

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра электротехники
и авиационного электрооборудования

Е.А. Пунт

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Учебно-методическое пособие
по подготовке к лабораторным занятиям

*для студентов
специальности 25.05.05
очной формы обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2025

УДК 621.38
ББК 6Ф0.3
П88

Рецензент:

Савелов А.А. – канд. техн. наук, доцент

Пунт Е.А.

П88

Основы электроники [Текст] : учебно-методическое пособие по подготовке к лабораторным занятиям / Е.А. Пунт. – М.: ИД Академии Жуковского, 2025. – 16 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Основы электроники» для студентов направления 25.05.05 очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 27.10.2025 г. и методического совета 28.10.2025 г.

УДК 621.38
ББК 6Ф0.3

В авторской редакции

Подписано в печать 12.12.2025 г.

Формат 60х84/16 Печ. л. 1 Усл. печ. л. 0,93

Заказ № 2040/0929-УМП17 Тираж 25 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского

125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (499) 755-55-43

E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический
университет гражданской авиации, 2025

ВВЕДЕНИЕ

ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Основы электроники» является формирование знаний студентов в области устройства, принципов работы элементов современной электроники, построения схем и работы основных узлов электронных устройств, применяющихся в бортовом оборудовании, необходимых для грамотной эксплуатации авионики.

ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Приобретение знаний основных физических процессов и законов электроники, овладение методами расчета различных электронных устройств, анализа их режимов работы, а также практическими приемами безопасной работы с ними в процессе эксплуатации.

Лабораторные работы проводятся с использованием стендового оборудования «Учебная техника».

Стенд «Учебная техника» состоит из оборудования под управлением специальной программы компьютера, и монтажного устройства для создания электрических схем. Набор измерительных средств стенда позволяет фиксировать статические и динамические режимы работы схемы.

Для выполнения лабораторных работ учебная группа (подгруппа) разбивается на бригады по 2-4 человека.

Перед проведением работы студенты должны ознакомиться порядком и правилами работы на стенде «Учебная техника». Перед выполнением конкретной лабораторной работы необходимо изучить соответствующий раздел основных сведений теоретического курса, подготовить (начертить) электрические схемы и таблицы для результатов измерений и вычислений.

Допуск студентов к лабораторной работе осуществляется на основе индивидуальной беседы преподавателя со студентом. Допуск к очередной

работе может производиться при условии предварительной защиты предыдущих работ. При не допуске студент обеспечивается индивидуальным учебным заданием и должен находиться до окончания занятий в учебной лаборатории.

Для работы с оборудованием на стенде необходимо, подобрать приборы, вспомогательную аппаратуру (реостаты, шунты, магазины сопротивлений, емкостей и т.п.) и используемые в схеме электронные элементы.

Сборку электрической схемы следует начинать с основных силовых цепей, включающих источники питания стенда, нагрузки и амперметры. После чего подключить вольтметры и другие необходимые приборы. После окончания сборки схемы следует предъявить ее для проверки преподавателю.

Включать схему под напряжение только с разрешения преподавателя!

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА И ЗАЩИТА

После оформления экспериментальной части лабораторной работы, выполненной на стенде «Учебная техника», студенты обрабатывают результаты и составляют отчет о проделанной работе. Отчет оформляется в тетради или на специальных бланках выполнения лабораторных работ.

Схемы, таблицы, графики выполняются карандашом в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Допускается применение средств компьютерной графики.

Таблицы с данными измерений и вычислений, графики и диаграммы сопровождаются краткими пояснениями.

При выполнении работы на компьютере работа оформляется в печатном или электронном виде. Отчет выполняется в текстовом редакторе «Word» и должен содержать титульный лист с указанием номера и названия работы, фамилии студента и номера группы. В отчете формулируется цель работы, краткие основные сведения по теме. Основной раздел отчета должен содержать

испытываемую электрическую схему, расчеты требуемых по заданию параметров, графики результатов расчета режимов и краткие комментарии по выполнению расчетов и результатам.

Защита лабораторной работы производится непосредственно после ее выполнения и оформления на данном или следующем занятии в лаборатории.

ОПИСАНИЕ УЧЕБНОГО СТЕНДА

Общая компоновка типового комплекта оборудования в стендовом исполнении показано на рис.1. На лабораторном столе закреплена рама, в которой устанавливаются отдельные блоки. Расположение блоков жёстко не фиксировано. Оно может изменяться для удобства проведения того или иного конкретного эксперимента. Наборная панель, на которой собирается электрическая цепь из миниблоков может устанавливаться и непосредственно на столе.

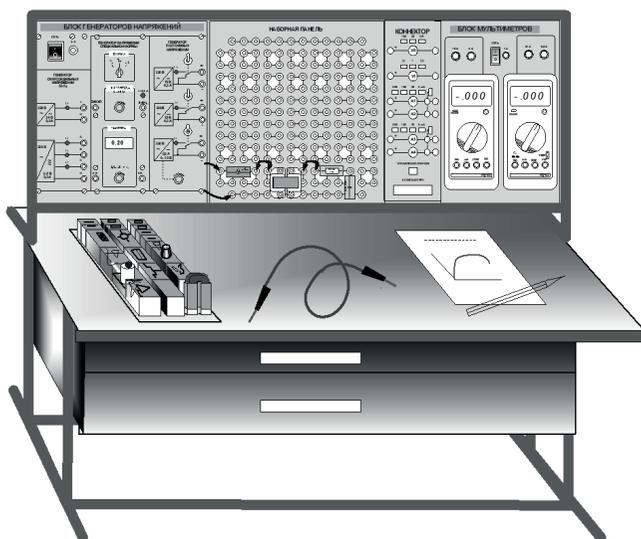


Рис.1

В выдвижных ящиках хранятся наборы миниблоков и устройств, соединительные провода, перемычки и кабели, методические материалы. Один из наборов миниблоков показан на рис. 1 на столе. Ящики имеют встроенные замки.

Блок генераторов напряжений

Лицевая панель блока генераторов напряжений показана на рис. 2. Блок состоит из генератора синусоидальных напряжений, генератора напряжений специальной формы и генератора постоянных напряжений.

Все генераторы включаются и выключаются общим выключателем «СЕТЬ» и защищены от внутренних коротких замыканий плавким предохранителем с номинальным током 2 А.

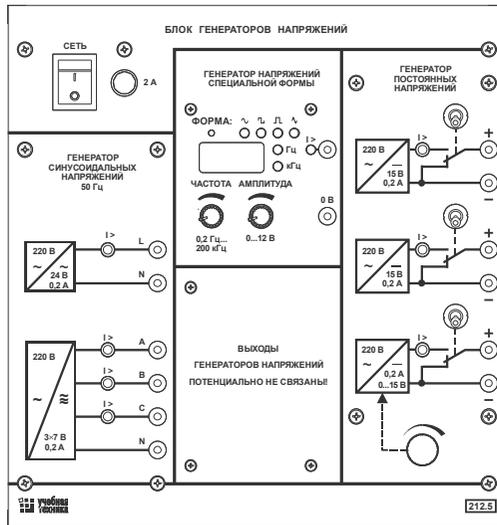


Рис. 2

На лицевой панели блока указаны номинальные напряжение и ток каждого источника напряжения, а также диапазоны изменения регулируемых выходных величин. Все источники напряжений гальванически изолированы друг от друга и от корпуса блока и защищены от перегрузок и внешних

коротких замыканий самовосстанавливающимися предохранителями с номинальным током 0,2 А. О срабатывании предохранителя свидетельствует индикатор «I >».

Генератор синусоидальных напряжений содержит однофазный источник напряжения 24 В (вторичная обмотка питающего трансформатора 220/24 В) и трёхфазный стабилизированный по амплитуде выходного напряжения преобразователь однофазного напряжения в трёхфазное. Выходное сопротивление трёхфазного источника в рабочем диапазоне токов близко к нулю.

Генератор напряжений специальной формы вырабатывает на выходе синусоидальный, прямоугольный двухполярный или прямоугольный однополярный сигнал в зависимости от положения переключателя «ФОРМА».

Регулировка выходной частоты генератора напряжений специальной формы производится энкодером-потенциометром. Регулировка выходной частоты возможна в двух режимах:

- режим точной настройки частоты с малым шагом (величина шага зависит от величины частоты). При работе энкодера-потенциометра в этом режиме светодиод, показывающий форму выходного напряжения генератора мигает;

- режим подекадного переключения выходной частоты. При повороте энкодера-потенциометра на один шаг выходная частота меняется в 10 раз. При работе энкодера-потенциометра в этом режиме светодиод, показывающий форму выходного напряжения генератора постоянно горит.

Переключение между режимами производится путем нажатия ручки энкодера-потенциометра.

При повороте ручки энкодера меняется выходная частота и ее величина отображается на индикаторе с размерностью, показываемой светодиодами.

Переключение формы выходного напряжения производится путем нажатия на кнопку ФОРМА. При этом соответствующий светодиод показывает форму выходного напряжения.

одной из обмоток трансформатора. К другой обмотке подключены резистор и конденсатор, соединённые последовательно.

Для измерения токов в ветвях цепи удаляется одна из перемычек и вместо неё в образовавшийся разрыв включается амперметр. Для измерения напряжений на элементах цепи параллельно рассматриваемому элементу включается вольтметр.

Набор миниблоков по теории электрических цепей и основам электроники

Миниблоки представляют собой отдельные элементы электрических цепей (резисторы, конденсаторы, индуктивности диоды, транзисторы и т.п.), помещённые в прозрачные корпуса, имеющие штыри для соединения с гнездами наборной панели. Некоторые миниблоки содержат несколько элементов, соединённых между собой или более сложные функциональные блоки. На этикетках миниблоков изображены условные обозначения элементов или упрощённые электрические схемы их соединения, показано расположение выводов и приведены основные технические характеристики. Миниблоки хранятся в специальном контейнере.

Большинство миниблоков комплекта «Теория электрических цепей и основы электроники» содержат по одному элементу электрических цепей. Состав этого набора приведён в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Наименование и характеристики	Кол.	Наименование и характеристики	Кол.
Резисторы МЛТ, 2 Вт, $\pm 5\%$		Индуктивности	
10 Ом	1	10 мГн, 90 мА	1
22 Ом	2	40 мГн, 65 мА	1
33 Ом	1	100 мГн, 50 мА	2
47 Ом	1	Тумблер МТД-1, 250 В, 2 А	1
100 Ом	1	Лампа сигнальная СМН-10 55	1
150 Ом	1	Термистор РТС 50 Ом	1
220 Ом	1	Термистор NTC 6,8 кОм	1

330 Ом	1	Варистор S07K11, 18 В, 1 мА	1
470 Ом	1	Фоторезистор СФ3-4Б	1
680 Ом	1	Диоды КД 226 (1N5408) 1А,	6
1 кОм	3	100 В	1
2,2 кОм	1	Стабилитрон КС510А, 10 В	1
4,7 кОм	1	Светодиод АЛ 307 Б	1
10 кОм	2	Варикап КВ 105А, 20 мА	
22 кОм	1		
33 кОм	1	Динистор (диодный	1
47 кОм	1	тиристор)	
100 кОм	2	КН 102Б	
1 МОм	1		
Потенциометры СП4-2М		Тиристор триодный КУ 101Е	
1 кОм	1		1
10 кОм	1	Транзисторы биполярные	2
Конденсаторы К-73-9, 100 В		КТ502 Г (pnp)	
0,01 мкФ	1	КТ503 Г (nnp)	
0,1 мкФ	1		1
Конденсаторы К73-17, 63 В		Транзисторы униполярные	1
0,22 мкФ	1	КП 303Е (с каналом т-типа)	
0,47 мкФ	1	КП101Е (с каналом р-типа)	
1 мкФ	1		1
Конденсаторы электролитические	1	Транзистор однопереходный	
SR-63 В, 10 мкФ	1	КТ117Г	1
SR-63 В, 100 мкФ	1	Операционный усилитель	
SR-35 В, 470 мкФ		КР 140 УД 608А	

Блок мультиметров

Блок мультиметров предназначен для измерения напряжений, токов, сопротивлений, а также для проверки диодов и транзисторов. Общий вид блока представлен на рис. 4. В нём установлены 2 серийно выпускаемых мультиметра МУ60, МУ62 или МУ64. Подробная техническая информация о них и правила применения приводится в руководстве по эксплуатации изготовителя.

В блоке установлен источник питания мультиметров от сети с выключателем и предохранителем на 1 А. На лицевую панель блока вынесены также четыре предохранителя защиты токовых цепей мультиметров.

Для обеспечения надёжной длительной работы мультиметров соблюдайте следующие правила:

- не превышайте допустимых перегрузочных значений, указанных в заводской инструкции для каждого рода работы;
- когда порядок измеряемой величины неизвестен, устанавливайте переключатель пределов измерения на наибольшую величину;
- перед тем, как повернуть переключатель для смены рода работы (не для изменения предела измерения!), отключайте щупы от проверяемой цепи;
- не измеряйте сопротивление в цепи, к которой подведено напряжение;
- не измеряйте ёмкость конденсаторов, не убедившись, что они разряжены;
- будьте внимательны при измерении тока мультиметрами МУ62 и МУ64.

Предохранитель 0,2 А этих мультиметров может перегореть от источников напряжения имеющихся в данном стенде. Мультиметр МУ60 защищён предохранителем 2 А, который не может перегореть от токов, создаваемых источниками данного стенда.

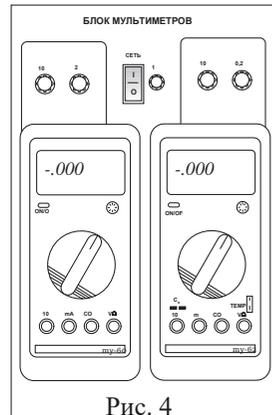


Рис. 4

До подключения мультиметра к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- выбор измеряемой величины: - V, ~ V, - A, ~ A;
- выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату измерений;
- правильное подсоединение зажимов мультиметра к исследуемой цепи.

Присоединение мультиметра как вольтметра, амперметра и омметра показано на рис.5.

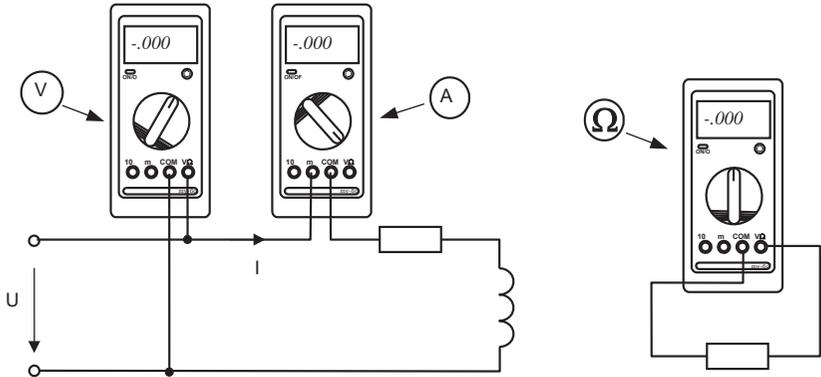


Рис. 5.

Коннектор

Коннектор входит только в компьютеризованный вариант комплекта и предназначен для ввода измеряемых токов и напряжений в компьютер на плату PCI-6023(24) для измерений с помощью программы «ВП ТОЭ». Он содержит делители напряжений для ввода напряжений, шунты для ввода токов, блоки гальванической развязки измеряемых сигналов, разъем для вывода из компьютера сигналов управления электронным ключом и разъем для подключения плоского кабеля связи коннектора с компьютером.

Общий вид лицевой панели коннектора показан на рис.6.

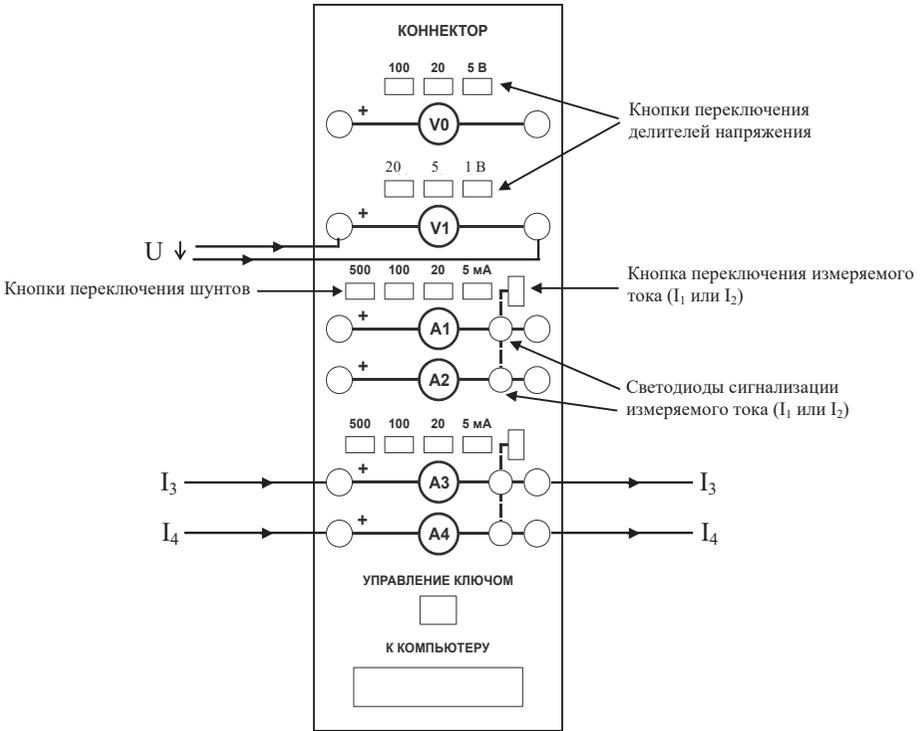


Рис.6

Изображенные на лицевой панели измерительные приборы V0, V1, A1...A4 включаются в цепь как обычные вольтметры и амперметры. Коннектор имеет два канала для ввода напряжений в компьютер и два канала для ввода токов. Однако в цепь можно включить четыре амперметра и кнопками переключения измеряемого тока выбирать вводимое в компьютер значение I₁ или I₂, I₃ или I₄. О выбранном токе сигнализирует светодиод на лицевой панели коннектора и надпись на виртуальном амперметре на экране дисплея.

Кнопки переключения делителей напряжения и шунтов предназначены для выбора пределов измерения, как в обычных измерительных приборах.

Порядок работы с виртуальными амперметрами и вольтметрами.

При работе с виртуальными приборами придерживайтесь следующего порядка:

- соберите цепь согласно схеме опыта, включив в нее вместо реальных амперметров и вольтметров виртуальные приборы, изображенные на лицевой панели коннектора;
- включите виртуальные приборы двойным щелчком левой кнопки мыши на ярлыке «ВП ТОЭ». В результате откроется блок «Приборы I» (рис. 7), в котором содержатся вольтметры и амперметры. Часть из них активизирована по умолчанию (т. е. включены пределы измерения);
- расположение приборов в окне этого блока можно изменить, щелкнув левой кнопкой мыши на обозначении прибора и выбрав в открывшемся перечне нужный прибор. К одному и тому же каналу коннектора, таким образом, можно подключить несколько виртуальных приборов для одновременного измерения, например, действующего, амплитудного, среднего и др. значений одного и того же напряжения (тока);
- активизируйте нужные виртуальные приборы, щелкнув в соответствующих окнах на кнопках «Откл.». Для отключения прибора щелкните в окне предела измерения. Чем больше каналов задействовано в виртуальных измерениях тока и напряжения, тем ниже частота сканирования и меньше значений вводится в компьютер за период измерения. Период измерения, в течение которого производится ввод данных в компьютер, по умолчанию равен 0,1 с. Его можно изменить, открыв меню, как показано на рис. 7 и выбрав мышью строку «Период измерения»;

При выполнении измерений переменных напряжений и токов необходимо обращать внимание на число отсчётов в секунду, которое указано в верхней части панели «Приборы I». Необходимо, чтобы число отсчётов, приходящихся на один период измеряемого сигнала (не путать с

периодом измерения!), было не менее десяти. При меньшем числе отсчётов резко возрастает погрешность измерений.

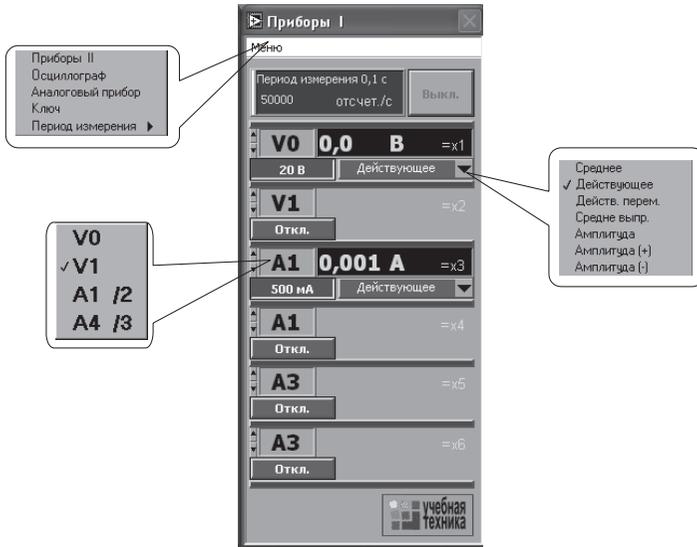


Рис. 7

- выберите род измеряемой величины, щелкнув в окне «Действующее» и выбрав из открывшегося списка нужное значение. (Для цепи постоянного тока это, скорее всего, «Среднее»). В этом окне пункт «Действ. перем.» означает действующее значение сигнала, из которого исключена постоянная составляющая;
- выберите пределы измерения амперметров и вольтметров, нажав соответствующие кнопки на коннекторе (рис. 6). Выбранные пределы отображаются автоматически в соответствующих окнах виртуальных приборов. Когда измеряемый сигнал превышает допустимый для данного канала уровень, окно с показанием виртуального прибора начинает мигать красным цветом, а в верхней части панели включается надпись «Перегрузка! Перейдите на больший предел». Она гаснет, как только предел измерения становится больше измеряемой величины;

- при снижении измеряемой величины ниже значения следующего (более низкого) предела измерения включается надпись «Перейдите на меньший предел». Через некоторое время она гаснет самостоятельно, но окно данного виртуального прибора продолжает мигать, предупреждая о том, что данное измерение желательно сделать точнее;
- для того чтобы закрыть окно виртуальных приборов, необходимо щелкнуть по клавише «Выкл».

ЛИТЕРАТУРА

1. Беглецов Н.Н., Галишников Ю.П., Сенигов П.Н. Электронные приборы и устройства. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ЭЦПОТ.001 РБЭ (901) – Челябинск: ИПЦ «Учебная техника», 2006. – 77 с.

2. Основы электроники [Текст]: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / А.Т. Трубачев. – М.: Академии Жуковского, 2020. – 52 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Оформление отчета и защита	4
Описание учебного стенда.....	5
Литература.....	16