

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра радиофизики**



**Рабочая программа дисциплины
ПРАКТИКУМ ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ**

направление подготовки: **03.03.01 Прикладные математика и физика**

Форма обучения: **Очная**

| Семестр | Общий объем | Виды учебных занятий (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (в часах) | | | | |
|--|-------------|--|----------------------|----------------------|--|---|--|-------|--------------------------|---------|
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | Самостоятельная работа, не включая период сессии | Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | | | Консультации | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 4 | 72 | | | 64 | 6 | | | | 2 | |
| Всего 72 часа / 2 зачетные единицы из них: - контактная работа 66 часов Компетенции ОПК-5 | | | | | | | | | | |

Ответственный за образовательную программу д.ф.-м.н., проф.

Цыбуля С. В.

Новосибирск, 2022

Содержание

| | |
|--|--|
| Аннотация..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых 3 с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 4 |
| 3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу..... | 4 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. | 5 |
| 5. Перечень учебной литературы. | 8 |
| 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. | 9 |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины..... | 9 |
| 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. | 9 |
| 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 9 |
| 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. | 10 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Практикум по радиоэлектронике» предназначена для обучения студентов-физиков второго курса основам электротехники и радиоэлектроники. Основной целью освоения дисциплины является приобретение студентами современных знаний и практических навыков, которые необходимы физику-экспериментатору.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса

- Изучение характеристик, параметров, принципов работы радиоэлектронных компонентов и устройств – пассивных элементов, диодов, транзисторов, аналоговых и цифровых микросхем.
- Получение практических навыков расчета, сборки и наладки электронных схем.
- Применение и закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях и семинарах по радиоэлектронике.
- Анализ электронных схем методом компьютерного моделирования.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника компетенции:

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|---|
| <p>ОПК-5. Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе математические, методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре</p> | <p>ОПК - 5.1. Применяет различные способы решения поставленных задач в области научных исследований и прикладных разработок.</p> <p>ОПК – 5.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартным и специализированным оборудованием при решении профессиональных задач, в том числе измерительно-аналитической и технологической аппаратурой.</p> <p>ОПК-5.3. Самостоятельно осваивает новые теоретические, в том числе математические, методы исследований</p> | <p>Знать методы расчета линейных и нелинейных цепей, усилителей и других узлов РЭА; теоретические основы и базовые представления научного исследования в области радиоэлектроники, использовать современную приборную базу.</p> <p>Уметь выстраивать взаимосвязи между физическими науками; формулировать задачи для теоретических расчетов теплоэнергетических процессов в электронных устройствах; оптимизировать расположение электронных компонент на монтажной плате; формулировать выводы и приводить примеры; разбираться в используемых методах; подбирать измерительную аппаратуру для решения конкретных физических задач.</p> <p>Владеть навыками расчета и настройки электронных схем; навыками использования современных радиоэлектронных устройств при проведении физических исследований и при решении прикладных задач на основе фундаментальных знаний.</p> |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Практикум по радиоэлектронике» обязательной дисциплиной вариативной части профессионального цикла подготовки бакалавра по направлению **03.03.02 Физика**. Дисциплина «Практикум по радиоэлектронике» опирается на следующие дисциплины:

- Математический анализ;
- Дифференциальные уравнения;
- Высшая алгебра;
- Электричество и магнетизм;
- Электродинамика
- Радиоэлектроника

Результаты освоения дисциплины используются в следующих дисциплинах данной образовательной программы:

- Теория линейных электронных схем
- Введение в физику циклических ускорителей
- Теория сигналов
- Импульсная техника

Освоение дисциплины «Практикум по радиоэлектронике» необходимо при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

| Семестр | Общий объем | Виды учебных занятий (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (в часах) | | | | |
|---|-------------|--|----------------------|----------------------|--|---|--|-------|--------------------------|---------|
| | | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | Самостоятельная работа, не включая период сессии | Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | |
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | | | Консультации | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 4 | 72 | | | 64 | 6 | | | | 2 | |
| Всего 72 часа / 2 зачетные единицы из них: - контактная работа 66 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ОПК-5 | | | | | | | | | | |

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контроль самостоятельной работы (выполнение лабораторной работы), контроль выполнения лабораторной работы, сдача лабораторной работы (отчет о выполнении лабораторной работы, ответы на вопросы преподавателя).

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа:

- лабораторные занятия – 64 часа;

- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 6 часов;
 - промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) – 2 часа;
- Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лабораторные занятия, зачет) составляет 66 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Практикум по радиоэлектронике» представляет собой полугодовой курс для студентов 2 курса физического факультета НГУ. Дисциплина реализуется кафедрой радиофизики в 4 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

| № п/п | Раздел дисциплины | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) |
|-------|--|-----------------|--|---------------------|------------------------|---|
| | | | Всего | Аудиторные часы | Самостоятельная работа | |
| | | | | Лабораторные работы | | |
| 1 | Техника безопасности, вводный инструктаж и введение в практикум | 1 | 4 | 4 | | |
| 2 | "Свойства реактивных элементов и резонансных схем." | 2,3 | 7 | 6 | 1 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 2,3 | 2 | 2 | | |
| 3 | "Биполярные транзисторы." | 4,5 | 6,5 | 6 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 4,5 | 2 | 2 | | |
| 4 | "Полевые транзисторы." | 6,7 | 6,5 | 6 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 6,7 | 2 | 2 | | |
| 5 | "Операционные усилители." | 8,9 | 6,5 | 6 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 8,9 | 2 | 2 | | |
| 6 | "Модуляция-демодуляция." | 10 | 3,5 | 3 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 10 | 1 | 1 | | |
| 7 | "Источники питания" | 11 | 3,5 | 3 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 11 | 1 | 1 | | |
| 8 | "ГЛИН" | 12 | 3,5 | 3 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 12 | 1 | 1 | | |
| 9 | "Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи" | 13 | 3,5 | 3 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 13 | 1 | 1 | | |
| 10 | "Цифровые элементы." | 14 | 3,5 | 3 | 0,5 | |
| | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 14 | 1 | 1 | | |

| | | | | | | |
|----|---|----|-----------|-----------|----------|----------|
| 12 | Любая работа по выбору обучающегося: "Обратная связь" "Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT)" "Трансформатор" "Импульсные источники питания." | 15 | 4,5 | 4 | 0,5 | |
| 13 | Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ. | 16 | 4,5 | 4 | 0,5 | |
| | Дифференцированный зачет | 17 | 2 | | | 2 |
| | Итого | | 72 | 64 | 6 | 2 |

Программа и основное содержание лабораторных работ (64 часа)

В практикуме организовано 10 лабораторных работ из которых обучающийся должен выполнить от 8 до 10 работ по назначению преподавателя. Работы должны охватывать все разделы дисциплины. Ниже приведено описание лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 RLC элементы

Лабораторная работа посвящена изучению пассивных элементов радиоэлектроники и схем их включения. В методическом пособии приводятся основные параметры и стандартные схемы включения пассивных элементов, таких как резистор (R), конденсатор (C), катушка индуктивности (L) и трансформатор.

В задачу студента входит изучение основных параметров пассивных элементов и схем их включения.

Оборудование. Осциллограф, RLC-метр, генератор сигналов FG515.

Материалы и комплектующие. Специальная плата.

Лабораторная работа № 2 Биполярные транзисторы

Лабораторная работа посвящена изучению устройства и основных свойств биполярных транзисторов. В описании к лабораторной работе показаны схемы включения транзисторов, приводятся их основные параметры.

В задачу студента входит изучение работы электронных схем, макетирование и наладка усилительных каскадов на биполярных транзисторах, измерение их параметров.

Оборудование. Осциллограф, стрелочный или цифровой вольтметр.

Лабораторная работа № 3 Полевые транзисторы

Лабораторная работа посвящена изучению устройства и основных свойств полевых транзисторов. В методическом пособии показаны схемы включения транзисторов, приводятся их основные параметры.

В задачу студента входит изучение работы электронных схем, макетирование и наладка усилительных каскадов на полевых транзисторах, измерение их параметров.

Оборудование. Осциллограф, стрелочный или цифровой вольтметр.

Лабораторная работа № 4 Операционные усилители

Лабораторная работа посвящена изучению операционных усилителей и схем их включения. В методическом пособии разъясняется принцип работы операционного усилителя, приводятся основные параметры и стандартные схемы включения.

В задачу студента входит практическое изучение операционных усилителей, измерение их параметров, макетирование и наладка некоторых электронных схем с их применением.

Оборудование: Осциллограф, цифровой вольтметр, генератор сигналов звуковой частоты, двухполярный источник питания, стандартная макетная плата.

Материалы и комплектующие:

Операционный усилитель: 140УД708 (или аналогичный) на платке с гибкими выводами и защитой по питанию – 1 шт.

Лабораторная работа № 5 **Модуляция и демодуляция**

Лабораторная работа посвящена изучению методов модуляции и демодуляции (детектирования) сигналов. Изучается принцип работы модулирующих и демодулирующих схем.

В задачу студента входит изучение электронных схем для получения модулированных сигналов и их демодуляции, макетирование и настройка собранных схем.

Оборудование: Осциллограф, цифровой вольтметр, генератор сигналов звуковой частоты, генератор сигналов высокой частоты, двух полярный источник питания, специальная макетная плата.

Лабораторная работа № 6 **Источники питания**

Данная лабораторная работа посвящена изучению линейных источников питания радиоэлектронной аппаратуры. Рассматривается принцип работы выпрямителя, фильтра, параметрического и компенсационного стабилизатора, приводятся оценки влияния разных факторов на качество источника питания.

В задачу студента входит изучение работы электронных схем, макетирование и наладка выпрямителя, параметрических и компенсационных стабилизаторов, измерение параметров получившихся источников питания.

Лабораторная работа № 7 **Генераторы линейно-изменяющегося напряжения**

Лабораторная работа посвящена изучению генераторов линейно-изменяющегося напряжения с простой интегрирующей цепью, с источником тока и компенсационного типа. В методическом пособии разъясняется принцип работы электронных схем, приводятся оценки влияния различных факторов на параметры ГЛИН.

В задачу студента входит изучение устройства, выполнение оценочных расчетов, макетирование и наладка трех видов ГЛИН, измерение их параметров.

Оборудование. Осциллограф; генератор импульсов Г5-54.

Лабораторная работа № 8 **Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи**

Работа посвящена изучению цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей. Рассматриваются возможные виды ЦАП и АЦП, объясняется принцип работы, приводятся технические параметры, характеризующие точность преобразования и качество работы преобразователей.

В задачу студента входит изучение предложенных электронных схем, макетирование и наладка ЦАП с весовыми резисторами, R–2R матрицей и АЦП последовательного приближения, измерение параметров собранных преобразователей. Макетирование производится на макетной плате ELVIS.

Лабораторная работа № 9 Цифровые схемы

Цель работы – изучение наиболее распространенных цифровых схем, логики их работы, электрических параметров, а также приобретение навыков работы с цифровыми интегральными схемами и устройствами, построенными на их основе.

Лабораторная работа № 10 Обратная связь

Обратная связь – один из универсальных механизмов, действие которого можно встретить в биологических, экономических, физических и многих других системах. В процессе выполнения этой работы студентам ознакомиться с основами применения обратных связей в электрических цепях; рассмотреть применение отрицательных обратных связей для улучшения устойчивости и стабильности электрических схем и для создания фильтров с различными частотными характеристиками. Предстоит качественно изучить некоторые схемы генераторов и триггеров с положительной обратной связью.

В работе используются программы для моделирования линейных и нелинейных процессов в электрических схемах LES и NL. Эти программы намного проще в освоении, чем большинство других пакетов моделирования (gEDA, SPICE...), и чрезвычайно полезны для изучения параметров электрических схем.

Самостоятельная работа студентов (6 часа)

| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
|---|------------|
| Изучение методических материалов к лабораторным работам | 3 |
| Составление отчетов по лабораторным работам | 3 |

Контроль самостоятельной работы (выполнение лабораторной работы), контроль выполнения лабораторной работы, сдача лабораторной работы (отчет о выполнении лабораторной работы, ответы на вопросы преподавателя).

5. Перечень учебной литературы.

1. Практикум по радиоэлектронике. Лабораторные работы № 1-4: RLC-элементы; Биполярные транзисторы; Полевые транзисторы; Операционные усилители : [для студентов 2 курса Физ. фак. НГУ / сост.: Е.В. Быков, Р.В. Воскобойников, А.И. Иванов и др.] ; М-во науки и высшего образования РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. радиофизики, 2-е изд., испр. Новосибирск : Издательско-полиграфический центр НГУ, 2020. <http://e-lib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-5867/page001.pdf>

2. Практикум по радиоэлектронике. Модуляция-демодуляция: Методические указания к лабораторной работе № 5 / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2009. 26 с. Тираж 60 экз. URL: <http://www.phys.nsu.ru/radio/RELab/RELab-Manuals/New/>

3. Практикум по радиоэлектронике. Источники питания: Методические указания к лабораторной работе № 6 / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2009. 16 с. Тираж 60 экз. URL: <http://www.phys.nsu.ru/radio/RELab/RELab-Manuals/New/>

4. Практикум по радиоэлектронике. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения: Методические указания к лабораторной работе № 7 / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2002. 7 с. Тираж 100 экз. URL: <http://www.phys.nsu.ru/radio/RELab/RELab-Manuals/Old/>

5. Практикум по радиоэлектронике. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи: Методические указания к лабораторной работе № 8 / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2009. 24 с. Тираж 60 экз. URL: <http://www.phys.nsu.ru/radio/RELab/RELab-Manuals/New/>

6. Практикум по радиоэлектронике. Цифровые схемы: Методические указания к лабораторной работе № 9 / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2017. 24 с. Тираж 60 экз. URL: <http://www.phys.nsu.ru/radio/RELab/RELab-Manuals/New/REL-09-2017.pdf>

7. Практикум по радиоэлектронике. Обратная связь: Методические указания к лабораторной работе № 10 / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2009. 13 с. URL: <http://www.phys.nsu.ru/radio/RELab/RELab-Manuals/New/>

8. *Гоноровский И.С.* Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для радиотехн. спец. вузов] / И.С. Гоноровский . любое издание с.
9. *Атабеков Г. И.* Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие / любое издание
10. *Хоровиц П., Хилл У.* Искусство схемотехники. М.: Мир. Любого год изд
11. *Степаненко И.П.* Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М.: Энергия, любой год изд.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. *Бессонов Л. А.* Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник / любое издание.
2. *Степаненко И. П.* Основы микроэлектроники: [Учеб. пособие для вузов] / любое издание.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

В работе используются специальные программы свободного распространения NL и LES написанные сотрудником ИЯФ А.Смирных. Существует современный эквивалент этих программ NL5, на которые тот же автор дает для студентов НГУ бесплатную лицензию.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Практикум по радиоэлектронике» используются аудитория №348, которой оборудовано 12 рабочих мест укомплектованы базовым набором оборудования:

- 4-х канальный источник питания GPS 4303;

- Двухканальный цифровой осциллограф фирмы Tektronix TDS-2012;
- Генератор сигналов FG 515;
- Универсальный вольтметр GDM 8246.

Кроме того, 3 рабочих места из 12 дополнительно укомплектованы следующим оборудованием:

- Измеритель LCR MT 4090;
- 2 рабочих места
- компьютер IBM PC с прикладным ПО для моделирования электронных схем.
- универсальное инструментальное средство Elvis для обучения радиоэлектронике фирмы National Instruments.

Также используются помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль; и промежуточная аттестация (дифференцированный зачет).

Текущий контроль обучения производится на практических занятиях, выполнение лабораторной работы, контроль выполнения лабораторной работы, сдача лабораторной работы отчет о выполнении лабораторной работы, ответы на вопросы преподавателя.

Основной технологией, используемой при изучении данной дисциплины, является пошаговое самостоятельное (под наблюдением преподавателя) выполнение последовательности четко сформулированных заданий, которые позволяют студенту ответить на поставленные физические вопросы. Здесь большое значение имеет самостоятельная работа студента: ознакомление с физическими характеристиками устройств и принципами работы установки, сборка, наладка, измерение параметров электронных схем, защита отчета у преподавателя. Каждая работа оценивается по пятибалльной системе.

Все занятия со студентами ведутся в интерактивной форме малыми группами 1-2-3 человека. Большим достоинством данной формы обучения является возможность студентов обращаться с вопросами, возникающих в ходе выполнения лабораторной работы, к разным преподавателям (до 3 преподавателей на группу), находящихся в аудитории. Это дает возможность услышать разные точки зрения на одну и ту же проблему, возникшую у студента.

После выполнения стандартных заданий студенту преподавателем предлагается изменить ход эксперимента с целью получения дополнительных физических параметров.

Для выработки навыков в написании статей в научных журналах и представлении научных докладов, а также для сравнения полученных экспериментальных данных с математическими моделями предлагается оформить краткий отчет.

В процессе выполнения лабораторных работ осуществляется постоянный текущий контроль по их выполнению. Лабораторные работы сдаются по мере их выполнения последовательно, в связи с этим, в учебной программе дисциплины предусмотрено время для самостоятельной работы обучающегося на подготовку и оформление отчета по проделанной работе и время на индивидуальную работу преподавателя со студентом для обсуждения результатов и приема лабораторной работы.

Осуществляется контроль процесса формирования компетенции ОПК-2. Ведется также индивидуальная работа преподавателя со студентом, при которой преподавателем выясняется понимание у обучающегося поставленной перед ним задачи, а также способы, с помощью которых студент решает эту задачу, как оценивает и представляет полученные им результаты. Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Результаты сдачи лабораторной работы оцениваются по пятибалльной шкале. Положительная оценка за лабораторную работу ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценка за лабораторную работу фиксируется в журнале учета выполнения лабораторных работ. По результатам выполнения лабораторных работ выводится среднеарифметическая оценка работы в семестре.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий при выполнении лабораторных работ (текущий контроль):

- Даны четыре "черных ящика", содержащие реактивные элементы. Схемы приведены. Пользуясь имеющимися приборами (осциллограф, генераторы и др.), определить: что – где, задавая необходимые воздействия на схемы, проводя измерения и расчеты.
- Собрать схему эмиттерного повторителя. По данным измерений вычислить статический коэффициент передачи тока, коэффициент передачи напряжения, входное сопротивление.
- Собрать каскад с общим эмиттером. Исследовать зависимость коэффициента передачи по напряжению и осциллограммы напряжений на входе схемы и на коллекторном резисторе от параметров схемы.
- Собрать каскад с общей базой. Измерить коэффициент передачи по напряжению и по току, найти входное и выходное сопротивления. Объяснить результаты. Собрать из построенных выше каскадов, а) усилитель напряжения с большим входным и малым выходным сопротивлением; б) конвертор сопротивления.
- Собрать дифференциальный каскад, измерить дифференциальный и синфазный коэффициенты передачи, оценить температурный коэффициент напряжения на переходе база-эмиттер.
- Собрать генератор тока, управляемый напряжением. Сделать указанные преподавателем замеры и объяснить их. Истоковый повторитель. Прodelать указанные преподавателем вычислительные и измерительные операции и объяснить их результаты. Каскад с общим истоком (то же, что и в п. 2.2). Согласование каскадов. Собрать из имеющихся каскадов схему, решающую поставленную преподавателем задачу: усилитель фототока, добиться работоспособности; усилитель напряжения с динамической нагрузкой в стоке; резистор, управляемый напряжением.
- Собрать и исследовать параметры следующих электронных схем: интегратор, компаратор с гистерезисом, прецизионный выпрямитель, измеритель малых сопротивлений, измеритель э.д.с. термопары.

- Исследовать амплитудный модулятор и диодный детектор; балансный модулятор; синхронный детектор АМ-сигнала на аналоговом перемножителе; умножитель частоты.
- Собрать схему выпрямителя с фильтром. Измерить выпрямленное напряжение и пульсации. Параметрический стабилизатор на стабилитроне. Измерить коэффициент стабилизации и выходное сопротивление.
- Собрать параметрический стабилизатор с эмиттерным повторителем. Измерить пульсации и выходное сопротивление.
- Собрать стабилизатор напряжения на ОУ с защитой от короткого замыкания. Измерить параметры ИП. Объяснить технологию стабилизации выходного напряжения при изменении тока нагрузки и принцип регулировки напряжения на выходе.
- Собрать схему генератора на динисторе. Измерить напряжение срабатывания динистора. Рассчитать и измерить период релаксационных колебаний, оценить линейность пилообразных колебаний.
- Собрать схему динисторного генератора с источником тока. Рассчитать и измерить период релаксации и оценить его зависимость от параметров схемы. Метод повышения стабильности частоты колебаний, при изменении напряжения питания.
- Собрать схему генератора на операционных усилителях. Обосновать выбор параметров схемы. Рассчитать и измерить амплитуды и длительности импульсов на выходе генератора.
- С помощью генератора импульсов и осциллографа проверить соответствие выходного сигнала ЦАП двоичному числу, записанному в счетчике. Проверить измерениями зависимость шага квантования от сопротивления схемы.
- Определить с помощью измерений назначение выводов микросхем серии 555 и 561 и измерить их параметры. Собрать схему формирования импульсов на микросхеме 561ЛЕ5. Объяснить его работу. Измерить выходной сигнал. Собрать и настроить двоичный делитель на четырех D-триггерах.
- Методом компьютерного моделирования исследовать схемы с обратной связью. Линейные схемы с обратной связью: Схема с дифференциальным входом. Влияние отрицательной обратной связи на свойства усилителей со слабой нелинейностью. Выпрямители слабых сигналов.

Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет.

Для получения зачета по дисциплине (пороговый уровень освоения компетенций) необходимо выполнить не менее 5 лабораторных работ при этом иметь среднеарифметическую оценку не меньше 3,5.

При успешной сдаче лабораторных работ (средняя оценка за все лабораторные работы не ниже 3,5) возможно получение зачета автоматом:

- «Отлично» – 8 работ со средним баллом не ниже 4,5.
- «Хорошо» – 8 работ со средним баллом не ниже 3,5
- «Удовлетворительно» – 6 работ со средним баллом не ниже 3,5

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачете. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ОПК-6. При этом в первую очередь проверяется знание разделов курса, с которыми у студента возникли трудности при выполнении лабораторных работ. Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос оценивается от 0 до 5 баллов. При этом оценка, которую

студент заработал за семестр может быть повышена не более чем на 1 балл. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

| Индикатор | Результат обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|---|--|--|
| ОПК - 5.1. Применяет различные способы решения поставленных задач в области научных исследований и прикладных разработок. | Знать методы расчета линейных и нелинейных цепей, усилителей и других узлов РЭА; теоретические основы и базовые представления научного исследования в области радиоэлектроники, использовать современную приборную базу. | Лабораторные работы, дифференцированный зачет. |
| ОПК – 5.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартным и специализированным оборудованием при решении профессиональных задач, в том числе измерительно-аналитической и технологической аппаратурой. | Уметь выстраивать взаимосвязи между физическими науками; формулировать задачи для теоретических расчетов теплоэнергетических процессов в электронных устройствах; оптимизировать расположение электронных компонент на монтажной плате; формулировать выводы и приводить примеры; разбираться в используемых методах; подбирать измерительную аппаратуру для решения конкретных физических задач. | Лабораторные работы, дифференцированный зачет. |
| ОПК-5.3. Самостоятельно осваивает новые теоретические, в том числе математические, методы исследований | Владеть навыками расчета и настройки электронных схем; навыками использования современных радиоэлектронных устройств при проведении физических исследований и при решении прикладных задач на основе фундаментальных знаний | Лабораторные работы, дифференцированный зачет. |

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Практикум по радиоэлектронике».

| Критерии оценивания результатов обучения | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Уровень освоения компетенции | | | |
|--|---|---------------------------------|---|--|--|
| | | Не сформирован (0 баллов) | Пороговый уровень(3 балла) | Базовый уровень (4 балла) | Продвинутый уровень (5 баллов) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Полнота знаний | ОПК 5.1 | Уровень знаний ниже минимальных | Демонстрирует общие знания базовых понятий по | Уровень знаний соответствует программе | Уровень знаний соответствует программе |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|--|---|---|---|
| | | требований. Имеют место грубые ошибки. | темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок. | подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы. | подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. |
| Наличие умений | ОПК 5.2 | Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки. | Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок. |
| Наличие навыков (владение опытом) | ОПК 5.3 | Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок. | Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. | Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. | Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач. |

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Практикум по радиоэлектронике»**

| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ | Подпись ответственного |
|---|--|--|------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |