

## ВНЕДРЕНИЕ НА КАФЕДРЕ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА» В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТЕНДОВ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ.

*Попова Татьяна Ивановна, доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. Тел: 0312-54-51-49, e-mail: talyanaiv@gmail.com*

*Мамбетова Кульнар Медербековна, ст. преп., КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. Тел: 0312-54-51-49, e-mail: kulnarm@mail.ru*

*Миндрул Сергей Васильевич, инженер, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. Тел: 0312-54-51-49, e-mail: smindrul@gmail.com*

*Асан уулу Аскат, магистр, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. Тел: 0312-54-51-49, e-mail: asanaskat@gmail.com*

**Аннотация:** Информация об инновационных технологиях, внедряемых на кафедре «Электроэнергетика» для максимального усвоения студентами практических навыков и умений, необходимых для бакалавров и магистров в дальнейшей самостоятельной работе.

**Ключевые слова:** инновационные технологии, учебный процесс, многоцелевой лабораторный стенд, модульность, практические навыки, самостоятельная работа.

## INTRODUCTION TO THE DEPARTMENT "ELECTRIC POWER INDUSTRY" IN THE LEARNING PROCESS OF MULTIPURPOSE STANDS PREFABRICATED

*Popova Tatyana Ivanovna, Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-49, e-mail: talyanaiv@gmail.com*

*Mambetova Kulnar Mederbekovna, Senior Lecturer, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-49, e-mail: kulnarm@mail.ru*

*Mindrul Sergey Vasylevich, engineer, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-49, e-mail: smindrul@gmail.com*

*Askat Asan uulu, master student, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov. Phone: 0312-54-51-49, e-mail: asanaskat@gmail.com*

**Annotation:** Information about the innovative technologies introduced at the Department «electric power industry" for maximum assimilation of the students the practical skills needed for bachelors and masters in the further independent work.

**Keywords:** innovative technologies, educational process, multi-purpose laboratory bench, modularity, Practical skills, independent work

Важное значение в системе обучения студентов, будущих бакалавров и магистров, имеют инновационные технологии: т.е. внедрение новшеств, обеспечивающих качественный рост образовательного процесса и максимального усвоения практических навыков и умений.

Ученый-педагог Х.Таба писала: «...ученик должен испытать сам те операции, с помощью которых факты соединяются в идеи и понятия, а не просто усвоить выводы из чьих-то мыслительных операций» (Л.3).

Одним из лучших способов инновационного обучения является применение специальных многоцелевых учебных лабораторных стендов и комплексов.

В сентябре 2016 года кафедрой «Электроэнергетика» получен, смонтирован и введен в учебный процесс многоцелевой лабораторный стенд СиПС - СК «Электрические станции и подстанции» (в дальнейшем изложении л.стенд), изготовленный на учебном предприятии «ТехноПрофи» в городе Челябинск, Россия.

Общий вид л.стенда предоставлен на Рис. 1



Рис. 1. Общий вид стенда

Л.стенд представляет собой физическую трехфазную модель электроэнергетической системы, содержащую, как в любой энергосистеме, три основные части: генерирующую электроэнергию, передающую и потребляющую.

В комплектацию л.стенда входят 24 основных модуля: линии электропередач, силовых трансформаторов, синхронного генератора, активной, индуктивной и двигательной нагрузки, выключателей трехфазной сети, линейного реактора, источники питания и измерительные приборы.

Л.стенд позволяет исследовать режимы работы основного силового оборудования электрических станций и подстанций, исследовать факторы, влияющие на величины токов короткого замыкания и изучать способы ограничения токов короткого замыкания в электрических установках, исследовать влияние различных режимов нейтрали на изменение параметров электрического оборудования, изучать основы электрических измерений и контроля изоляции объектов электроэнергетики.

Стенд состоит из двух лабораторных столов, в каркасах которых закрепляются отдельные модули, персонального компьютера, расположенного на специальном столе, и тумбочки-подставки с электромашинным агрегатом.

Персональный компьютер является одним из составных звеньев лабораторного стенда. С помощью специализированного программного обеспечения, входящего в комплектацию стенда, ПК используется для осциллографирования и визуализации данных, а так же для управления и защиты электроэнергетических объектов в реальном масштабе времени.

Модульность л.стенда позволяет собирать на нем 26 электрических схем для проведения 26 лабораторных работ (согласно техническому описанию л.стенда, а фактически значительно больше), и проводить лабораторные работы по шести основным направлениям:

- силовое оборудование электрических станций и подстанций;
- короткие замыкания в электрических установках

- контроль изоляции в электроустановках с малыми токами замыкания на землю;
- режимы нейтрали в электрических установках;
- натурное моделирование;
- электрические измерения;

и выполняются по следующим дисциплинам кафедры: производство электроэнергии, электрическая часть станций и подстанций, электромагнитные переходные процессы в ЭЭС, переходные электромеханические процессы в электрических системах, математическое моделирование физических процессов в ЭЭС, моделирование в ЭЭ, изоляция и перенапряжения.

По дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах» на стенде «СиПС-СК» возможно выполнение трех работ по теме «Короткие замыкания в электрических установках». Из всего многообразия электромагнитных процессов наиболее распространенными являются процессы, вызванные короткими замыканиями.

Студенты, выполняя эти работы, могут наглядно представить этот процесс в виде осциллограмм. Осциллограммы токов короткого замыкания регистрируются на персональном компьютере с помощью программного комплекса «DtltaProfi» для случаев:

- короткое замыкание в сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности;
- короткое замыкание в сети, питающейся от синхронного генератора ограниченной мощности;

В случае возникновения поперечной несимметрии студенты могут сравнить токи короткого замыкания различных видов при замыкании в одной и той же точке сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности.

Полученные осциллограммы токов можно сохранить на электронных носителях, при необходимости распечатать и проанализировать, т.е.

- исследовать факторы, влияющие на величины токов короткого замыкания в электрических сетях;
- исследовать факторы, влияющие на ударную величину тока короткого замыкания и скорость затухания апериодической составляющей;
- исследовать зависимость величины тока короткого замыкания от вида повреждения.

По дисциплине «Переходные электромеханические процессы в электрических системах» на данном стенде можно:

- снять и исследовать угловую характеристику и определить предел статической устойчивости синхронного генератора в номинальном режиме;
- определить влияние длины линии электропередачи на предел статической устойчивости синхронного генератора в номинальном режиме;
- определить влияние напряжения линии электропередачи на предел статической устойчивости синхронного генератора в номинальном режиме

В качестве примера рассмотрим лабораторную работу по теме «Короткие замыкания в электрических установках: «Регистрация и отображение кривой тока трехфазного короткого замыкания в электрической сети, питающейся от синхронного генератора ограниченной мощности». Блок-схема лабораторных испытаний представлена на Рис.2:

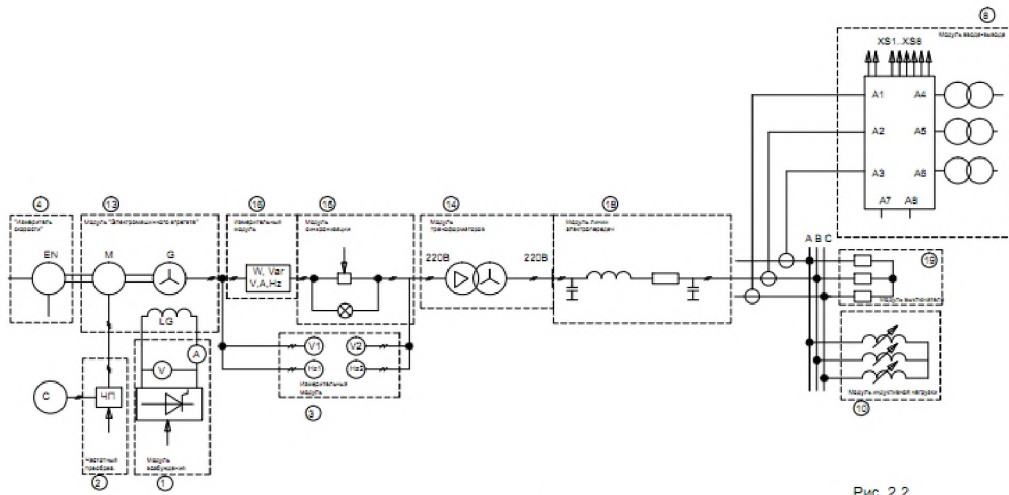


Рис.2

Рис. 2 ?

Блок-схема представляет собой автономную систему электроснабжения, содержащую трехфазный синхронный генератор, подающий питание через измеритель мощности, модуль синхронизации, модуль однофазных трансформаторов и линию электропередачи на модуль индуктивной нагрузки. Модуль выключателя используется для создания режима трехфазного короткого замыкания в конце ЛЭП. Ток короткого замыкания каждой фазы проходит через датчик тока модуля ввода-вывода (каналы A1, A2 и A3). Это позволяет использовать персональный компьютер как регистрирующий осциллограф. Осциллограммы КЗ приведены на Рис.3:

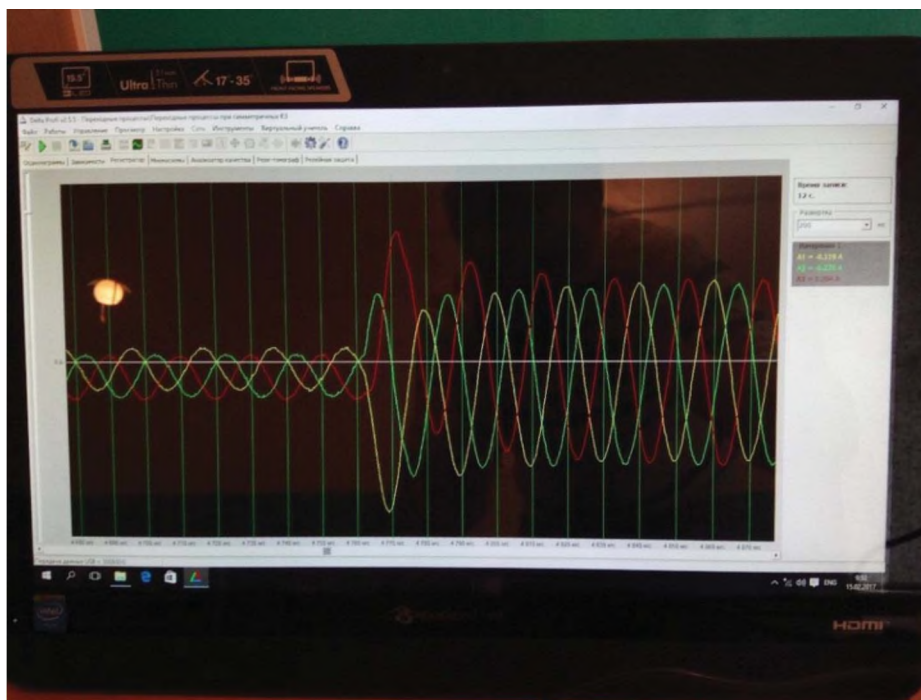


Рис.3

Для проведения лабораторной работы в блок-схеме задействовано 12 модулей л.стенда: электромашинного агрегата, возбуждения, частотного преобразователя, измерителя мощности, измерительного, синхронизации, трансформаторов, линии электропередачи, ввода-вывода, выключателя, индуктивной нагрузки и питания стенда (модули перечислены в порядке их монтажа слева – направо).

В лабораторной работе студенты практически собирают три основные части энергосистемы: генерирующую, передающую и потребляющую, самостоятельно осуществляют режим короткого замыкания и получают реальные и наглядные данные трехфазного К.З.

Для окончательной комплектации, вновь создаваемой в ауд. 5/106 энергетического факультета инновационной лаборатории, «Электрическая часть станций и систем с элементами физического и математического моделирования» необходимо еще два лабораторных стенда заводского изготовления: ЭЭ1-РУ-С-Р и ЭОСП-П-ОРУ, которые заявлены к поставке в 2017 году.

Краткая техническая характеристика указанных стендов приводится ниже:

**1. ООО НПП «Учтех – Профи» ЭЭ1-РУ-С-Р»(стендовое исполнение).**

Комплект предназначен для проведения лабораторно – практических занятий в высших образовательных учреждениях, а также на курсах повышения квалификации персонала электроэнергетических организаций.

Производится выполнение следующих экспериментов согласно перечню лабораторных работ, проведение которых должен обеспечивать комплект:

**а) Электрические схемы распределительных устройств:**

Сборка электрических схем распределительных устройств с одной системой сборных шин.

Сборка электрических схем распределительных устройств с двумя системами сборных шин.

Сборка электрических схем распределительных устройств с двумя системами сборных шин и с обходной системой сборных шин.

Сборка электрических схем распределительных устройств кольцевого типа.

Сборка упрощенных схем распределительных устройств.

**б) Оперативные переключения в распределительных устройствах:**

Переключения при включении и отключении присоединений.

Переключения при переводе присоединений с одной системы шин на другую.

Переключения при выводе оборудования в ремонт и при вводе его в работу после ремонта

Переключения при выводе в ремонт выключателя и при вводе его в работу после ремонта.

**2. ООО НПП «Учтех – Профи» - Планшет «Открытое распределительное устройство»**

Планшет предназначен для проведения лабораторных и практических занятий в высших учебных заведениях и представляет макет плана – конструкции реальной схемы распределительного устройства в масштабе со всеми элементами.

1. Стенд-планшет (1 шт.) представляет собой макет планировки территории и расположения наземного оборудования открытого распределительного устройства, изготовленного в масштабе 1:70 с высокой степенью детализации миниатюрных элементов. В основании макета размещен металлический лист из магнитного материала.

2. Все элементы макета – оборудование ОРУ (трансформаторы, выключатели, разъединители и т.д.), выполнены способом 3D печати. В основание каждого элемента вмонтирован магнит, который позволяет фиксировано устанавливать элементы на металлическом основании стенда.

3. Для защиты хрупких миниатюрных частей макета, установлена прозрачная крышка из плексигласа.

4. Комплект плакатов по устройству ОРУ.

**Выводы:** 1. Применение специальных многоцелевых учебных лабораторных стендов и комплексов позволяет студентам приобрести практические навыки умения, необходимые для бакалавров и магистров в дальнейшей самостоятельной работе.

2. Применение многоцелевых учебных лабораторных стендов и комплексов позволяет организовывать комплексные лаборатории по нескольким дисциплинам и специальностям в одном месте, что обеспечивает компактность проведения занятий.

3. Внедрение специальных многоцелевых учебных лабораторных стендов и комплексов является инновацией, обеспечивающей качественный рост образовательного процесса.

### **Список литературы**

1. Техническое описание СиПС- СК
2. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики : учебник / Г.Ф. Быстрицкий. -3-е изд., стер. - М. : КНОРУС, 2012. - 352 с.