

Типовой комплект учебного оборудования  
**«Электроника»**  
исполнение стендовое, модульное

**Назначение**

Типовой комплект учебного оборудования «Электроника» должен быть 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:<br>от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками напряжением, В<br>частота, Гц | 220(±10%<br>)<br>50(±0,4) |
| Класс защиты от поражения электрическим током  | I                         |
| Диапазон рабочих температур, °С  | +10...+35                 |
| Влажность, %   | до 80                     |
| Габаритные размеры, мм, не более<br>длина (по фронту)<br>ширина (ортогонально фронту)<br>высота                                | 800<br>600<br>1600        |
| Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте   | 2                         |

**Технические требования**

Типовой комплект учебного оборудования «Электроника» должен быть выполнен в стендовом исполнении: стойка с модулями устанавливается на собственном лабораторном столе.

Конструкция модулей должна обеспечивать возможность подключения внешних модулей и измерительных приборов.

**Комплектность**

**1. Лабораторный стол – 1 шт.**

**Назначение**

Лабораторный стол должен быть предназначен для установки стойки с модулями и другого необходимого оборудования.

#### **Технические требования**

Лабораторный стол должен состоять из металлического основания и столешницы.

Основание стола должно представлять собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля, покрытого краской.

На основании лабораторного стола должна быть закреплена столешница из диэлектрического материала.

### **2. Стойка для установки модулей - 1 шт.**

#### **Назначение**

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

#### **Технические требования**

Стойка для установки модулей должна представлять собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля, покрытого краской. На стойку должны крепиться направляющие. Модули должны устанавливаться в направляющие.

### **3. Комплект модулей – 1 шт.**

#### **Назначение**

Модули должны быть предназначены для выполнения лабораторно-практических работ.

#### **Технические требования**

Корпуса модулей должен быть выполнен из пластика, толщиной не более 4 мм, белого цвета, что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус.

Надписи, схемы и обозначения на панелях модулей должны быть выполнены с помощью цветной печати.

#### **3.1 Модуль «Однофазный источник питания» – 1 шт.**

#### **Назначение**

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

стенда.

### Технические характеристики

|   |  |
|---|--|
| Электропитание от однофазной сети, напряжением, В<br>частотой, Гц | 220 ( $\pm 10\%$ )<br>50 ( $\pm 0,4$ ) |
| Выходное напряжение, В  | 220 ( $\pm 10\%$ )                     |
| Частота, Гц   | 50 ( $\pm 0,4$ )                       |
| Номинальный ток нагрузки, А, не более                             | 16                                     |

### Технические требования

Подключение модуля к сети питания должно осуществляться на тыльной части. Так же на тыльной части должны располагаться разъемы, предназначенные для подачи напряжения к отдельным модулям стенда.

Включение питания модуля должно осуществляться при помощи дифференциального автомата, расположенного на лицевой панели. Индикация наличия напряжения на входе модуля должно осуществляться при помощи светового индикатора.

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

### 3.2 Модуль «Функциональный генератор» – 1 шт.

#### Назначение

Модуль «Функциональный генератор» должен быть 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, А, не менее   | 0,2   |
| Частотный диапазон, Гц                   | 1...100 000                                 |
| Количество независимых каналов, не менее | 2   |
| Форма кривой                             | Синусоида;<br>треугольник; пила;<br>меандр; |

## **Технические требования**

Питание модуля должно осуществляться через разъемы располагающиеся на тыльной части корпуса.

Выходные сигналы должны сниматься через высокочастотные разъемы, расположенные на лицевой панели.

Состояние каналов и параметры выходных сигналов должны отображаться на цветном дисплей диагональю не менее 3,5 дюйма разрешением не менее 320×480 пикселей.

Передача данных и прием команд управления модулем должны осуществляться через интерфейс RS485.

Модуль должен иметь ручное управление и дистанционное из среды, совместимой с программным комплексом ELAB или эквивалентом. Связь между программой и аппаратной частью должна осуществляться по протоколу LCPE (LAB CommunicationProtocolEngineering) или эквиваленту.

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

#### **Назначение**

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

#### **Технические характеристики**

|   |  |
|---|--|
| Электропитание от однофазной сети, напряжением, В<br>частотой, Гц | 220 ( $\pm 10\%$ )<br>50 ( $\pm 0,4$ ) |
| Выходное напряжение, В  | 0...10                                 |
| Максимальный ток нагрузки, А, не менее                            | 0,5                                    |
| Диапазон изменения тока защиты, мА                                | 20...500                               |

#### **Технические особенности**

Подключение модуля к сети питания должно осуществляться на тыльной части. Включение/отключение питания должно производиться выключателем, расположенным на лицевой панели.

Защита от ненормальных и аварийных режимов должна быть реализована при помощи плавкого предохранителя, закрепленного с помощью держателя на лицевой панели модуля.

Задание выходного напряжения и уставки тока защиты должны осуществляться при помощи регуляторов (энкодоров), расположенных на лицевой панели. Регуляторы должны иметь 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 должна быть реализована возможность стабилизации тока, необходимое значение должно задаваться уставкой тока защиты.

Режимные параметры (напряжение, ток) и уставка тока защиты (стабилизации тока), должны отображаться на цветном дисплее, диагональю не менее 3,5 дюйма разрешением не менее 320×480 пикселей, в виде таблицы.

На тыльной части модуля должны располагаться: разъемы, 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 должны осуществляться через интерфейс RS485 или эквивалент.

Модуль должен иметь ручное управление и дистанционное из среды, совместимой с программным комплексом ELAB или эквивалентом. Связь между программой и аппаратной частью должна осуществляться по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering) или эквиваленту.

### **3.4 Модуль «Модуль связи (источник питания)» - 1 шт.**

#### **Назначение**

Модуль «Модуль связи (Источник питания)» должен быть 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<br>частотой, Гц | 220 (±10%)<br>50 (±0,4) |
| Выходное напряжение, В  | 15 (±10%)               |
| Интерфейс подключения к компьютеру                                | USB или эквивалент      |

#### **Технические требования**

Подключение модуля к сети питания должно осуществляться на тыльной части. Включение/отключение питания должно производиться выключателем, расположенным на лицевой панели.

Защита от ненормальных и аварийных режимов должна быть реализована при помощи плавкого предохранителя, закрепленного с помощью держателя на лицевой панели модуля.

Подключение модуля к компьютеру должно осуществляться через разъем

типа USB-B или эквивалент.

Передача данных и получение команд управления от компьютера должна происходить по интерфейсу USB или эквиваленту.

На тыльной части модуля должны располагаться разъемы, предназначенные для подключения соседних модулей, и активная система охлаждения, состоящая из вентилятора и защитной решетки.

Модуль должен содержать в своем составе микропроцессорную систему.

Микропроцессорная система должна быть предназначена для управления модулями стенда, связи с компьютером, сбора и обработки данных. Система должна быть построена на базе 32-х разрядного микроконтроллера с архитектурой ARM.

Микропроцессорная система должна иметь возможность расширения по средством подключения дополнительных модулей, связь с которыми должна осуществляться по интерфейсу RS485, количество одновременно подключаемых модулей должно быть ограничено только нагрузочными возможностями интерфейса. Скорость обмена по линиям RS485 должно составлять от 9600 до 115200 бод. Протокол обмена LCPE (LAB Communication protocol Engineering) или аналог, данный протокол должен позволять организовывать обмен данными и управление различными модулями из программного комплекса ELAB или аналогичного.

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

#### **Назначение**

Модуль «Наборное поле» предназначен для реализации различных электрических схем лабораторных работ.

#### **Технические требования**

Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4.

Модуль содержит:

- разъемы для установки минимодулей;
- фиксированные источники питания +5В, +12В, -12В.

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

#### **3.1 Цифровой осциллограф – 1 шт.**

Осциллограф двух канальный, с полосой пропускания 100МГц. Отображение данных на дисплее TFT ЖК 7 дюймов 800x480 точек. Исполнение настольное.

#### **3.2 Мультиметр – 3 шт.**

### 3.3 Набор «Аналоговая электроника» минимодулей для наборного поля –

1 шт.

Набор включает в себя:

- Исследование биполярного n-p-n транзистора – 1 шт.
- Исследование биполярного p-n-p транзистора – 1 шт.
- Исследование полевого транзистора с изолированным затвором и каналом n-типа – 1 шт.
- Исследование полевого транзистора с изолированным затвором и каналом p-типа – 1 шт.
- Исследование полевого транзистора с p-n-переходом – 1 шт.
- Исследование тиристора – 1 шт.
- Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе – 1 шт.
- Диод выпрямительный – 3 шт.
- Диод Шоттки – 1 шт.
- Стабилитрон 3,3В – 1 шт.
- Стабилитрон 5,6В – 1 шт.
- Светодиод – 1 шт.
- Тумблер – 3 шт.
- Потенциометр – 2 шт.
- LC-автогенератор – 1 шт.
- RC-автогенератор с мостом Вина – 1 шт.
- RC-автогенератор – 1 шт.
- Операционный усилитель – 1 шт.
- Мультивибратор на транзисторах – 1 шт.
- Исследование усилительного каскада на полевом транзисторе – 1 шт.
- Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе – 1 шт.
- Исследование двухтактного усилителя мощности на биполярных транзисторах – 1 шт.
- Фильтр нижних частот – 1 шт.
- Компаратор – 1 шт.
- Трёхфазный генератор – 1 шт.
- Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель – 1 шт.
- Трёхфазный мостовой неуправляемый выпрямитель – 1 шт.
- Исследование сглаживающих фильтров – 1 шт.
- Трёхфазный нулевой неуправляемый выпрямитель – 1 шт.
- Однофазный управляемый выпрямитель – 1 шт.
- Однополупериодный выпрямитель – 1 шт.
- Исследование импульсного понижающего стабилизатора напряжения – 1 шт.
- Инвертор – 1 шт.
- Исследование последовательного стабилизатора постоянного напряжения – 1 шт.

- Параметрический стабилизатор напряжения – 1 шт.
- Параметрический стабилизатор напряжения с эмиттерным повторителем – 1 шт.
- Комплект резисторов, катушек индуктивности и конденсаторов различного номинала – 1 шт.

### **3.4 Набор «Цифровая электроника» минимодулей для наборного поля – 1 шт.**

Набор включает в себя:

- Двоично-десятичный счетчик -1 шт.
- ИЛИ-НЕ (4 элемента) – 1 шт.
- Исключающее ИЛИ (4 элемента) – 1 шт.
- И (4 элемента) – 1 шт.
- ИЛИ (4 элемента) – 1 шт.
- И-НЕ (4 элемента) – 1 шт.
- НЕ (4 элемента) – 1 шт.
- Двоичный счетчик – 1 шт.
- Универсальный регистр – 1 шт.
- Модуль генерации логических уровней – 1 шт.
- Формирователь импульсов – 1 шт.
- Триггер Шмитта – 1 шт.
- JK-триггер – 1 шт.
- Семисегментный индикатор – 1 шт.
- АЦП – 1 шт.
- ЦАП – 1 шт.

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

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

### **3.6 Паспорт – 1 шт.**

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

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

#### **3.7.1 Техническое описание оборудование – 1 шт.**

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

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



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

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

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

#### **Основы аналоговой электроники**

##### **1. Полупроводниковые приборы.**

1.1. Исследование характеристик полупроводниковых диодов на постоянном и переменном токах.

1.2. Экспериментальное снятие вольтамперной характеристики стабилитронов.

1.3. Экспериментальное снятие вольтамперной характеристики светодиода.

1.4. Снятие статических характеристик биполярного транзистора на постоянном токе.

1.5. Снятие статических характеристик полевого транзистора с р-п переходом.

1.6. Снятие статических характеристик полевого транзистора с изолированным затвором и индуцированным каналом.

1.7. Экспериментальное определение основных характеристик тиристорных.

1.8. Исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе

1.9. Динамические характеристики полевых транзисторов

##### **2. Электрические цепи постоянного и переменного тока**

2.1. Электрические цепи постоянного тока

2.1.1. Параметры электрической цепи постоянных напряжения и тока.

2.1.2. Закон Ома.

2.1.3. Последовательное соединение резисторов.

2.1.4. Параллельное соединение резисторов.

2.1.5. Последовательно-параллельное соединение резисторов.

2.1.6. Резистивный делитель напряжения.

2.1.7. Процессы при заряде и разряде конденсатора.

2.2. Электрические цепи однофазного синусоидального тока

2.2.1. Цепи синусоидального тока с конденсаторами.

2.2.2. Напряжение и ток конденсатора.

2.2.3. Цепи синусоидального тока с катушками индуктивности.

2.2.4. Цепи синусоидального тока с резисторами, конденсаторами и катушками индуктивности.

2.2.5. Последовательное соединение конденсатора и катушки индуктивности. Понятие о резонансе напряжений.

2.2.6. Последовательное соединение конденсатора и катушки индуктивности. Понятие о резонансе токов.

- 2.2.7. Частотные характеристики последовательного резонансного контура.
- 2.2.8. Частотные характеристики параллельного резонансного контура.

### **3. Электронные цепи и микросхемотехника.**

- 3.1. Операционные усилители.
- 3.2. Инвертирующий усилитель.
- 3.3. Неинвертирующий усилитель.
- 3.4. Суммирующий усилитель.
- 3.5. Дифференциальный усилитель.
- 3.6. Исследование операционного усилителя в динамике.
- 3.7. Исследование автогенераторов.
- 3.8. Исследование усилительного каскада на полевом транзисторе
- 3.9. Исследование двухтактного усилителя мощности на биполярных транзисторах.
- 3.10. Экспериментальное определение характеристик RC-фильтров на операционном усилителе.

- 3.11. Исследование аналоговых интегральных компараторов и цепей с ними.

### **4. Стабилизаторы и вторичные источники питания.**

- 4.1. Исследование выпрямителей.
  - 4.1.1 Однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель.
  - 4.1.2. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель.
  - 4.1.3. Трехфазный нулевой неуправляемый выпрямитель.
  - 4.1.4. Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель.
  - 4.1.5. Однофазный управляемый выпрямитель.
  - 4.1.6. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения.
- 4.2. Исследование стабилизаторов.
  - 4.2.1. Однокаскадный параметрический стабилизатор напряжения.
  - 4.2.2. Параметрический стабилизатор напряжения с эмиттерным повторителем.
  - 4.2.3. Интегральный стабилизатор.
  - 4.2.4. Импульсный стабилизатор.
- 4.3. Исследование инвертора.

### **Основы цифровой электроники**

- 1. Исследование базовых логических элементов: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и триггера Шмитта.
- 2. Реализация логических функций в различных базисах.
- 3. Одноразрядные полусумматор и сумматор.
- 4. Преобразователь кода и дешифратор.
- 5. Мультиплексор и демультиплексор.
- 6. Исследование JK – триггера.
- 7. Исследование универсального регистра.
- 8. Исследование двоичного счетчика.

9. Исследование АЦП.

10. Исследование ЦАП.