
Электроника

УДК 621.389

EDN: TFWBKU

Практикум по основам радиоэлектроники для обучающихся инженерно-технического профиля с использованием современных средств виртуализации

Е.Б. ШЕРШНЕВ

В статье представлена апробированная методика преподавания основ электронной техники и радиоэлектроники для студентов инженерно-технического профиля факультета физики и информационных технологий. В представленной методике активно применяется виртуальная платформа моделирования и изучения схем радиоэлектронных узлов и приборов. Виртуальные платформы и технологии позволяют получать знания и навыки в интерактивной и более доступной форме, но не могут полностью заменить реальный опыт работы с оборудованием. Это особенно актуально для специальностей инженерно-технического профиля, когда важно уметь работать с реальными инструментами и материалами. Современные виртуальные практикумы предоставляют теоретические знания, поэтому должны быть закреплены практическими навыками в процессе работы с реальными объектами.

Ключевые слова: радиоэлектроника, лабораторный практикум, виртуальные платформы.

The article presents a proven methodology of teaching radio electronics for students of engineering and technical profile of the Faculty of Physics and Information Technology. In the presented methodology, a virtual platform for modelling and studying circuits of radio-electronic components and devices is actively used. Virtual platforms and technologies allow you to gain knowledge and skills in an interactive and more accessible way, but they cannot completely replace the real experience of working with equipment. This is especially true for engineering specialties, when it is important to be able to work with real tools and materials. Modern virtual workshops provide theoretical knowledge, so they should be consolidated with practical skills in the process of working with real objects.

Keywords: radio electronics, laboratory workshop, virtual platforms.

Введение. Развитие информационно-коммуникационных технологий диктует в современном мире и обществе условия, при которых они непосредственным образом влияют на человеческую жизнь, и, как следствие, на образовательный процесс. Многие образовательные курсы переходят на виртуальные платформы, внедряются виртуальные лекции и практикумы, что влечет за собой определенные проблемы в сфере подготовки специалистов [1], [2]. Одной из таких проблем является невозможность переноса полученных навыков и умений в виртуальной системе на реальное оборудование.

Проблемой является адаптация к новым условиям работы. Виртуальные лекции и практикумы требуют от студентов и преподавателей новых навыков и подходов к обучению. Преподаватели должны уметь использовать новые технологии, а студенты должны быть готовы к работе в виртуальной среде. Это требует времени и усилий для адаптации, что может привести к снижению эффективности образовательного процесса.

Кроме того, виртуальные платформы могут создавать иллюзию знаний, когда студенты могут получить высокие оценки за выполнение виртуальных заданий, не имея при этом реальных навыков и знаний. Это может привести к снижению качества подготовки специалистов и увеличению числа выпускников, которые не готовы к реальной работе.

Для решения этих проблем необходимо разработать новые подходы к обучению, которые будут сочетать в себе элементы виртуальных и реальных технологий. Важно, чтобы студенты получали не только теоретические знания, но и практические навыки, которые можно перенести на реальное оборудование. Для этого необходимо разрабатывать новые программы обучения, которые будут включать в себя как виртуальные, так и реальные компоненты.

Как правило, одним из важнейших видов учебных занятий в системе вузовской подготовки специалистов являются лабораторные работы. Лабораторный практикум – это наиболее значимый и результативный компонент общей профессиональной и специальной подготовки в области любой общенаучной и технической дисциплины, предназначенный для приобретения навыков работы на реальном оборудовании.

На лабораторный практикум возлагаются следующие задачи [3]:

- практическое закрепление полученных теоретических знаний и приобретение навыков самостоятельной работы с реальным оборудованием;
- планирование и постановка эксперимента. Выбор оборудования для его проведения, обработка и объяснение результатов;
- сопоставление результатов теоретического анализа с экспериментальными данными.

К перечисленным умениям необходимо добавить умение правильно «читать» и составлять простейшие электрические цепи по предложенной схеме, налаживать и регулировать их.

С внедрением информационных технологий в образовательный процесс становится возможным значительное повышение качественного уровня проведения лабораторных работ, не ограничиваясь полным переносом лабораторного практикума в виртуальное пространство. Использование информационных технологий позволяет эффективно дополнить существующие методы проведения лабораторных работ, расширяя возможности студентов и преподавателей.

Работа с программным обеспечением стимулирует исследовательскую и творческую деятельность студентов. Это особенно важно в современных условиях, когда требуются специалисты, способные решать сложные задачи и находить нестандартные подходы к решению проблем. Перенос полученных результатов работы на реальное оборудование позволяет закрепить теоретические знания на практике, что значительно повышает уровень подготовки специалистов [1]–[3].

Кроме того, использование информационных технологий в лабораторном практикуме способствует развитию навыков работы с современным оборудованием и программным обеспечением, что является важным аспектом подготовки инженеров. Это также позволяет более эффективно использовать учебное время, предоставляя обучающимся возможность самостоятельно исследовать и экспериментировать, что способствует более глубокому пониманию материала.

Таким образом, внедрение информационных технологий в образовательный процесс является важным шагом на пути к повышению качества образования. Оно позволяет не только улучшить традиционные методы проведения лабораторных работ, но и создать новые возможности для студентов, способствуя их более глубокому и всестороннему развитию. Созданный методический комплекс позволит повысить качество образовательного процесса при проведении лабораторных работ.

Методика проведения лабораторного практикума по основам радиоэлектроники.

Все лабораторные работы выполняются по следующей схеме [3]:

- теоретическое освоение материала;
- допуск к выполнению лабораторной работы (устно или тест);
- проектирование электронной схемы, настройка и исследование ее на компьютере;
- обработка результатов на компьютере;
- проектирование электронной схемы на лабораторной установке и ее исследование;
- обработка результатов;
- сравнение результатов (если это необходимо);
- защита отчёта по лабораторной работе.

Таким образом, лабораторный комплекс представляет собой связку виртуального эксперимента (моделирование и исследование электронной схемы на персональном компьютере) и эксперимента на реальном оборудовании.

Рассмотрим пример проведения лабораторной работы по курсу «Основы радиоэлектроники» с применением виртуальной среды проектирование электронных схем и устройств «Electronics Workbench» (либо аналогов) и универсального лабораторного стенда, разработанного в лаборатории электроники кафедры общей физики.

Конструкция лабораторного стенда представлена на рисунке 1.

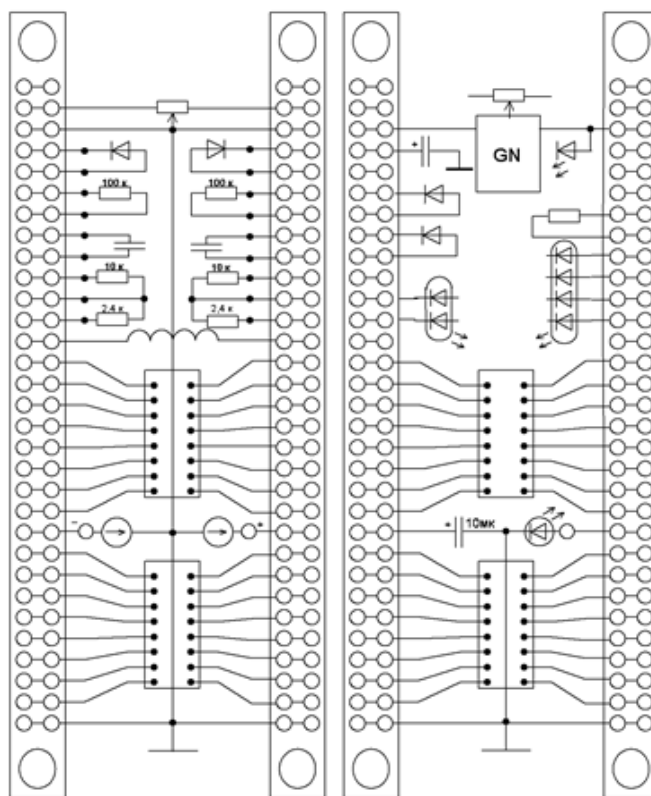
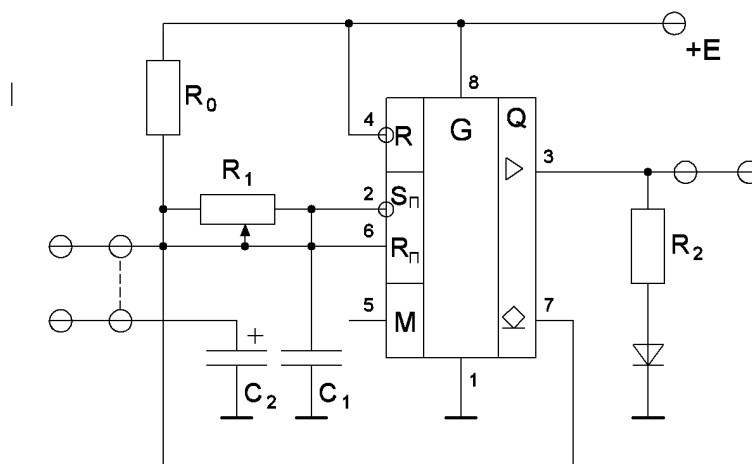


Рисунок 1 – Внешний вид конструкции лабораторного стенда

Структура лабораторного стенда представлена в виде установленных пассивных элементов, индикаторных светодиодов, панелей для установки транзисторов и микросхем, коммутационных полей и соединительных проводов, с помощью которых можно собрать любую из предлагаемых для исследования схем. Номиналы пассивных элементов стенда подобраны таким образом, чтобы при работе с любой схемой получить оптимальные результаты как измерений, так и осциллограмм, а также обеспечить максимально долгую работу стенда при возможных ошибках студентов в процессе выполнения лабораторной работы. Выводы каждого элемента выведены на два гнезда стандартных разъемов, как показано на рисунке 1.

Генератор тактовых импульсов выполнен на базе прецизионного таймера К1006ВИ1 (иностранный аналог NE555N) по схеме, обеспечивающей постоянство заданной частоты при изменениях напряжения питания в пределах 4–12 В. Базовая схема генератора приведена на рисунке 2:



$$R_0 = 680 \text{ Ом}, R_1 = 47 \text{ кОм}, R_2 = 16 \text{ кОм}, C_1 = 470 \text{ нФ}$$

Рисунок 2 – Схема генератора тактовых импульсов

При указанных номиналах элементов частоту генератора можно изменять резистором R_1 в необходимых пределах, при этом скважность сигнала $Q \approx 2$.

При подключении параллельно конденсатору C_1 внешнего конденсатора C_2 большой емкости (47 мкФ) частота генератора уменьшается и контролируется светодиодным индикатором, подключенным к выходу генератора.

Данная схема генератора обладает высокой стабильностью временных параметров при изменении напряжения питания в пределах от 3 до 15 В.

В качестве индикаторов логической «1» использованы светодиоды повышенной яркости желтого цвета свечения с токоограничивающими резисторами (рисунок 3).

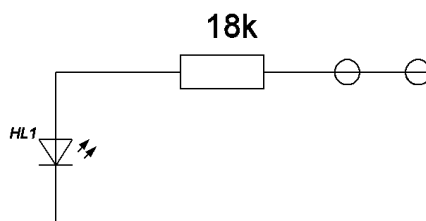


Рисунок 3 – Схема индикатора логической «1» (всего – 4)

В качестве индикаторов логической «0» использованы светодиоды повышенной яркости зеленого цвета свечения с токоограничивающими резисторами (рисунок 4).

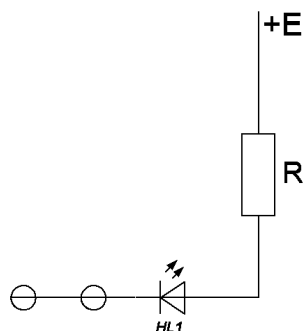


Рисунок 4 – Схема индикатора логического «0» (всего – 2)

Для установки микросхем используются специализированные панельки, выводы от которых выведены на коммутационные разъемы. Сборка схем осуществляется с помощью проводов с соответствующими наконечниками, подходящими по конструктивным размерам к гнездам разъемов. Напряжение питания стенда подается от внешнего лабораторного источника и контролируется с помощью светодиодных индикаторов разного цвета – $-E$ – зеленый, $+E$ – красный. Такая конструкция универсального лабораторного стенда делает его самодостаточным, легко тиражируемым.

Среда схемотехнического моделирования «Electronics Workbench» включает инструменты для моделирования, редактирования, анализа и тестирования электрических схем. Программа имеет простой интерфейс и идеально подходит для обучения электронике. Библиотеки предлагают огромный набор моделей радиоэлектронных устройств с широким диапазоном значений параметров. Кроме этого, есть возможность дополнения электронных компонентов. Активные элементы могут быть показаны как идеальными, так и реальными моделями. Всевозможные приборы (мультиметры, осциллографы, вольтметры, амперметры, частотные графопостроители, динамики, светодиоды, лампы накаливания, логические анализаторы, сегментные индикаторы) позволяют делать измерения любых электрических величин, а также строить графики. Может производить анализ цепей по постоянному и переменному току, исследовать переходные процессы при любом внешнем воздействии с помощью генераторов сигнала разной формы.

Структура и методика проведения лабораторной работы «Операционные усилители».

Рассмотрим пример проведения лабораторной работы с применением вышеописанной методики.

Цель работы состоит из трёх составляющих:

1. Изучить принцип действия инвертирующего усилителя, построенного на базе операционного усилителя (далее – ОУ).
2. Измерить коэффициент усиления инвертирующего усилителя.
3. Определение разности фаз между выходным и входным синусоидальным напряжением ОУ.

Приборы и оборудование: генератор сигналов, осциллограф, микросхема операционного усилителя, резисторы различных номиналов, соединительные провода, персональный компьютер с установленной программой Electronics Workbench.

Задание 1. Произвести моделирование инвертирующего усилителя на базе УО на персональном компьютере с среды виртуализации Electronics Workbench (рисунок 5).

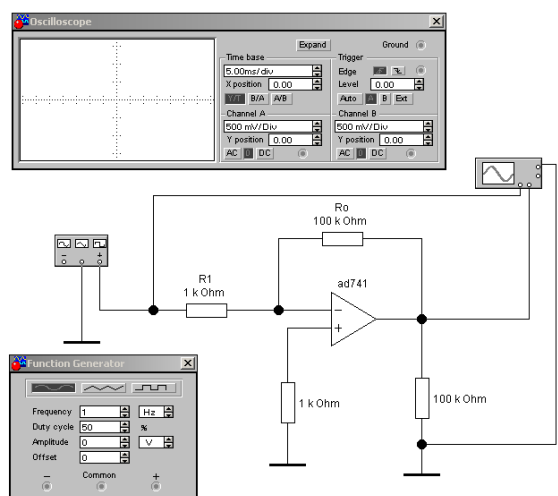


Рисунок 5 – Внешний вид схемы инвертирующего усилителя, построенного на базе ОУ в программе Electronics Workbench

Проверить правильность и работоспособность схемы в соответствие с теоретическим материалом лекций.

Задание 1.1. Работа усилителя в режиме усиления синусоидального напряжения.

Рассчитайте коэффициент усиления напряжения K_y усилителя по значениям параметров компонентов схемы.

Измерьте амплитуду входного $U_{вх}$ и выходного $U_{вых}$ синусоидального напряжения, постоянную составляющую выходного напряжения.

Измерьте разность фаз между входным и выходным напряжением.

По результатам измерений вычислите коэффициент усиления по напряжению K_y усилителя.

$$K_y = -(R_0 / R_1) \quad (1)$$

Знак «минус» в формуле означает, что выходное напряжение инвертирующего усилителя находится в противофазе с входным напряжением.

Задание 1.2 Исследование влияния параметров схемы на режим её работы.

Установите значение сопротивления R_1 равным 10 кОм, амплитуду синусоидального напряжения генератора: 100 мВ.

Установите масштаб напряжения на входе А осциллографа 100 мВ/div, а на канале В – 500 мВ/div.

Для новых параметров схемы повторите все измерения и вычисления задания 1.1.

Задание 2. Исследование инвертирующего усилителя на реальном ОУ с помощью лабораторного стенда.

Задание 2.1. Работа усилителя в режиме усиления синусоидального напряжения.

Собрать схему, приведенную на рисунке 6.

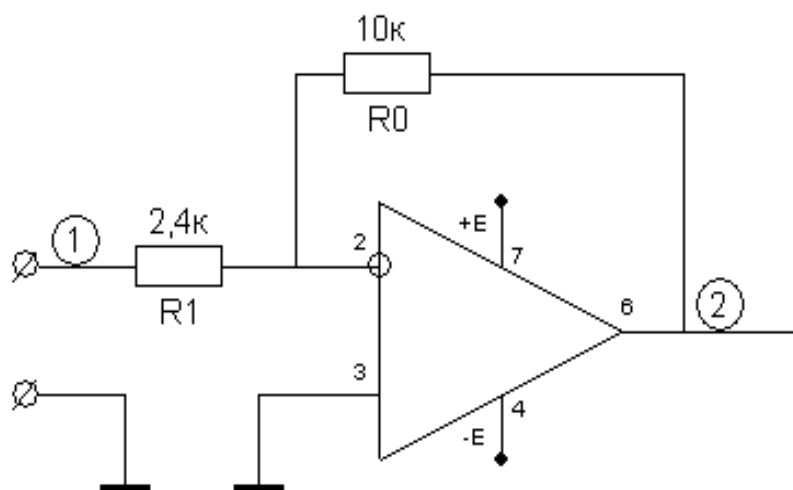


Рисунок 6 – Схема инвертирующего масштабного усилителя

Рассчитайте коэффициент усиления напряжения K_y усилителя по значениям параметров компонентов схемы.

Ко входу подключить генератор синусоидального сигнала (размах сигнала – 1В установить с помощью осциллографа, точка 1).

Измерьте амплитуду входного $U_{вх}$ и выходного $U_{вых}$ синусоидального напряжения, постоянную составляющую выходного напряжения, с помощью осциллографа.

Измерьте разность фаз между входным и выходным напряжением.

По результатам измерений вычислите коэффициент усиления по напряжению K_y усилителя по формуле (1).

Измерить размах сигнала на выходе операционного усилителя (осциллограф в режиме внешней синхронизации, точка 1) и определить его фазу

Определить коэффициент усиления (с учетом знака фазы) $K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$.

Сравнить полученное значение с расчетным.

Задание 2.2. Исследование влияния параметров схемы на режим её работы.

Установите значение сопротивления R_1 равным 10 кОм, амплитуду синусоидального напряжения генератора – 100 мВ.

Установите масштаб напряжения на первом канале осциллографа 100 мВ/div, а на втором канале 500 мВ/div.

Для новых параметров схемы повторите все измерения и вычисления задания 2.1.

Защита отчёта по лабораторной работе также подразумевает ответ обучаемого на контрольные вопросы:

1. Как рассчитать коэффициент усиления схемы инвертирующего усилителя на базе ОУ?
2. Каким образом измерить разность фаз между входным и выходным напряжением в схеме инвертирующего усилителя?
3. Оцените различия между измеренным и вычисленным коэффициентом усиления в задании 1 и задании 2.

5. Какие параметры схемы инвертирующего усилителя влияют на ее коэффициент усиления?

Заключение. Таким образом, предложенная методика проведения лабораторного практикума не только позволяет обучаемым избежать ошибок при проведении исследований и проектировании электронных приборов и устройств, но и обучает их современным методам исследования и проектирования электронных устройств на персональном компьютере. Это способствует развитию у студентов навыков работы с программным обеспечением, используемым в инженерной деятельности, и готовит их к реальным условиям работы.

В результате применения предложенной методики обучающиеся не только получают необходимые знания и навыки, но и развивают критическое мышление, способность к анали-

зу и решению проблем. Это позволяет им стать более конкурентоспособными на рынке труда и готовыми к решению сложных инженерных задач. Таким образом, предложенная методика проведения лабораторного практикума является эффективным инструментом для подготовки высококвалифицированных специалистов в области электроники и электротехники.

Литература

1. Основы электроники, микропроцессорной техники и техники связи : учебно-методическое пособие / сост. И. Л. Дудников, И. П. Матвеев. – Минск : БГАТУ 2005. – 139 с.
2. Бобровников, Л. З. Электроника : учебник для вузов / Л. З. Бобровников – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
3. Теоретические основы электротехники в экспериментах и упражнениях. Практикум в среде Electronics Workbench : учебное пособие / Е. О. Кулешова, В. А. Колчанова, В. Д. Эськов, С. В. Пустынников ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 140 с.

Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины

Поступила в редакцию 24.03.2025