

Комплект лабораторного оборудования
«Релейная защита и автоматика систем электроснабжения»
 исполнение стендовое, модульное, компьютерная версия

Назначение

Комплект лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий в учреждениях начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования, для получения базовых и углубленных профессиональных знаний и навыков.

Технические характеристики

Потребляемая мощность, В·А	500
Электропитание: от трехфазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками напряжением, В частота, Гц	380 50
Рабочее напряжение, В	12
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Диапазон рабочих температур, °С	+10...+35
Влажность, %	до 80
Габаритные размеры, мм длина (по фронту) ширина (ортогонально фронту) высота	1000 600 1600
Масса, кг	50
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте	2

Технические требования

Комплект лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» выполнен в стендовом исполнении: стойка с установленными модулями установлены на собственном лабораторном столе.

Конструкция модулей обеспечивает возможность подключения внешних модулей и измерительных приборов.

Рабочее напряжение лабораторного оборудования не превосходит 12В.

Компьютерная версия: наличие ноутбука и программного обеспечения позволяет выполнить снимать статические и динамические характеристики с помощью виртуальных приборов.

Комплектность**1. Ноутбук – 1 шт.****Назначение**

Ноутбук предназначен для управления модулями стенда, отображения результатов измерений приборами и осциллографом.

2. Лабораторный стол – 1 шт.**Назначение**

Лабораторный стол предназначен для установки стойки с модулями, ноутбука и другого необходимого оборудования.

Технические требования

Лабораторный стол состоит из металлического основания и столешницы.

Основание стола представляет собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля 20×20×2, покрытого порошковой краской RAL 7035. Основание укомплектовывается колесами диаметром 50мм.

На основании лабораторного стола жестко закреплена столешница из диэлектрического материала.

3. Стойка для установки модулей - 1 шт.

Назначение

Стойка для установки модулей предназначена для установки и фиксации модулей для проведения лабораторно-практических работ.

Технические требования

Стойка для установки модулей представляет собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля 20×20×2, покрытого порошковой краской RAL 7035. На стойку крепятся направляющие, выполненные из анодированных алюминиевых профилей.

Модули устанавливаются в направляющие.

4. Комплект модулей – 1 шт.

Назначение

Модули предназначены для выполнения лабораторно-практических работ.

Технические требования

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01).

Надписи, схемы и обозначения на лицевой панели выполнены с помощью цветной УФ термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

На задней части модулей располагаются разъемы питания, информационные контакты и держатели плавких предохранителей (если это требуется для работы модуля).

Высота модуля составляет 260 мм.

Модули представлены четырьмя типоразмерами (высота×ширина): 260×100; 260×150; 260×200; 260×300 (мм).

Модули (если это необходимо) оснащаются микропроцессорной системой.

Микропроцессорная система предназначена для управления модулями стенда, а также обеспечивает измерение, отображение и сохранение режимных параметров.

Микропроцессорная система представляет собой базовую платформу, выполненную в виде кросс-панели EL-01-05, рассчитанную на установку 5 субмодулей.

Базовая платформа оснащена:

- разъем питания типа SIL156, ±12 В.
- разъем типа IDC-10 для подключения дополнительных кросс-панелей, 2 шт.
- разъем для подключения дополнительного питания SIL156, +5 В.
- разъем для подключения дополнительных устройств по интерфейсу RS485.
- слоты SL-62 для подключения субмодулей.

Основание базовой платформы выполнена из материала FR-4, прочностью сцепления класса Н и Т, метод проверки: IPC-SM-840 С. Все надписи нанесены при помощи лазерного печатающего устройства с 600 точек/дюйм.

Модульная архитектура базовой платформы позволяет проводить модернизацию методом добавления дополнительных кросс-панелей, каждая из которых рассчитана на подключение 4 и более субмодулей.

Субмодули представляют собой сменные устройства, которые позволяют:

- управлять различными устройствами (регулятор напряжения, функциональный генератор, преобразователь частоты и т.д.);
- производить измерения физических величин (ток, напряжение, температура, давление и т.д.);
- обрабатывать и передавать измеренные величины;

Каждый субмодуль имеет в составе микропроцессор, который обеспечивает предварительную обработку информации.

Субмодуль подключается в слоты SL-62 базовой платформы, с помощью внешних контактов в количестве 62 шт.

Субмодуль выполнен из материала FR-4, прочностью сцепления класса Н и Т, метод проверки: IPC-SM-840 С. Все надписи нанесены при помощи лазерного печатающего устройства с 600 точек/дюйм.

Субмодули могут быть связаны по интерфейсу RS485 или по интерфейсу I2C.

Максимальное количество одновременно подключаемых субмодулей ограничено только нагрузочными возможностями интерфейсов.

Управление всеми устройствами производится с помощью уникального протокола обмена. Скорость обмена по линии RS485 составляет 115200 бод, тактовая частота I2C 100 кГц.

4.1 Модуль «3-х фазные источники питания» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Трехфазные источники питания» предназначен для ввода трехфазного напряжения 380 В, защиты от коротких замыканий в элементах стенда, а также подачи напряжений питания к отдельным модулям стенда.

Технические характеристики

Электропитание от трехфазной сети, напряжением, В	380
частотой, Гц	50
Выходное напряжение, В	12,220, 380
Частота, Гц	50
Номинальный ток нагрузки, А	16
Габариты(Д×В), мм	300×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи, обозначения и предупреждающие знаки выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части, разъемом Сеть 380 В, 50 Гц. Разъемы Выход 220 В, 50 Гц, типа IEC 320 C13 и Выход 380 В, 50 Гц, предназначены для подачи напряжения к отдельным модулям стенда.

Включение питания модуля осуществляется при помощи дифференциального автомата, расположенного на лицевой панели. Индикация наличия напряжения в каждой фазе на входе модуля осуществляется при помощи светового индикатора фаз.

На лицевой панели модуля располагается кнопочный пост, предназначенный для управления контактором, подающим питание на выходные разъемы. Пост состоит из кнопок: вкл., выкл. и кнопки аварийного отключения с фиксацией отключенного положения.

Модуль имеет в своем составе «Модель питания электрической сети» и «Модель резервного питания электрической сети» предназначенные для формирования трехфазной системы рабочего напряжения амплитудой 12 В, частотой 50 Гц. Данные модели представляют собой модели трехфазных трансформаторов реальных понижающих подстанций.

На лицевой панели модуля располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначенные для снятия выходных напряжений и подключения нейтралей. Светодиоды предназначены для сигнализации наличия напряжения на входе моделей питания.

Галетный переключатель предназначен для переключения между нормальным и аварийным режимами работы «Модели питания электрической сети». Под аварийным режимом понимается значительная просадка выходного напряжения модели.

4.2 Модуль «Модуль связи (Источники питания)» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Модуль связи (источник питания)» предназначен для сбора и передачи данных на компьютер, дистанционного управления модулями и низковольтного питания микропроцессорных систем управления.

Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В	220
частотой, Гц	50
Выходное напряжение, В	15
Интерфейс подключения к компьютеру	USB
Габариты(Д×В), мм	100×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части, разъемом Сеть 220В, 50 Гц, типа IEC 320 C14. Включение/отключение питания производится выключателем, расположенным на лицевой панели.

Защита от ненормальных и аварийных режимов реализовано при помощи плавкого предохранителя с номинальный рабочим током 2 А, закрепленного с помощью держателя на лицевой панели модуля.

Подключение модуля к компьютеру осуществляется через разъем типа USB-B.

Передача данных и получение команд управления от компьютера происходит по интерфейсу USB.

На тыльной части модуля располагается: 2 разъема типа IDC – 10, предназначенные для подключения соседних модулей, и активная система охлаждения, состоящая из вентилятора диаметром 50 мм и защитной решетки.

Сбор данных и управление подключенными модулями осуществляется через интерфейс RS485. Связь между программным комплексом ELAB или аналогичным и аппаратной частью осуществляется по универсальному протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering).

4.3 Модуль «Модель трехфазного трансформатора» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Модель трехфазного трансформатора» предназначен для исследования трехфазного

трансформатора и схем его защиты.

Технические характеристики

Напряжение первичной обмотки, В	12
Напряжение вторичной обмотки, В	12
Схема соединения обмоток	Y ₀ /Y ₀
Габариты(Д×В), мм	200×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Модуль представляет собой трансформаторную группу, состоящую из трех маломощных однофазных трансформаторов.

На лицевой панели модуля располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначенные для подключения входного и снятия выходного напряжений.

Модуль оснащен кнопкой «Авария» предназначенной для моделирования аварийного режима - двухфазного короткого замыкания.

4.4 Модуль «Модель линии электропередач» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Модель линии электропередачи» представляет собой модель реальной линии электропередачи.

Технические характеристики

Входное напряжение, В	12
Габариты(Д×В), мм	200×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Модель линии электропередачи реализована П-образной схемой замещения, включающая активное, индуктивное сопротивления и емкостную проводимость.

На лицевой панели модуля располагаются галетные переключатели, предназначенные для изменения активного, индуктивного сопротивлений и емкостной проводимости. Положение «Выкл.» исключает элемент из схемы; положения «1», «2» и «3» задают определенные значения выбранного элемента.

На лицевой панели модуля располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначены для подключения входного и снятия выходного напряжений. Высокочастотные разъемы типа BNC, используются для подключения осциллографа.

Модуль оснащен кнопкой «Авария» предназначенной для моделирования аварийного режима -

двухфазного короткого замыкания.

4.5 Модуль «Трехфазная RLC нагрузка» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Трехфазная RLC нагрузка» предназначена для реализации различного вида нагрузки.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В	12
Габариты (Д×В), мм	300×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Модуль состоит из трехфазной группы переменных резисторов, индуктивностей и емкостей, с возможностью задания значений соответствующими галетными переключателями.

На лицевой панели модуля располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

4.6 Модуль «Короткозамыкатель» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Короткозамыкатель» предназначен для моделирования аварийного режима - короткого замыкания.

Технические характеристики

Габариты (Д×В), мм	100×260
--------------------	---------

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

На лицевой панели модуля располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

Кнопка «Авария» предназначена для имитации аварийного режима – трехфазного короткого замыкания или трехфазного короткого замыкания на землю, в зависимости от подключения.

Питание модуля осуществляется через разъемы типа IDC – 10, располагающиеся на тыльной части корпуса и предназначенные для подключения соседних модулей.

4.7 Модуль «Трехфазный выключатель с трансформаторами тока» – 2 шт.

Назначение

Модуль «Трехфазный выключатель с трансформаторами тока» предназначен для коммутации трехфазных цепей при различных режимах работы, и измерения режимных параметров.

Технические характеристики

Диапазон измерения напряжения, В	0...12
Диапазон измерения тока, А	0...5
Габариты (Д×В), мм	150×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Питание модуля осуществляется через разъемы типа IDC – 10, располагающиеся на тыльной части корпуса и предназначенные для подключения соседних модулей.

На лицевой панели модуля располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

Светодиод предназначен для сигнализации положения (вкл./откл.) выключателя.

Передача данных и прием команд управления модулем осуществляется через интерфейс RS485.

Модуль имеет дистанционное управление из среды, совместимой с программным комплексом ELAB или аналогичным. Связь между программой и аппаратной частью осуществляется по универсальному протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering).

4.8 Модуль «Цифровой трехфазный ваттметр» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Цифровой трехфазный ваттметр 30В» предназначен для измерения тока, напряжения, коэффициента мощности, активной, реактивной и полной мощностей.

Технические характеристики

Диапазон измерения напряжения, В	0...30
Диапазон измерения тока, А	0...3
Габариты (Д×В), мм	150×260

Технические особенности

Корпус модуля выполнен из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, теснение Z01), что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус. Надписи и обозначения выполнены с помощью цветной ультрафиолетовой термопечати с полиуретановым прозрачным покрытием.

Питание модуля осуществляется через разъемы типа IDC – 10, располагающиеся на тыльной части корпуса и предназначенные для подключения соседних модулей.

На лицевой панели располагаются разъемы типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм, предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

Значения измеряемых величин отображаются на цветном LCD TFT дисплее, диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей, в виде таблицы. Таблица состоит из четырех столбцов: в первом столбце отображаются наименования измеряемых величин с единицами измерения; во втором, третьем и четвертом столбцах отображаются значения измеряемых величин. Границы таблицы и наименования величин с единицами измерения выполнены белым цветом, значения выполнены желтым, голубым, и зеленым цветом. Наименования и единицы измерения выполнены модифицированным шрифтом ubuntuMono с размером 27×46, цифры стилизованы под семи сегментный индикатор.

Передача данных осуществляется через интерфейс RS485. Связь между программным комплексом ELAB или аналогичным и аппаратной частью осуществляется по универсальному протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering).

5. Набор аксессуаров и документов – 1 шт.**5.1 Комплект соединительных проводов и сетевых шнуров – 1 шт.**

Комплект представляет собой минимальный набор соединительных проводов и сетевых шнуров, необходимых для выполнения базовых экспериментов.

5.2 Паспорт – 1 шт.

Паспорт – основной документ, определяющий название, состав комплекта, а также гарантийные обязательства.

5.3 Мультимедийная методика – 1 шт.

Мультимедийная методика представляет собой учебный фильм с подробным описанием оборудования, а также краткой демонстрацией выполнения основных экспериментов.

5.4 Комплект программного обеспечения – 1 шт.**Назначение**

Комплект программного обеспечения предназначен для управления источниками питания, регистрации данных от измерительных приборов и датчиков, а также дальнейшей обработки и сохранения в различных форматах результатов экспериментальных исследований в окне программы на экране компьютера.

Технические характеристики

Рабочая среда	Windows 7 и выше
Разрядность рабочей среды, бит	32, 64
Форматы сохранения данных	*.jpg, *.bmp, *.txt, *.xls
Доступные модули	Модули управления Модули индикации
Возможность запускать сторонние программы	есть
Режимы управления модулями	Ручное Программирование

Технические требования

Установка комплекта программного обеспечения должна осуществляться с электронного носителя (CD, DVD диски, USB накопители). Процесс установки сопровождается инструкциями мастера установки на русском языке.

5.4.1 Программный комплекс ELAB – 1 шт.**Назначение**

Программный комплекс ELAB предназначен для управления источниками питания, регистрации данных от измерительных приборов и датчиков, а также дальнейшей обработки и сохранения в различных форматах результатов экспериментальных исследований в окне программы на экране компьютера.

Технические требования

Программный комплекс ELAB при каждом запуске должен автоматически определять активный COM порт подключения оборудования, при этом номер порта автоматически подсвечивается в сплывающем окне.

Корректный запуск программного обеспечения ELAB производится только при наличии соединения персонального компьютера (ноутбука) с аппаратной частью лабораторного оборудования (USB соединение, радиоканал), а также при включенном питании лабораторного стенда.

Программный комплекс ELAB должен быть универсальным для различных направлений науки и техники: электротехника, электроника, электрические машины, электропривод, автоматика, гидравлика, пневматика и др. После запуска программы производится распознавание подключенного устройства и конфигурирование окна программы под конкретное устройство.

В левой части основного окна программы ELAB появляется список доступных модулей управления и индикации, внешний вид и количество которых зависит от подключенного лабораторного оборудования, а также располагаются дополнительные кнопки помощи, теоретических сведений, запуск стороннего программного обеспечения. Кроме того, программа ELAB имеет в своем арсенале средства для самодиагностики подключенных установок, выявления неисправных зон и датчиков.

Доступные модули управления должны быть выполнены в едином стиле. Инструменты программы позволяют в реальном времени управлять аппаратной частью стенда: источниками питания, функциональными генераторами сигналов, преобразователями частоты, тиристорными регуляторами и др.

Управление блоками реализовано максимально приближённо к управлению реальной установкой. Задание значений параметров блоков осуществляется с помощью виртуальных энкодеров, позволяющих легко и быстро установить требуемую величину в доступном диапазоне значений. Управление возможно как с помощью клавиатуры, так и манипулятором «мышь», а так же с помощью виртуальной клавиатуры для планшетных устройств.

Комплект программного обеспечения ELAB должен осуществлять возможность программировать модули управления. Для этого пользователь должен составить программный код на внутреннем понятном макро языке.

Доступные модули индикации программы позволяют выводить на экран персонального компьютера (ноутбука) данные от измерительных приборов, датчиков и другого оборудования, которым снабжен лабораторный стенд. Для удобства восприятия, основные виртуальные приборы должны быть выполнены в привычном для пользователя аналоговом варианте.

Основные модули индикации должен вести графическую стенограмму режимных параметров в аппаратной части стенда, кроме того, по запросу пользователя, выводить в отдельном окне значения в табличном виде. Инструменты программы позволяют проводить различного рода обработку результатов: обеспечивать возможность наложения графиков в одной плоскости для определения зависимостей исследуемых величин, аппроксимировать полученную графическую зависимость и др.

Основные модули индикации позволяют сохранять данные, полученные от аппаратной части стенда, в графическом, табличном или текстовом форматах.

5.5 Комплект документации – 1 шт.

5.5.1 Техническое описание оборудование – 1 шт.

Техническое описание оборудования - это комплект сопроводительной документации стенда с подробным описанием основных технических характеристик стенда.

5.5.2 Краткие теоретические сведения – 1 шт.

Краткие теоретические сведения содержат основной теоретический материал по релейной защите и автоматике, применяемых в электроэнергетике.

5.5.3 Руководство по выполнению базовых экспериментов – 1 шт.

Руководство должно включать краткие теоретические сведения, а также подробный порядок выполнения лабораторных работ:

1. Релейная защита на основе программируемого контроллера

1.1. Моделирование максимальной токовой защиты линии электропередачи.

1.2. Моделирование токовой отсечки линии электропередачи.

1.3. Моделирование максимальной токовой защиты радиальной электрической сети с односторонним питанием.

- 1.4. Моделирование дифференциальной защиты линии электропередачи.
- 1.5. Моделирование дифференциальной защиты трансформатора
- 2. Автоматика на основе программируемого контроллера**
- 2.1. Автоматическое включение резервного питания нагрузки.
- 2.2. Автоматическое повторное включение линии электропередачи.