

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

Согласовано
 Декан ФФ Блинов В.Е.
 подпись
 «В.Е.» 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналоговая электроника

направление подготовки: **03.03.02 ФИЗИКА**

направленность (профиль): **Физическая информатика**

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
3	108	32	32		22	18	2			2
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 66 часов										
ОПК-2										

Руководитель программы
 д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2024

Содержание

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

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.2 Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научных исследований	<p>Знать: методы анализа линейных электрических цепей</p> <p>Уметь: рассчитывать схемы цепи постоянного и переменного тока</p> <p>Владеть: принципами построения фильтров по передаточной функции</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналоговая электроника» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки **03.03.02 Физика, направленность «Физическая информатика»**. Учебный курс «Аналоговая электроника» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки. Дисциплина дает студентам необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения проектов на стыке областей физики, математики и информационных технологий. Для успешного изучения дисциплины студенты должны обладать знаниями школьного курса физики (разделы: электричество и магнетизм; структура вещества), владеть аппаратом математического анализа: комплексные числа; преобразования Фурье и уметь правильно применять измерительные устройства и навыки работы, полученные в «Измерительном практикуме» первого курса физического факультета.

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

Трудоемкость дисциплины – 3 з.е. (108 часа)
Форма промежуточной аттестации: 3 семестр – экзамен

№	Вид деятельности	Семестр
		3

1	Лекции, час	32
2	Практические занятия, час	32
3	Лабораторные занятия, час	-
4	Занятия в контактной форме, час, из них	66
5	из них аудиторных занятий, час	64
6	в электронной форме, час	-
7	консультаций, час	2
8	промежуточная аттестация, час	2
9	Самостоятельная работа, час	40
10	Всего, час	108

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

Лекции (32 часа)

Содержание практического занятия	Объем, час
Лекция 1. Линейные электрические цепи. Основные понятия и определения. Элементы электрических цепей. Методы анализа линейных электрических цепей.	2
Лекция 2. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Импеданс. Символический метод. Мощность в электрических цепях. Трансформатор.	2
Лекция 3. Трехфазные цепи переменного синусоидального тока.	2
Лекция 4. Резонансные явления в электрических цепях.	2
Лекция 5. Четырехполюсник. Схемы замещения. Понятия АЧХ и ФЧХ. Пассивные симметричные фильтры.	2
Лекция 6. Переходные процессы в электрических цепях. Законы коммутации. Классический метод расчета.	2
Лекция 7. Электрические цепи переменного несинусоидального тока. Преобразования Фурье и Лапласа. Свойства преобразований. Понятие спектра. Спектры одиночных импульсов.	2
Лекция 8. Применение спектральных методов анализа электрических цепей. Операторный метод расчета переходных процессов. Передаточная функция. Временная и переходная характеристики. Расчет цепей в установившихся режимах. Интеграл наложения.	2
Лекция 9. Полупроводниковый диод. Модели диода. Полупроводниковые выпрямители. Диод Шоттки. Диод Зенера. Другие специализированные типы диодов.	2
Лекция 10. Биполярный транзистор. Модель Эбберса-Молла. Схемы включения транзисторов. Полевой транзистор. Модели и схемы включения. Ключевой режим работы транзистора. Импульсные преобразователи.	2
Лекция 11. Операционный усилитель. Схемы включения операционных усилителей. Компаратор. Понятие обратной связи. Критерии устойчивости. Генераторы электрических сигналов.	2
Лекция 12. Элементы теории фильтров. Активные фильтры. Построение фильтров.	2
Лекция 13. Линия с распределенными параметрами. Согласование линии. Линия без искажений.	2
Лекция 14. Понятие сигнала. Аналитический сигнал. Узкополосный сигнал. Примеры использования аналитического сигнала.	2

Лекция 15. Модуляция электрических сигналов. Аналоговая модуляция. Импульсная модуляция. Кодовая модуляция. Цифровая модуляция. Спектры сигналов при модуляции.	2
Лекция 16. Методы модуляции и демодуляции сигналов. Согласованная фильтрация. Помехоустойчивость при модуляции. Схемная реализация методов модуляции и демодуляции сигналов. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ).	2

Практические занятия (32 часа)

Содержание практического занятия	Объем, час
Тема 1. Линейные электрические цепи. Методы анализа линейных электрических цепей.	2
Тема 2. Электрические цепи переменного синусоидального тока. Символический метод. Мощность в электрических цепях. Трансформатор.	2
Тема 3. Трехфазные цепи переменного синусоидального тока.	2
Тема 4. Резонансные явления в электрических цепях.	2
Тема 5. Четырехполюсник. Схемы замещения. Понятия АЧХ и ФЧХ. Пассивные симметричные фильтры.	2
Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях. Классический метод расчета.	2
Тема 7. Электрические цепи переменного несинусоидального тока. Спектры одиночных импульсов.	2
Тема 8. Применение спектральных методов анализа электрических цепей. Операторный метод расчета переходных процессов. Передаточная функция. Временная и переходная характеристики. Расчет цепей в установившихся режимах. Интеграл наложения.	2
Тема 9. Полупроводниковый диод. Полупроводниковые выпрямители.	2
Тема 10. Биполярный транзистор. Схемы включения транзисторов. Полевой транзистор. Импульсные преобразователи.	2
Тема 11. Операционный усилитель. Схемы включения операционных усилителей. Компаратор.	2
Тема 12. Генераторы электрических сигналов.	2
Тема 13. Активные фильтры. Построение фильтров.	2
Тема 14. Линия с распределенными параметрами.	2
Тема 15. Аналитический сигнал. Амплитуда, фаза, частота. Примеры использования аналитического сигнала.	2
Тема 16. Методы модуляции и демодуляции сигналов. Согласованная фильтрация. Помехоустойчивость при модуляции. Схемная реализация методов модуляции и демодуляции сигналов. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ).	2

Проведение семинарских занятий осуществляется в форме практической подготовки, предусматривающей участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью в области информационных технологий, связанных с проведением научных и практических работ.

Самостоятельная работа студентов (40 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час

Подготовка к занятиям.	22
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы

1. Бессонов, Лев Алексеевич. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : [учебник] / Л.А. Бессонов. 10-е изд. М. : Гардарики, 2002. 637, [1] с. : ил. ; 22 см. (Univers) . ISBN 5-8297-0026-3. (82 экз.)
2. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.И. Атабеков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90>

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Гоноровский, Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы : [Учеб. для радиотехн. спец. вузов] / И.С. Гоноровский. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Сов. радио, 1977. 608 с. : ил.
2. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов [Электронный ресурс] : справочник / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/678>

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

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), edX (www.edx.org);
- Веб-страницы ведущих международных центров СИ.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews

- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

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

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий приложения для работы с документами и презентациями.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

- Учебные аудитории для проведения лекций, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;
- Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

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».

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

Перечень результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса студентов в начале каждого занятия на темы, рассмотренные на предыдущем занятии.

Промежуточная аттестация:

Для успешного прохождения курса обучающиеся должны продемонстрировать знания в области проектирования электронных схем для сбора и обработки экспериментальных данных и автоматизации исследования.

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в устной форме путем ответов на вопросы, освещаемые во время учебных занятий.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Аналоговая электроника»

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ОПК-2	ОПК-2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научных исследований	Знать: методы анализа линейных электрических цепей	Экзамен.
		Уметь: рассчитывать схемы цепи постоянного и переменного тока	Работа на практических занятиях при обсуждении типовых ошибок, затруднений, а также идей по решению задач рамках дисциплины.
		Владеть: принципами построения фильтров	Работа на практических занятиях при решении задач в рамках дисциплины.

		по передаточной функции	
--	--	-------------------------	--

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	<i>Отлично</i>
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. 	<i>Хорошо</i>
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. 	<i>Удовлетворительно</i>
<p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. 	<i>Неудовлетворительно</i>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Темы для изучения в рамках дисциплины

- Линейные электрические цепи. Основные понятия и определения. Элементы электрических цепей. Методы анализа линейных электрических цепей.
- Электрические цепи переменного синусоидального тока. Импеданс. Символический метод. Мощность в электрических цепях. Трансформатор.
- Трехфазные цепи переменного синусоидального тока.
- Резонансные явления в электрических цепях.
- Четырехполосник. Схемы замещения. Понятия АЧХ и ФЧХ. Частотно-передаточная функция. Пассивные симметричные фильтры.
- Переходные процессы в электрических цепях. Законы коммутации. Классический метод расчета. Операторный метод расчета переходных процессов.
- Электрические цепи переменного несинусоидального тока.
- Преобразования Фурье и Лапласа. Свойства преобразований. Понятие спектра. Спектры одиночных импульсов.
- Применение спектральных методов анализа электрических цепей. Передаточная функция. Временная и переходная характеристики. Расчет цепей в установившихся режимах. Интеграл наложения.
- Полупроводниковый диод. Модели диода. Полупроводниковые выпрямители. Диод Шоттки. Диод Зенера. Другие специализированные типы диодов.
- Биполярный транзистор. Модель Эбберса-Молла. Схемы включения транзисторов. Полевой транзистор. Модели и схемы включения. Ключевой режим работы транзистора. Импульсные преобразователи.
- Операционный усилитель. Схемы включения операционных усилителей. Компаратор. Понятие обратной связи. Критерии устойчивости. Генераторы электрических сигналов.
- Элементы теории фильтров. Активные фильтры. Построение фильтров.
- Линия с распределенными параметрами. Согласование линии. Линия без искажений.
- Понятие сигнала. Аналитический сигнал. Узкополосный сигнал. Примеры использования аналитического сигнала.
- Модуляция электрических сигналов. Аналоговая модуляция. Импульсная модуляция. Кодовая модуляция. Цифровая модуляция. Спектры сигналов при модуляции.
- Методы модуляции и демодуляции сигналов. Согласованная фильтрация. Помехоустойчивость при модуляции. Схемная реализация методов модуляции и демодуляции сигналов. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ).

Пример задач для решения

- Рассчитать схему цепи постоянного тока.
- Рассчитать схему цепи переменного тока.
- Рассчитать резонансный процесс.
- Определить величину согласованной нагрузки.
- Рассчитать пассивный симметричный фильтр.
- Определить АЧХ и ФЧХ цепи.
- Рассчитать переходный процесс в электрической цепи.
- Определить передаточную функцию линейной цепи. Рассчитать отклик линейной цепи на единичный импульс, на последовательность импульсов.
- Определить временную и переходную характеристики цепи. Рассчитать отклик линейной цепи с помощью интеграла свертки.

- Рассчитать схемы с общей базой, общим коллектором, общим эмиттером. Определить коэффициенты передачи по току и напряжению и входные сопротивления каскадов.
- Расчет операционных усилителей, инвертирующих и неинвертирующих. Расчет интеграторов, дифференциаторов, логарифмических усилителей и триггеров Шмитта.
- Расчет диодных выпрямителей.
- Рассчитать усилительную схему на операционном усилителе.
- Рассчитать импульсный преобразователь.
- Разложить в ряд Фурье напряжение определенной формы (прямоугольное, треугольное, трапецеидальное).
- Рассчитать схему генератора электрических сигналов.
- Определить первичные параметры линии по вторичным.
- Определить передаточную функцию активного фильтра.
- Построить фильтр по передаточной функции.

Экзамен:

Экзаменационные билеты содержат один вопрос и две задачи из списка выше.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в электронном виде.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Аналоговая электроника»**

Программа дисциплины «Аналоговая электроника» составлена в соответствии с СУОС по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность «Физическая информатика», а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется кафедрой автоматизации физико-технических исследований физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) для обучающихся магистратуры.

Цель дисциплины – ознакомление с принципами и методами расчета электротехнических и электронных схем; с простейшими электронными и электротехническими устройствами; получение практических навыков расчета параметров электротехнических и электронных устройств.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающихся общей компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>ОПК-2.2 Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научных исследований</p>	<p><u>Знать:</u> основные свойства полупроводниковых приборов и способы их применения</p> <p><u>Уметь:</u> Собирать и проектировать электронные схемы для сбора и обработки экспериментальных данных и автоматизации исследования</p> <p><u>Владеть:</u> Навыками проектирования электронных схем в современных САПР</p>

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов и экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: контроль посещения занятий обучающимся и выполнения запланированных работ.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **108** академических часов / **3** зачетные единицы.