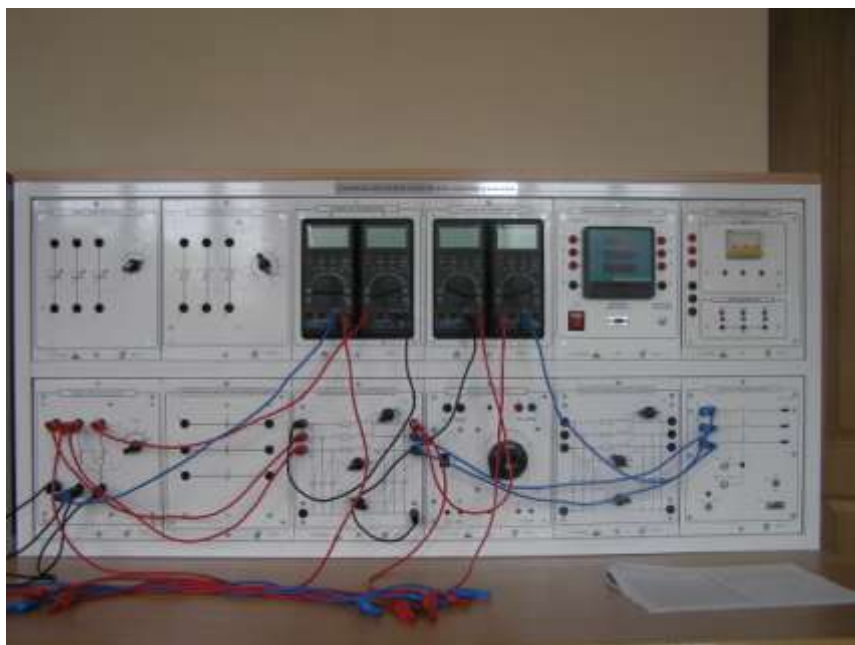
## **Распределительные сети систем электроснабжения**

Непрерывный рост во времени мощностей приводит к постоянному увеличению номинального напряжения распределительных сетей. Так, еще до недавнего времени распределительные функции возлагались главным образом на сети 6—35 кВ электроснабжения отдельных групп потребителей. Назначение сетей 110 кВ заключалось в передаче (без промежуточных отборов) этих потоков до зон (территорий) их распределения.

На современном этапе электрификации, развития хозяйственно-экономической деятельности, сопровождающегося увеличением охвата этих территорий и количества крупных энергоемких предприятий, распределительные функции возлагаются на питающие сети 110 кВ, а в некоторых ЭЭС перешли к разветвленным линиям электропередачи 220 кВ. Кроме того, рост мощностей, потребляемых промышленными предприятиями, крупными городами, приводит к необходимости

применения глубокого ввода линий 110—220 кВ, т. е. максимального приближения повышенных напряжений к узлам, районам электропотребления. Поэтому необходимо отметить условность деления системы передачи и распределения ЭЭ на системообразующие, протяженные сети (системы передачи ЭЭ) и системы распределения ЭЭ по их номинальному напряжению.

Лабораторный стенд «Распределительные сети систем электроснабжения» позволяет исследовать режимы работы линий электропередач с односторонним и двухсторонним питанием, исследовать факторы, влияющие на потери электрической энергии в распределительных сетях, изучить способы регулирования напряжения путем продольной и поперечной емкостной компенсации, исследовать влияние отклонения напряжения на мощность, потребляемую активной, индуктивной и емкостной нагрузкой.



## Трехфазные трансформаторы напряжения

Трансформатор (от лат. transformo — преобразовывать) — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем (напряжений) переменного тока в одну или несколько других систем (напряжений) переменного тока без изменения частоты системы (напряжения) переменного тока.

Трансформатор осуществляет преобразование напряжения переменного тока и/или гальваническую развязку в самых различных областях применения — электроэнергетике, электронике и радиотехнике.



Трансформатор напряжения — трансформатор, питающийся от источника напряжения. Типичное применение — преобразование высокого напряжения в низкое в цепях, в измерительных цепях и цепях РЗиА. Применение трансформатора напряжения позволяет изолировать логические цепи защиты и цепи измерения от цепи высокого напряжения.

На стенде «Трехфазный трансформатор напряжения» можно провести

- исследование однофазного двухобмоточного трансформатора в режиме короткого замыкания и в режиме холостого хода;

- исследование параллельной работы двух одинаковых двухобмоточных трансформаторов;

- исследование трехфазного трансформатора в режиме холостого хода и короткого замыкания;

- снятие внешней характеристики при соединении обмоток по схеме «звезда\звезда» и «звезда\треугольник» и т.д.

Основные разделы курсов «Электрические машины» и «Электрический привод» можно отработать на стендах «Двигатель постоянного тока независимого возбуждения», «Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения», «Электрический привод».

### **Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением**

Благодаря практичности данных стендов, студенты могут выполнять на них следующие виды работ:

- исследование генераторов постоянного тока независимого и параллельного возбуждения;

- исследование электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения;

- исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения;

- исследование преобразователя частоты.





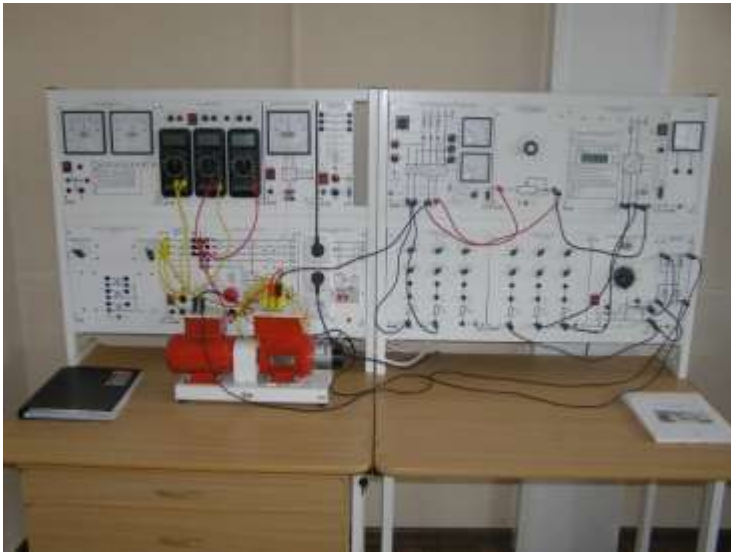
**Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением**



## Электрический привод

Электрический привод (сокращённо — электропривод) — это электромеханическая система для приведения в движение исполнительных механизмов рабочих машин и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса.

Современный электропривод — это совокупность множества электромашин, аппаратов и систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60 %) и главным источником механической энергии в промышленности.



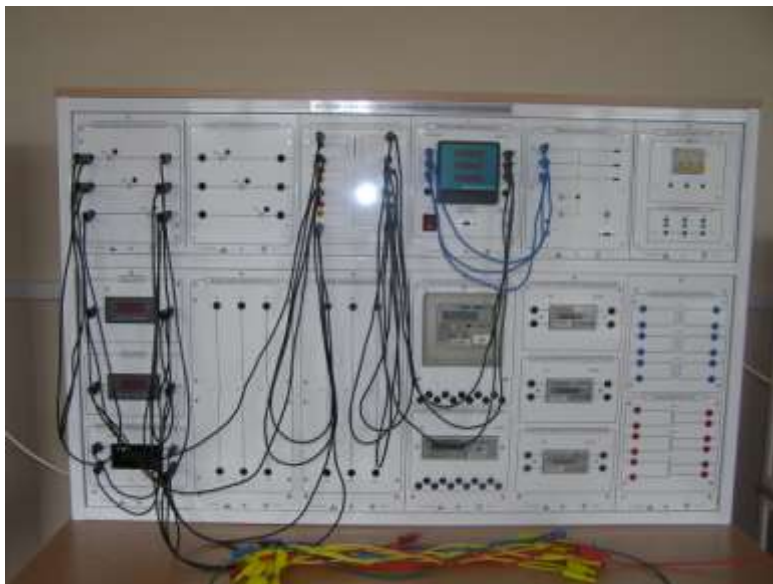
Данный лабораторный стенд состоит из нескольких модулей, которые позволяют исследовать работу генератора постоянного тока, двигателя постоянного тока и электропривод на его основе, работу трехфазного асинхронного двигателя и его электропривода. Проводя эксперименты на данной установке студенты смогут изучить электроприводы постоянного и переменного тока.

## Электрические измерения в системах электроснабжения

Стенд «Электрические измерения в системах электроснабжения» содержит основные силовые и измерительные элементы, охватывающие основные темы раздела «Измерение электрической мощности и энергии», а именно:

- исследование схем, режимов работы и снятия показаний приборов учета электроэнергии в однофазных и трехфазных цепях;

- исследование схем подключения щитовых измерительных приборов тока, напряжения, активной и реактивной мощности.



Для выполнения данных исследований в лабораторный стенд включены следующие модули:

1. Модули питания (модуль питания стенда, модуль трехфазной сети), обеспечивающие подачу трехфазного напряжения 380В, однофазного напряжения 220В и низковольтных напряжений питания 15В и 5В. Кроме того,

модуль питания стенда обеспечивает защиту от режимов короткого замыкания, а модуль трехфазной сети обеспечивает коммутацию трехфазного напряжения с кнопочным управлением.

2. Измерительные модули (модуль измерителя мощности, модуль измерительных приборов, модуль «Трансформаторы тока / трансформаторы напряжения») обеспечивающие измерение действующих значений токов, напряжений, активной и реактивной мощности, а также преобразование (трансформацию) величин тока и напряжения для подключения приборов учета электроэнергии.

3. Модули приборов учета электроэнергии предназначены для исследования различных схем учета электроэнергии в однофазных и трехфазных цепях.

4. Модули осветительной и индуктивной нагрузки предназначены для моделирования однофазных и трехфазных потребителей активной и реактивной электрической энергии в схемах исследования работы приборов учета электроэнергии.

## **Промышленная электроника**

Данный стенд содержит модули, охватывающие основные разделы курсов «Промышленная электроника», «Физические основы электроники», «Преобразовательная техника», «Силовая электроника», а именно:

- полупроводниковые приборы;
- усилители и аналоговые интегральные микросхемы;
- цифровые интегральные микросхемы;
- управляемые и неуправляемые выпрямители;
- преобразователи постоянного напряжения;
- автономные инверторы;
- преобразователи частоты;
- преобразователи переменного напряжения.

Для освоения этих разделов в лабораторный стенд включены:

1. Модули питания, защищающие стенд в режиме короткого замыкания и обеспечивающие подачу трехфазного

напряжения 380В, однофазного 220В и низковольтных напряжений 15В и 5В.

2. Измерительные модули позволяющие выполнить:

- измерение стрелочными приборами параметров постоянного и переменного тока;
- измерение цифровыми приборами параметров переменного тока;
- измерение токов, напряжений, сопротивлений цифровыми устройствами – мультиметрами;
- подачу с помощью функционального генератора сигналов различной формы к исследуемому устройству.

3. Модуль нагрузки, используется как вспомогательный при проведении лабораторных работ. Обеспечивает изменяемую активно-индуктивную нагрузку и постоянную емкостную нагрузку.

4. Модули лабораторных работ, являющиеся исследуемыми модулями при проведении лабораторных работ по промышленной электронике и позволяющие выполнить на этом стенде 21 лабораторную работу.

5. Осциллограф, используемый для снятия осциллограмм – временных характеристик изменения сигналов, а также для снятия характеристик в режиме «X-Y».

