

**Комплект лабораторного оборудования «Электротехника и основы электроники»  
исполнение стендовое, модульное, компьютерная версия**

**Модель: ЭЛБ-241.022.07**

**Назначение**

Комплект лабораторного оборудования «Электротехника и основы электроники» 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	100
Электропитание: от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками напряжением, В частота, Гц	220 50
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Диапазон рабочих температур, °С	+10...+35
Влажность, %	до 80
Габаритные размеры, мм, не более длина (по фронту) ширина (ортогонально фронту) высота	1400 600 1600
Масса, кг	30
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте	2

**Технические требования**

Комплект лабораторного оборудования «Электротехника и основы электроники» выполнен в стендовом исполнении: стойка с установленными модулями установлена на собственном лабораторном столе.

Конструкция модулей обеспечивает возможность подключения внешних модулей и измерительных приборов.

Компьютерная версия: наличие ноутбука, осциллографа и программного обеспечения позволяет выполнить осциллографирование переходных процессов, 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.**

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 (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 submodule имеет в составе микропроцессор, который обеспечивает предварительную обработку информации.

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

Submodule 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.

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

Максимальное количество одновременно подключаемых submodule 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.

#### 4.1 Модуль «Однофазный источник питания» – 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Однофазный источник питания 220 В» предназначен для ввода однофазного напряжения 220 В, защиты от коротких замыканий в элементах стенда, а также подачи напряжений питания к отдельным модулям стенда.

##### Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В	220
частотой, Гц	50
Выходное напряжение, В	220
Частота, Гц	50
Номинальный ток нагрузки, А	16
Габариты(Д×В), мм	150×260

##### Технические требования

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 220 В, 50 Гц, типа IEC 320 C14. Разъемы Выход 220 В, 50 Гц, типа IEC 320 C13, предназначены для подачи напряжения к отдельным модулям стенда.

Включение питания модуля осуществляется при помощи дифференциального автомата, расположенного на лицевой панели. Индикация наличия напряжения на входе модуля осуществляется при помощи светодиода.

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.

Выходное напряжение снимается с разъемов типа BANANA серии ZP с диаметром отверстий 4 мм.

#### 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 требования**

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 «Функциональный генератор» – 1 шт.****Назначение**

Модуль «Функциональный генератор» предназначен для формирования сигналов различных форм с плавно регулируемой амплитудой и частотой с цифровой индикацией текущего значения частоты и амплитуды.

**Технические характеристики**

Амплитуда выходного напряжения, В	0...10
Максимальный ток нагрузки, не менее, А	0,2
Частотный диапазон, Гц	1...100 000
Количество независимых каналов	2
Форма кривой	Синусоида; треугольник; пила; меандр; однополярные

	прямоугольные импульсы со скважностью 2, 4 и 16
Габариты (Д×В), мм	150×260

### Технические требования

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.

Включение/отключение и задание параметров выходных сигналов отдельных каналов осуществляется при помощи регуляторов (энкодоров), расположенных на лицевой панели. Переход между параметрами осуществляется при помощи нажатия, а изменение значений посредством вращения.

Выходные сигналы снимаются через высокочастотные разъемы типа BNC, расположенные на лицевой панели.

Состояние каналов и параметры выходных сигналов отображаются на цветном LCD TFT, дисплей диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей, в виде таблицы. Таблица состоит из трех столбцов: в первом указаны наименования параметров с единицами измерения, во втором и третьем значения параметров для первого и второго канала соответственно. Границы таблицы, наименование параметров и единиц измерения выполнены белым цветом, состояние каналов – красным, а значения желтым и голубым соответственно для первого и второго канал. Буквы выполнены модифицированным шрифтом ubuntuMono с размером 27×46, цифры стилизованы под семи сегментный индикатор.

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

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

### 4.4 Модуль «Трехфазный генератор» – 1 шт.

#### Назначение

Модуль «Трехфазный генератор» предназначен для формирования трехфазной системы рабочего напряжения с плавной регулировкой амплитуды напряжения и частоты.

#### Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В	220
частотой, Гц	50
Амплитуда выходного напряжения, В	0...12
Частота, Гц	1...1000
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, 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 220В, 50 Гц, типа IEC 320 C14. Включение/отключение питания модуля осуществляется 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.

Регулирование амплитуды выходного напряжения и частоты осуществляется при помощи регуляторов (энкодеров), расположенных на лицевой панели. Регуляторы имеют два состояния: нормальное и утопленное зажатое, что позволяет изменять значения с различным шагом: 0,1 В и 1 В для напряжения, 1 Гц и 10 Гц для частоты.

На лицевой панели располагаются разъемы типа BANANA с диаметром отверстий 2 мм, предназначенные для снятия выходного напряжения модуля и подключения нейтрали.

Тумблер предназначен для включения/отключения питания выходных разъемов. Данное решение позволяет задать необходимые значения напряжения и частоты, перед включением схемы.

Амплитудное, действующее значения напряжения и частота отображаются на цветном LCD TFT, дисплей диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей. Дисплей разделен на две области: напряжение и частота. В области напряжение указаны условные обозначения амплитудного и действующего напряжений и их значения с единицами измерений. В области частота указано условное обозначение частоты, ее значение и единица измерения. Условные обозначения, названия областей и единицы измерения выполнены модифицированным шрифтом ubuntuMono с размером 27×46, белого цвета. Цифры стилизованы под семи сегментный индикатор, зеленого цвета.

На тыльной части модуля располагаются: два разъема типа IDC – 10, предназначенные для подключения соседних модулей, и радиатор охлаждения функциональных элементов.

DIP переключатель, расположенный на тыльной стороне, предназначен для присвоения уникального идентификационного номера модулю, при наличии в стенде двух и более одинаковых модулей.

Передача данных (значений напряжения, частоты) и прием команд управления модулем осуществляется через интерфейс RS485.

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

#### 4.5 Модуль «Регулируемый источник питания постоянного тока» - 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Регулируемый источник питания постоянного тока» предназначен для формирования постоянного напряжения с плавной регулировкой величины напряжения.

##### Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В	220
частотой, Гц	50
Выходное напряжение, В	0...10
Максимальный ток нагрузки, А	0,5
Диапазон изменения тока защиты, mA	20...500
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, 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 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.

Задание выходного напряжения и уставки тока защиты осуществляется при помощи регуляторов (энкодеров), расположенных на лицевой панели. Регуляторы имеют два состояния: нормальное и утопленное зажатое, что позволяет изменять значения с различным шагом: 0,1 В и 1 В для напряжения, 1 мА и 10 мА для тока защиты.

В данном модуле реализована возможность стабилизации тока, необходимое значение задается уставкой тока защиты.

Рабочее напряжение модуля снимается с разъемов, типа BANANA с диаметром отверстий 2 мм. Тумблер предназначен для включения/отключения питания данных разъемов.

Режимные параметры (напряжение, ток) и уставка тока защиты (стабилизации тока), отображаются на цветном LCD TFT дисплее, диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей, в виде таблицы. Таблица состоит из двух столбцов: в первом отображается наименование параметра, во втором его значение. Границы таблицы и наименование с единицами измерения выполнены белым цветом, значения зеленым. При превышении уставки тока защиты, значение для тока меняет свой цвет на красный. Наименования и единицы измерения параметров выполнены модифицированным шрифтом ubuntuMono с размером 27×46, цифры стилизованы под семи сегментный индикатор.

На тыльной части модуля располагаются: два разъема типа IDC – 10, предназначенные для подключения соседних модулей, и радиатор охлаждения функциональных элементов.

Передача данных (значений напряжения, тока и уставки тока защиты (стабилизации тока)) и прием команд управления модулем осуществляется через интерфейс RS485.

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

#### 4.6 Модуль «Измерительные приборы» - 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Измерительные приборы» предназначен для измерения тока и напряжения в цепях переменного и постоянного тока.

##### Технические характеристики

Диапазон измерения напряжения, В	0...30
Диапазон измерения тока, А	0...2
Род измеряемых величин	Переменные, постоянные
Габариты (Д×В), мм	150×260

##### Технические требования

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.

Данный модуль включает в себя три амперметра и три вольтметра, скомпонованные в пары (амперметр + вольтметр).

На лицевой панели располагаются разъемы типа BANANA с диаметром отверстий 2 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 двух столбцов: в первом столбце отображаются значения измеряемых напряжений; во втором отображаются значения измеряемых

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

#### 4.7 Модуль «Цифровой осциллограф» – 1 шт.

Модуль «Цифровой осциллограф» предназначен для осциллографирования переходных процессов, снятия статических и динамических характеристик.

##### Технические характеристики

Управление	ПО на компьютере
Режимы	AC/DC/GND
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 высокочастотные разъемы типа BNC.

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

Питание модуля, передача данных и получение команд управления от компьютера происходит по интерфейсу USB. Управление осциллографом осуществляется с помощью специального программного обеспечения, устанавливаемого на компьютер.

#### 4.8 Модуль «Измеритель импеданса» - 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Измеритель импеданса» предназначен для измерения модуля и аргумента комплексного сопротивления, а также обеспечивает расчет эквивалентного сопротивления емкости и индуктивности.

##### Технические характеристики

Диапазон измерения, Ом	10...1·10 <sup>6</sup>
Рабочая частота, кГц	5...100
Точность установки частоты, Гц	1

##### 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.

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 с диаметром отверстий 2 мм,



предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

Регулирование частоты осуществляется при помощи регулятора, выполненного на базе энкодера. Регулятор имеет два состояния: нормальное и утопленное зажатое, что позволяет изменять значения с различным шагом: 1 Гц для нормального и 1 кГц для утопленного зажатого.

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

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

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

#### 4.9 Модуль «Электрические цепи» - 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Электрические цепи» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по разделам: электрические цепи постоянного тока, электрические цепи однофазного переменного тока, электрические цепи трехфазного переменного тока, электрические цепи несинусоидального напряжения, нелинейные электрические цепи, магнитные цепи.

##### Технические характеристики

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.

Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4 зеленого цвета, надписи и схемы нанесены методом шелкографии.

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

Модуль содержит следующие объекты исследований:

- резисторы постоянные,
- конденсаторы,
- катушки индуктивности,
- источники ЭДС,
- варистор,
- фоторезистор,
- резистор переменный,
- однофазные трансформаторы,
- терморезисторы,

а также функциональные узлы:

- параллельный контур,
- последовательный контур,
- эквивалент активной трехфазной нагрузки, включенной по схеме «звезда»,
- эквивалент активной трехфазной нагрузки, включенной по схеме «треугольник»,
- наборное поле.

Дополнительное оборудование:

- нагреватель,
- трехразрядный семисегментный индикатор.

Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль содержит контактные гнезда.

#### **4.10 Модуль «Полупроводниковые приборы» – 1 шт.**

##### **Назначение**

Модуль «Полупроводниковые приборы» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по исследованию отдельных полупроводниковых приборов, а также функциональных узлов на полупроводниковых элементах.

##### **Технические характеристики**

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.

Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4 зеленого цвета, надписи и схемы нанесены методом шелкографии.

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

Модуль содержит следующие объекты исследований:

- биполярный транзистор n-p-n структуры,
- биполярный транзистор p-n-p структуры,
- симистор,
- полевой транзистор с каналом n – типа,
- светодиод,
- стабилитрон,
- диод,
- резисторы переменные,
- резисторы постоянные,
- конденсаторы,
- варикап,
- динистор,

а также функциональные узлы:

- параллельный контур,
- усилительный каскад с общим эмиттером,
- транзисторное реле времени,
- управляемый напряжением LC-автогенератор,
- наборное поле.

Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль содержит контактные гнезда.

#### **4.11 Модуль «Наборное поле» - 1 шт.**

##### **Назначение**

Модуль «Наборное поле» предназначен для установки сменных минимодулей, представляющих собой как отдельные радиотехнические компоненты, так и функционально завершенные блоки.

##### **Технические требования**

Основание модуля выполнено из материала FR-4 зеленого цвета, надписи и схемы нанесены методом шелкографии. Питание модуля осуществляется через разъем IDC-10

#### 4.12 Модуль «Операционные усилители» - 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Операционные усилители» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по изучению различных схем работы операционных усилителей.

##### Технические характеристики

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.

Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4 зеленого цвета, надписи и схемы нанесены методом шелкографии.

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

Модуль содержит следующие объекты исследований:

- конденсаторы,
- сумматор 1,
- сумматор 2,
- операционный усилитель,
- резисторы постоянные,
- резисторы переменные,

а также функциональные узлы:

- наборное поле,
- генератор с мостом Вина.

Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль содержит контактные гнезда.

#### 4.13 Модуль «Основы цифровой техники» - 1 шт.

##### Назначение

Модуль «Основы цифровой техники» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по разделам: логические элементы, триггеры, счетчики, регистры, дешифраторы.

##### Технические характеристики

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.

Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4 зеленого цвета, надписи и схемы нанесены методом шелкографии.

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

Модуль содержит следующие объекты исследований:

- логические элементы: И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И, ИЛИ, НЕ, исключаяющее ИЛИ,
- триггеры: D - триггер, JK - триггер, триггер Шмитта,
- счетчики: двоично-десятичный счетчик, двоичный счетчик,
- универсальный регистр,
- дешифратор,

а также функциональные узлы:

- наборное поле,
- генератор 1 кГц,
- поле ввода,
- импульс.

Дополнительное оборудование:

- потенциометр,
- семисегментный цифровой индикатор.

Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль содержит контактные гнезда.

#### **5. Магнитометры (тесламетры) – 1 шт.**

Данный прибор предназначен для измерения напряженности (индукции) магнитного поля.

#### **6. Люксметр – 1 шт.**

Данный прибор предназначен для измерения уровня освещенности.

#### **7. Мультиметры – 2 шт.**

##### **Назначение:**

Мультиметры предназначены для измерения электрических величин: токов и напряжений постоянного и переменного тока, сопротивления.

##### **Технические характеристики:**

Разрядность шкалы дисплея: 4000 отсчетов  
 Автоматический выбор пределов измерений  
 Возможность ручного выбора пределов измерений  
 Постоянное напряжение: 0,1 мВ ... 1000 В,  
 Переменное напряжение: 0,1 мВ ... 1000 В,  
 Постоянный ток: 0,1 мкА ... 10 А,  
 Переменный ток: 0,1 мкА ... 10 А,  
 Сопротивление: 0,1 Ом ... 40 МОм,  
 Емкость: 10 пФ ... 100 мкФ,  
 Частота: 0,01 Гц ... 100 кГц,  
 Температура: -55°C ... +1000°C,  
 Частота выборки: 3 Гц

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

##### **8.1 Набор мини модулей для наборного поля – 1 шт.**

##### **Назначение**

Набор мини модулей для наборного поля предназначен для работы с наборным полем и обеспечивает возможность монтажа различных электрических схем.

**8.2 Комплект соединительных проводов и сетевых шнуров – 1 шт.**

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

**8.3 Паспорт – 1 шт.**

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

**8.4 Мультимедийная методика – 1 шт.**

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

**8.5 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 10, Linux
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.

**8.5.1 Программный комплекс ELAB или эквивалент – 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 приближенно 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, некоторые индикаторы должны быть выполнены в привычном для пользователя аналоговом варианте (например, стрелочные вольтметры, амперметры, энкодеры).

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.

### **8.5.2 Программный комплекс SIMLAB или эквивалент – 1 шт.**

#### **Назначение**

Программный комплекс SIMLAB или эквивалент предназначен для моделирования и анализа схем электрических соединений и электронных устройств, которые повторяют схемы, исследуемые на стенде с реальными элементами.

#### **Технические требования**

Программа содержит перечень доступных схем для исследования. Каждая схема позволяет изменять параметры источников питания, номиналы и характеристики элементов, а также проводить измерения и анализ режимных параметров работы схемы.

### **8.5.3 Программное обеспечение для работы с осциллографом – 1 шт.**

#### **Назначение**

Программное обеспечение для работы с осциллографом позволяет осуществлять регистрацию исследуемых величин на экране ноутбука.

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



**8.6.1 Техническое описание оборудования – 1 шт.**

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

**8.6.2 Краткие теоретические сведения – 1 шт.**

Набор документации, содержащий основные теоретические сведения.

**8.6.3 Руководство по выполнению базовых экспериментов – 1 шт.**

Руководство должно включать цель работ, схемы электрических соединений, а также подробный порядок выполнения лабораторных работ:

**1. Электрические цепи постоянного тока**

- 1.1. Параметры электрической цепи постоянных напряжения и тока
- 1.2. Закон Ома.
- 1.3. Исследование цепей с резисторами.
  - 1.3.1. Линейные резисторы.
  - 1.3.2. Терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом.
  - 1.3.3. Терморезисторы с положительным температурным коэффициентом.
  - 1.3.4. Варисторы.
  - 1.3.5. Фоторезисторы.
  - 1.3.6. Последовательное соединение резисторов.
  - 1.3.7. Параллельное соединение резисторов.
  - 1.3.8. Последовательно-параллельное соединение резисторов.
  - 1.3.9. Резистивный делитель напряжения.
- 1.4. Эквивалентный источник напряжения (ЭДС).
- 1.5. Последовательное соединение источников напряжения (ЭДС).
- 1.6. Параллельное соединение источников напряжения (ЭДС).
- 1.7. Электрическая мощность и работа.
- 1.8. Коэффициент полезного действия электрической цепи.
- 1.9. Согласование источника и нагрузки по напряжению, току и мощности.
- 1.10. Процессы при заряде и разряде конденсатора.
- 1.11. Процессы при включении под напряжение и коротком замыкании катушки индуктивности.

**2. Электрические цепи однофазного синусоидального тока**

- 2.1. Параметры синусоидальных напряжения и тока.
- 2.2. Активная мощность цепи синусоидального тока.
- 2.3. Цепи синусоидального тока с конденсаторами.
  - 2.3.1. Напряжение и ток конденсатора.
  - 2.3.2. Реактивное сопротивление конденсатора.
  - 2.3.3. Последовательное соединение конденсаторов.
  - 2.3.4. Параллельное соединение конденсаторов.
  - 2.3.5. Реактивная мощность конденсатора.
- 2.4. Цепи синусоидального тока с катушками индуктивности.
  - 2.4.1. Напряжение и ток катушки индуктивности.
  - 2.4.2. Реактивное сопротивление катушки индуктивности.
  - 2.4.3. Последовательное соединение катушек индуктивности.
  - 2.4.4. Параллельное соединение катушек индуктивности.
  - 2.4.5. Реактивная мощность катушки индуктивности.
- 2.5. Цепи синусоидального тока с резисторами, конденсаторами и катушками индуктивности.
  - 2.5.1. Последовательное соединение резистора и конденсатора.
  - 2.5.2. Параллельное соединение резистора и конденсатора.
  - 2.5.3. Последовательное соединение резистора и катушки индуктивности.
  - 2.5.4. Параллельное соединение резистора и катушки индуктивности.

- 2.5.5. Последовательное соединение конденсатора и катушки индуктивности. Понятие о резонансе напряжений.
- 2.5.6. Последовательное соединение конденсатора и катушки индуктивности. Понятие о резонансе токов.
- 2.5.7. Частотные характеристики последовательного резонансного контура.
- 2.5.8. Частотные характеристики параллельного резонансного контура.
- 2.5.9. Мощности в цепи синусоидального тока.
- 2.6. Трансформаторы.
  - 2.6.1. Коэффициент трансформации.
  - 2.6.2. Преобразование сопротивлений с помощью трансформатора.
  - 2.6.3. Определение параметров схемы замещения и построение векторной диаграммы трансформатора.
- 2.7. Исследование резонансных явлений в электрических цепях.
- 2.8. Исследование магнитной цепи.

### **3. Электрические цепи трехфазного синусоидального тока**

- 3.1. Трехфазные цепи синусоидального тока.
- 3.2. Напряжения и токи в трехфазной цепи.
- 3.3. Трехфазная нагрузка, соединенная по схеме «звезда».
- 3.4. Трехфазная нагрузка, соединенная по схеме «треугольник».
- 3.5. Аварийные режимы трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда».
- 3.6. Аварийные режимы трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «треугольник».

### **4. Расчёт и экспериментальное исследование цепи при несинусоидальном приложенном напряжении.**

#### **5. Переходные процессы в линейных электрических цепях.**

- 5.1. Переходные процессы в цепи с конденсатором и резисторами.
- 5.2. Переходные процессы в цепи с катушкой индуктивности.
- 5.3. Переходные процессы в колебательном контуре.

#### **6. Электронные приборы и устройства**

##### **6.1. Выпрямительные диоды.**

- 6.1.1. Характеристики диода.
- 6.1.2. Однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель.
- 6.1.3. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель.

##### **6.2. Стабилитроны.**

- 6.2.1. Характеристики стабилитрона.
- 6.2.2. Исследование параметрического стабилизатора напряжения.
- 6.2.3. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения.

##### **6.3. Диоды с особыми свойствами.**

- 6.3.1. Характеристики светодиода.
- 6.3.2. Характеристики варикапа.

##### **6.4. Биполярные транзисторы.**

- 6.4.1. Испытание слоев и исследование выпрямительного действия биполярных транзисторов.
  - 6.4.2. Исследование распределения тока в транзисторе и управляющего эффекта тока базы транзистора.
  - 6.4.3. Характеристики транзистора.
  - 6.4.4. Установка рабочей точки транзистора и исследование влияния резистора в цепи коллектора на коэффициент усиления по напряжению усилительного каскада с общим эмиттером.
  - 6.4.5. Усилители на биполярных транзисторах.
  - 6.4.6. Линейный регулятор напряжения.
  - 6.4.7. Линейный регулятор тока.
- ##### **6.5. Униполярные (полевые) транзисторы.**

- 6.5.1. Испытание слоев и исследование выпрямительного действия униполярных транзисторов.
- 6.5.2. Характеристика включения затвора полевого транзистора.
- 6.5.3. Управляющий эффект затвора полевого транзистора n-типа.
- 6.5.4. Выходные характеристики полевого транзистора.
- 6.5.5. Усилители на полевых транзисторах.

#### **6.6. Тиристоры.**

- 6.6.1. Характеристики диодного тиристора (симистора).
- 6.6.2. Характеристики триодного тиристора.
- 6.6.3. Фазовое управление тиристором.

#### **6.7. Основы цифровой техники**

6.7.1. Исследование базовых логических элементов: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и триггера Шмитта

- 6.7.2. Реализация логических функций в различных базисах
- 6.7.3. Исследование JK – триггера
- 6.7.4. Исследование D – триггера и делителя частоты
- 6.7.5. Исследование универсального регистра
- 6.7.6. Исследование двоичного счетчика
- 6.7.7. Исследование дешифратора семисегментного цифрового индикатора

#### **6.8. Операционные усилители.**

- 6.8.1. Инвертирующий усилитель.
- 6.8.2. Неинвертирующий усилитель.
- 6.8.3. Суммирующий усилитель.
- 6.8.4. Дифференциальный усилитель.
- 6.8.5. Исследование операционного усилителя в динамике.
- 6.9. Исследование автогенераторов.

Ссылка на стенд: [http://www.vrnlab.ru/catalog\\_item/elb-241-022-07/](http://www.vrnlab.ru/catalog_item/elb-241-022-07/)