

**Комплект лабораторного оборудования  
«Автоматизация электроэнергетических систем»  
исполнение стендовое, компьютерная версия**

**Назначение**

Комплект лабораторного оборудования «Автоматизация электроэнергетических систем» 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, не более	300
Электропитание: от трехфазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками напряжением, В	380 50
Рабочее напряжение, В	12
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Диапазон рабочих температур, °C	+10...+35
Влажность, %	до 80
Габаритные размеры, мм, не более длина (по фронту)	1200
ширина (ортогонально фронту)	600
высота	1600
Масса, кг, не более	100
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте	2

**Технические требования**

Комплект лабораторного оборудования «Автоматизация электроэнергетических систем» выполнен в стендовом исполнении: тематический моноблок устанавливается на собственном лабораторном столе.

Конструкция тематических моноблоков обеспечивает возможность подключения внешних модулей и измерительных приборов.

Компьютерная версия: наличие ноутбука с установленным программным обеспечением позволяет выполнять настройку средств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, а также контролировать их работу, 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.

**Технические характеристики**

<b>№ п/п</b>	<b>Техническая спецификация Товара</b>	<b>Требование к технической спецификации Товара</b>
1	Процессор и частота	Не менее Celeron 1600МГц
2	Объем памяти	Не менее 2Gb
3	Оптический привод	Не менее DVD±RW SATA
4	Жесткий диск	Не менее 500 Gb, SATA 6Гб/с, 5400RPM
	Разъемы	Не менее 3x USB2.0, RJ 45,
	Модель встроенной видеокарты	Наличие
7	Манипулятор “мышь”	USB, 2x кнопочная оптическая со скроллингом.
8	Предустановленное программное обеспечение	Microsoft Windows 7 или позднее.
9	Дисплей	Тонкопленочные транзисторы (TFT) LCD. Не менее 15.6" широкоформатный, не менее 1366x768

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

Лабораторный стол предназначен для установки тематического моноблока, ноутбука и другого необходимого оборудования.

**Технические требования**

Лабораторный стол состоит из основания и столешницы. Основание стола представляет собой сварную конструкцию, выполненную из металлического профиля  $20\times20\times2$ , покрытого порошковой краской RAL 7035. Основание укомплектовывается упорами типа «Колесо» с установочной площадкой  $60\times60$  мм и диаметром колеса 50 мм. На основании лабораторного стола жестко закреплена столешница, которая выполнена из диэлектрического материала.

### **3. Моноблок «Автоматизация электроэнергетических систем» - 1 шт.**

#### **Назначение**

Моноблок «Автоматизация электроэнергетических систем» предназначен для проведения лабораторно-практических работ, укомплектован необходимым оборудованием для проведения базовых экспериментов.

#### **Технические требования**

Моноблок имеет основание, выполненное из анодированных алюминиевых профилей, типов С1-141 и С1-041.

Боковые панели моноблока выполнены из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, тиснение Z01). Задняя стенка моноблока выполнена из материала ПВХ, толщиной 5 мм белого цвета (матовый). Лицевая панель выполнена из ABS пластика, толщиной 4 мм, белого цвета (близкий к RAL 9003, тиснение Z01).

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

#### **3.1 Модуль «Питание» – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль «Питание» 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**

Ток утечки, мА	30
Ток защиты, А	16

#### **Технические требования**

Модуль питания включает в себя вводной дифференциальный автомат QF1, индикатор фаз, кнопочный пост управления Вкл/Выкл с магнитным пускателем, кнопку аварийного отключения.

#### **3.2 Модель питания электрической сети – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модель питания электрической сети предназначена для формирования трехфазной системы рабочего напряжения амплитудой 12 В, частотой 50 Гц. Модель питания электрической сети представляет собой модель трехфазного трансформатора реальной понижающей подстанции.

### **Технические требования**

Модель реализована на трансформаторах с характеристиками: 30 ВА, 220/12 В. Выход модуля – система трехфазного напряжения амплитудой 12 В. Модель питания электрической сети оснащена кнопкой Авария, нажатие которой соответствует снижению напряжения до 5 В.

### **3.3 Модель резервного питания электрической сети – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модель резервного питания электрической сети предназначена для резервирования при возникновении аварии.

#### **Технические требования**

Модель реализована на трансформаторах с характеристиками: 30 ВА, 220/12 В. Выход модуля – система трехфазного напряжения амплитудой 12 В.

### **3.4 Модель трехфазного трансформатора – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль предназначен для исследования трехфазных трансформаторов.

#### **Технические требования**

Модуль состоит из трансформаторной группы, состоящей из трех маломощных однофазных трансформаторов. .

Модуль содержит кнопку Авария, нажатие которой соответствует аварийному режиму работы – току утечки.

### **3.5 Модель линии электропередач – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модель линии электропередач представляет собой модель реальной линии электропередач.

#### **Технические требования**

Модель линии электропередач реализована П-образной схемой замещения, включающая активное и индуктивное сопротивления, а также емкостную проводимость. Изменение активного, индуктивного сопротивлений и емкостной проводимости обеспечиваются галетными переключателями.

Модуль содержит кнопку Авария, нажатие которой соответствует аварийному режиму работы – току утечки.

### **3.6 Активная нагрузка – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль Активная нагрузка представляет собой трехфазную группу переменных резисторов, переключение параметров обеспечивается галетным переключателем.

### **3.7 Короткозамыкатель – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль Короткозамыкатель представляет собой устройство для моделирования режима КЗ с кнопочным управлением.

### **3.8 Модуль «Релейная защита и автоматика» - 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль «Релейная защита и автоматика» представляет собой микропроцессорной системы управления. Модель устройства «Релейная защита и автоматика» принимает данные от измерительных трансформаторов, обрабатывает их и формирует команду управления на трехполюсные выключатели.

#### **Технические требования**

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 интерфейсы 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.

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

### **Технические особенности**

Модель устройства «Релейная защита и автоматика» обеспечивает работу в двух основных режимах: «Релейная защита» и «Автоматика».

Управление устройством «Релейная защита и автоматика» осуществляется ноутбуком с установленным программным обеспечением.

В режиме «Релейная защита» настраивается ток защиты, время и напряжение.

В режиме «Автоматика» настраивается время АПВ, кратность АПВ и пороговое напряжение АВР.

### **3.8.1 Модуль «Измерительные трансформаторы» - 2 шт.**

#### **Назначение**

Модуль «Измерительные трансформаторы» предназначен для измерения токов и напряжений в трехфазной сети переменного напряжения.

#### **Технические характеристики**

Трансформатор тока	Максимальный ток, А	5
	Максимальная частота, Гц	80
	Внутреннее сопротивление, мОм	1,2
	Коэффициент преобразования, мВ/А	180
Трансформатор напряжения	Максимальное напряжение, В	500
	Коэффициент преобразования	2500/1000
	Номинальный входной ток, мА	25

#### **Технические требования**

Модуль содержит три трансформатора тока и три трансформатора напряжения.

### **3.8.2 Трехполюсной выключатель – 2 шт.**

#### **Назначение**

Трехполюсной выключатель предназначен для включения/выключения напряжения питания в нагрузке.

#### **Технические требования**

Модуль работает под управлением устройства релейной защиты и автоматики.

### **3.9 Модуль ввода-вывода – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль ввода-вывода предназначен для отладки стенда, а также подключения ноутбука к аппаратной части стенда через USB разъем.

## **4. Набор аксессуаров и документов – 1 шт.**

### **4.1 Комплект соединительных проводов и сетевых шнуров – 1 шт.**

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

### **4.2 Паспорт – 1 шт.**

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

### **4.3 Мультимедийная методика – 1 шт.**

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

### **4.4 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. Кроме того, комплект программного обеспечения обеспечивает возможность моделировать и анализировать схемы электронных устройств.

## 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.

### 1.1 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 СОМ 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 распознание 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 также 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 должны 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.

## **4.5 Комплект технической документации – 1 шт.**

### **4.5.1 Техническое описание оборудования – 1 шт.**

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

#### **4.5.2 Руководство по выполнению базовых экспериментов – 1 шт.**

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

##### **Раздел «Релейная защита в электроэнергетических системах»**

1. Токовая отсечка линии электропередачи.
2. Максимальная токовая защита линии электропередачи с независимой выдержкой времени.
3. Максимальная токовая защита линии электропередачи с пуском по напряжению.
4. Максимальная токовая защита трансформатора
5. Дифференциальная защита линии электропередачи.
6. Дифференциальная защита трансформатора.

##### **Раздел «Автоматизация электроэнергетических систем»**

1. Автоматическое повторное включение линии электропередачи.
2. Автоматическое повторное включение трансформатора.
3. Автоматическое включение резерва питающего присоединения.
4. Автоматическое включение резерва секционного выключателя.