

**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 автоматизации физико-технических исследований**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

АНАЛОГОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА

**Направление: 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 в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	108	16		48	6	36				2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 72 часа											
Компетенции ОПК-3											

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

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
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	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине	9

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

Цель дисциплины – обучение методам анализа электронных схем и способам согласования информационно-управляющих устройств и подсистем в физико-технических исследованиях. Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-3.

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК - 3.1. Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности. ОПК – 3.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач. ОПК – 3.3. Применяет методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных.	Знать принципы работы с измерительными приборами, принципы работы и схемы включения полупроводниковых приборов, основные свойства полупроводниковых приборов и способы их применения, методы и приемы отыскания неисправностей электронных схем. Уметь находить и пользоваться справочной информацией по полупроводниковым приборам, читать принципиальные схемы, собирать электронные схемы.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

В результате прохождения курса студенты знакомятся с методами анализа электронных схем и способами согласования информационно-управляющих устройств и подсистем в физико-технических исследованиях.

Курс «Аналоговая схемотехника» наравне с курсом «Аналоговая электроника» открывает цикл физико-технических дисциплин и связан с курсами этого цикла: «Физические основы микроэлектроники»; «Программируемые микроконтроллеры». Знания, получаемые студентами, прослушавшими курс, и навыки самостоятельной работы, полученной при выполнении лабораторных работ практикума курса, должны расширяться и развиваться в курсе «Программируемые микроконтроллеры». «Физические основы микроэлектроники» даст более глубокое теоретическое знание о физических принципах работы полупроводниковых приборов, изучаемых в рамках курса «Аналоговая схемотехника». Курс «Программируемые микроконтроллеры» расширит понимание принципов построения электронных устройств, используемых в физико-технических исследованиях.

Для успешного изучения материалов студенты должны обладать знаниями школьного курса физики (разделы: электричество и магнетизм; структура вещества). Владеть аппаратом математического анализа: комплексные числа; преобразования Фурье. Предполагаются умение правильно применять измерительные устройства и навыки работы, полученные в измерительном практикуме первого курса физического факультета.

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

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 в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	108	16		48	6	36				2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 72 часа											
Компетенции ОПК-3											

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: опрос студентов в начале каждого занятия.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

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

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- лабораторные занятия – 48 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 42 часа;
- аттестация (дифференцированный зачет) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, лабораторные занятия, дифференцированный зачет) составляет 66 часов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Лабораторные работы	Консультации в период занятий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Транзисторы: Биполярные и полевые. Основные схемы включения и модели.	1,2	14	2	6		4	
2	Транзисторная схемотехника.	3, 4, 5	21	2	9	2	4	
3	Принцип ООС и усилители.	6	7	2	3		4	
4	Операционные усилители.	7, 8	14	2	6	2	4	
5	Фильтры и генераторы.	9, 10	14	2	6		6	
6	Принципы ФАПЧ. Импульсные схемы. Базовые элементы логических схем.	11, 12	14	2	6		4	
7	Цифро-аналоговое и аналогово-цифровое преобразования.	13,14	14	2	6	2	4	
8	Принципы цифровой передачи данных. Запоминающие устройства. Источники электропитания.	15, 16	8	2	6		6	
9	Дифференцированный зачёт	17	2					2
	Всего		108	16	48	6	36	2

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

2 часа	<p>Лекция 1. Транзисторы: Биполярные и полевые. Основные схемы включения и модели.</p> <p>Знакомство с предметом курса. Используемый при изучении мат.аппарат. Физические модели, лежащие в основе теории полупроводниковых приборов. Биполярный транзистор. Модель Эберса-Молла. Три схемы включения: ОЭ; ОБ; ОК. Нелинейные искажения в схеме с общим эмиттером.</p>
2 часа	<p>Лекция 2. Транзисторная схемотехника.</p> <p>Биполярный транзистор, как источник тока. Схемы источников тока. Токовые зеркала. Схемы смещения транзистора. Улучшение параметров схем: отрицательная обратная связь. Схема Дарлингтона.</p>
2 часа	<p>Лекция 3. Принцип ООС и усилители.</p> <p>Дифференциальный усилитель. Нелинейные искажения схемы дифференциального усилителя. Дифференциальный усилитель. Нелинейные искажения схемы дифференциального усилителя.</p>
2 часа	<p>Лекция 4. Операционные усилители.</p> <p>Операционные усилители. Модель «идеального» операционного усилителя. Принцип отрицательной обратной связи. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Операционные усилители. Схемы на ОУ: Логарифмический усилитель. Интегратор и дифференциатор. Гиратор.</p>
2 часа	<p>Лекция 5. Фильтры и генераторы.</p> <p>Операционные усилители. Отличие реальных усилителей от идеализированной модели. Входное и выходное сопротивления. Запаздывание по фазе – частотная коррекция. Ширина полосы пропускания. Активные фильтры. Генерация сигналов. Бистабильные схемы – компаратор, триггер Шмитта.</p>
2 часа	<p>Лекция 6. Принципы ФАПЧ. Импульсные схемы. Базовые элементы логических схем.</p> <p>Фазовая автоподстройка частоты – область применения. Элементы системы ФАПЧ: дискриминатор (фазовый компаратор), генератор, управляемый напряжением (ГУН), фильтрация сигнала рассогласования. Импульсные схемы на биполярном транзисторе. Ключ на полевом транзисторе. Базовые элементы ТТЛ и КМОП. Области применения приборов, методы сопряжения уровней.</p>
2 часа	<p>Лекция 7. Цифро-аналоговое и аналогово-цифровое преобразования.</p> <p>Цифро-аналоговые преобразователи. Принципы, схемы. Погрешности метода. Аналого-цифровые преобразователи. Принципы, схемы. Погрешности схем.</p>
2 часа	<p>Лекция 8. Принципы цифровой передачи данных. Запоминающие устройства. Источники электропитания.</p> <p>Принципы цифровой передачи данных. Длинные линии: распространение импульса, искажение импульса. Согласование уровней сигналов. Запоминающая ячейка. Статического, динамического типа. Flash-память. Источники вторичного электропитания электронных схем. Стабилизация. Схемы защит источников электропитания.</p>

Программа лабораторных занятий (48 часов)

Содержание лабораторного занятия	Объём, час
Лабораторное занятие 1. Изучение оборудования лаборатории: расположение выключателей электропитания, парк приборов и устройств. Изучения правил работы с паяльной станцией, правил монтажа и демонтажа электронной платы.	3
Лабораторное занятие 2. Подготовка монтажной платы к работе: монтаж разъемов электропитания и подключения измерительных приборов. Монтаж фильтров электропитания.	6
Лабораторное занятие 3. Изучение зависимости коэффициента усиления по току биполярного транзистора от тока коллектора. Выполнить схему с общим эмиттером, измерить ток коллектора, изменяя ток базы. Результат измерений представить в виде графика зависимости $V(I_k)$.	9
Лабораторное занятие 4. Изготовление генератора прямоугольных импульсов для использования сигнала в последующих работах. Генератор выполнить на основе микросхемы 561ЛА7.	6
Лабораторное занятие 5. Изготовить усилитель по схеме с общим эмиттером с отрицательной связью по току. Использовать установленные ранее транзистор и элементы для работы по измерению зависимости $V(I_k)$. В качестве входного сигнала использовать сигнал треугольной формы, полученный в предыдущей работе. Исследовать характер искажения выходного сигнала при различных напряжениях смещения схемы с ОЭ.	6
Лабораторное занятие 6. Выполнить схему двухтактного эмиттерного повторителя. Исследовать искажения сигнала, вносимые схемой. В качестве входного сигнала использовать сигнал, полученный на усилительном каскаде в предыдущей работе (уровни сигналов по постоянному току двух каскадов согласовать).	6
Лабораторное занятие 7. Изготовить инвертирующий усилитель на базе микросхемы ОУ 544УД2. Входным сигналом взять выходной сигнал усилителя с ОЭ. Коэффициент усиления ≈ 2 (элементы схемы рассчитать самостоятельно, исходя из параметров входного сигнала). Нагрузить полученный усилитель схемой двухтактного эмиттерного повторителя из предыдущей работы. Изменить схему обратной связи, охватив петлей выход эмиттерного повторителя. Исследовать (качественно) «предыскажения» сигнала, вносимые ОУ.	6
Лабораторное занятие 8. Выполнить схему RS- триггера. Исследовать явление «дребезга» механических контактов: определить характерные времена импульсов «дребезга», их количество (по порядку величины) в пакете импульсов – длительность пакета импульсов. Определить задержку распространения сигнала на вентиле, сравнить характерные времена переключения полупроводниковой схемы и механического контакта.	3
Лабораторное занятие 9. Изготовить и отладить систему фазовой автоподстройки частоты. В качестве ГУНа использовать микроэлектродвигатель с муфтой, снабженной постоянными магнитами, и датчик Холла. Дискриминатор выполнить на микросхемах 555ТМ2 и 555ЛА3. Использовать усилитель, построенный в предыдущих работах, изменив параметры схем под нужды текущей работы. В качестве опорного сигнала использовать сигнал прямоугольных импульсов, согласовав уровни КМОП и ТТЛ.	3
Итого:	48

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, м, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	24
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	12

5. Перечень учебной литературы

1. Хоровиц П., Хилл В. Искусство схемотехники. в 3 томах: Т.1. М.: Мир, 1993.-413с. (18 экз.)
2. Хоровиц П., Хилл В. Искусство схемотехники. в 3 томах: Т.2. М.: Мир, 1993.-371с. (19 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

3. Хоровиц П., Хилл В. Искусство схемотехники. в 3 томах: Т.3. М.: Мир, 1993.-367с. (20 экз.)

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.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

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 регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий и промежуточной аттестации.

2. 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».

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

10.1 Порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также проведения опроса студентов в начале каждого занятия на темы, рассмотренные на предыдущем занятии. Примеры вопросов приведены в п. 10.3.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ОПК-3 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области использования языков описания аппаратуры в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Он проводится в конце семестра в сессию в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ОПК-3. Примеры вопросов приведены в п. 10.3.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда компетенция освоена не ниже порогового уровня. 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 - 3.1. Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.	Знать принципы работы с измерительными приборами, принципы работы и схемы включения полупроводниковых приборов, основные свойства полупроводниковых приборов и способы их применения, методы и приемы отыскания неисправностей электронных схем.	Вопросы по материалам предыдущих лекций, дифференцированный зачёт в устной форме.

<p>ОПК – 3.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач.</p> <p>ОПК – 3.3. Применяет методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных.</p>	<p>Уметь находить и пользоваться справочной информацией по полупроводниковым приборам, читать принципиальные схемы, собирать электронные схемы.</p>	<p>Вопросы по материалам предыдущих лекций, дифференцированный зачёт в устной форме.</p>
--	--	--

10.2. Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Аналоговая схемотехника».

Таблица 10.2

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 3.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ОПК 3.2 ОПК 3.3	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены	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.

			негрубые ошибки.		
--	--	--	---------------------	--	--

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

Примеры вопросов на лекциях

1. Транзисторы. Основные схемы включения: ОБ, ОК, ОЭ. Модель Эберса-Молла. Источник тока. Токовое зеркало. Схема Дарлингтона. Отрицательная обратная связь. Дифференциальный усилитель. Полевые транзисторы.
2. Операционные усилители. Инвертирующий и не инвертирующий усилитель. Интегратор. Дифференциатор. Логарифмический усилитель. Компаратор. Гираторы.
3. Генераторы. Кварцевая стабилизация. Делители частоты. Интегральный таймер. Одновибратор.
4. Фазовая автоподстройка частоты. Фазовые дискриминаторы. Генераторы, управляемые напряжением.
5. Цифро-аналоговое и аналого-цифровое преобразование. Основные типы АЦП и ЦАП.
6. Передача данных. Приемопередатчики. Согласование линий. Стандарты: RS-422, RS-485
7. Источники вторичного электропитания электронных схем. Интегральные линейные стабилизаторы.

Примеры вопросов к дифференцированному зачёту

- Транзисторы: Биполярные и полевые. Основные схемы включения и модели
- Транзисторная схемотехника
- Принцип ООС и усилители
- Операционные усилители.
- Фильтры и генераторы.
- Принципы ФАПЧ
- Импульсные схемы. Базовые элементы логических схем.
- Цифро-аналоговое и аналогово-цифровое преобразования.
- Принципы цифровой передачи данных.
- Запоминающие устройства. Источники электропитания

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

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Аналоговая схемотехника»
по направлению подготовки 03.03.02 Физическая информатика**

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