

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Микроэлектроника для систем связи

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Сопряженная разработка программного и аппаратного обеспечения

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.03 Микроэлектроника для систем связи относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	<p>ПК-3.1: Знает методы анализа и исследования математических моделей в области фундаментальной информатики и информационных технологий</p> <p>ПК-3.2: Умеет определять ключевые свойства и ограничения системы</p>	<p>ПК-3.1: Знает принципы работы элементов аналоговых и цифровых устройств.</p> <p>ПК-3.2: Умеет подбирать элементную базу для разработки устройств в соответствии с ее характеристиками и поставленной задачей. Владеет методиками расчёта основных характеристик процессов, рассматриваемых в микроэлектронике, навыками применения методов, необходимых для рационального выбора элементной базы и конструкторских решений</p>	<p>Тест</p> <p>Практическое задание</p> <p>Практическая задача</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16

- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
1. Введение в микроэлектронику и системы связи	5	1		1	4
2. Физические основы полупроводниковых приборов	6	1	1	2	4
3. Интегральные схемы в системах связи	7	1	1	2	5
4. Архитектура и технологии изготовления ИС	9	1	2	3	6
5. Аналоговые микросхемы для передачи сигналов	10	2	2	4	6
6. Цифровые схемы в системах связи	14	2	2	4	10
7. Приемопередающие модули	14	2	2	4	10
8. Модуляция и демодуляция в аппаратной реализации	14	2	2	4	10
9. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	14	2	2	4	10
10. Микроэлектронные усилители и фильтры	14	2	2	4	10
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в микроэлектронику и системы связи

- Определение микроэлектроники.
- Роль электронных компонентов в системах связи.
- Современные тенденции.

2. Физические основы полупроводниковых приборов

- Электронно-дырочные переходы.
- Биполярные и полевые транзисторы.
- Принципы работы и применение.

3. Интегральные схемы в системах связи

- Классификация интегральных схем.
- Особенности аналоговых и цифровых ИС.
- Применение в радио- и сетевых устройствах.

4. Архитектура и технологии изготовления ИС

- Планарная технология, литография, травление.
- Современные техпроцессы и их влияние на производительность.
- Материалы и методы производства.

5. Аналоговые микросхемы для передачи сигналов

- Усилители высокой частоты.
- Смесители, фильтры, детекторы.
- Примеры реализации.

6. Цифровые схемы в системах связи

- Логические элементы на основе CMOS.
- FPGA и ASIC в коммуникационных задачах.
- Обработка сигнала в реальном времени.

7. Приемопередающие модули

- Архитектура приемопередающих цепей.
- RF-схемы.
- Преобразование сигналов.

8. Модуляция и демодуляция в аппаратной реализации

- Амплитудная, частотная, фазовая модуляция.
- Реализация на уровне микросхем.
- Примеры схем.

9. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи

- Принципы работы ЦАП и АЦП.
- Разрядность, частота дискретизации.
- Применение в системах связи.

10. Микроэлектронные усилители и фильтры

- Высокочастотные усилители.
- Полосовые и режекторные фильтры.
- Применение в передаче данных

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины включает выполнение самостоятельных и домашних заданий.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Какой из следующих терминов относится к высокочастотным транзисторам?
 - a) BJT
 - b) JFET
 - c) HEMT
 - d) UJT
2. Какое из следующих понятий связано с преобразованием аналогового сигнала в цифровой?
 - a) DAC
 - b) ADC
 - c) PLL
 - d) LNA
3. Какой из следующих процессов используется для усиления слабых сигналов?
 - a) Усилитель мощности
 - b) Усилитель напряжения
 - c) Low Noise Amplifier
 - d) Все вышеперечисленное
4. Какой из следующих процессов используется для изменения формы сигнала?
 - a) Демодуляция
 - b) Модуляция
 - c) Фильтрация
 - d) Все вышеперечисленное
5. Какой из следующих элементов используется для хранения данных в цифровых схемах?
 - a) Конденсатор
 - b) Резистор
 - c) Триггер
 - d) Диод
6. Какой из следующих процессов позволяет генерировать стабильную частоту?
 - a) VCO
 - b) PLL
 - c) DDS
 - d) Все вышеперечисленное

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Как минимум 80% правильных ответов в тесте
не зачтено	Менее 80% правильных ответов в тесте

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Исследование характеристик усилителя СВЧ-сигналов

- Сборка усилителя.
- Измерение коэффициента усиления.

2. Исследование АЦП и ЦАП

- Подключение АЦП.
- Измерение точности преобразования.

3. Модуляция и демодуляция сигналов

- Реализация АМ/ФМ модуляции.
- Измерение параметров сигнала.

4. Исследование фильтров

- Построение фильтра низких и высоких частот.
- Измерение АЧХ.

5. Исследование смесителя

- Сборка и проверка работы смесителя.
- Измерение выходного спектра.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть практических заданий, возможно с незначительными недочетами. Результаты заданий представлены преподавателю в срок
не зачтено	Выполнено менее половины практических заданий, есть существенные недочеты

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1. Нарисуйте схему простого усилителя СВЧ-сигналов.
2. Рассчитайте параметры усилителя на основе заданных условий.
3. Создайте таблицу истинности для цифрового модулятора.
4. Реализуйте схему АМ-модуляции.
5. Реализуйте схему FM-демодуляции.
6. Спроектируйте простой фильтр нижних частот.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	ответа		Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

.1. Контрольные вопросы (для зачета)

1. Что такое микроэлектроника?
Микроэлектроника — это раздел электроники, занимающийся разработкой и производством миниатюрных электронных компонентов, таких как интегральные схемы, на основе полупроводниковых материалов.
2. Какие основные компоненты используются в системах связи?
Усилители, модуляторы, демодуляторы, фильтры, АЦП/ЦАП, смесители, генераторы, PLL, антенны.
3. Что такое биполярный транзистор? Чем он отличается от полевого?
Биполярный транзистор управляется током базы, полевой — напряжением на затворе. Биполярные имеют меньшее входное сопротивление, полевые — высокое.
4. Как работает рп-переход?
При контакте р- и n-областей образуется обеднённая зона. При прямом смещении ток течёт, при обратном — блокируется (до пробоя).
5. Что такое MOSFET и где он применяется?
Полевой транзистор с изолированным затвором. Широко используется в цифровых и аналоговых ИС, особенно в CMOS-логике.
6. Какие виды интегральных схем существуют?
Аналоговые, цифровые, смешанные (аналогово-цифровые), специализированные (ASIC), программируемые (FPGA).
7. Какие преимущества имеют CMOS-схемы?
Низкое энергопотребление, высокая помехоустойчивость, масштабируемость, широкий диапазон питающих напряжений.
8. Что такое FPGA и как они связаны с системами связи?
Программируемая логическая матрица. Используется для реализации алгоритмов обработки сигналов в реальном времени.
9. Как работают RF-приемники и передатчики?
Приемник: антенна УВЧ смеситель ПЧ демодулятор сигнал.
Передатчик — обратный путь.
10. Что такое модуляция? Назовите виды модуляции.
Модуляция — изменение параметров несущей волны по закону сигнала.
Виды: AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, QAM.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Физические основы микроэлектроники / Смирнов В.А., Шуваева О.В. - Москва : Инфра-Инженерия, 2021., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=790306&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Васильева И. И. Системное и прикладное программирование : учебное пособие / Васильева И. И. - Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2019. - 130 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ЕГУ им. И.А. Бунина - Информатика. - ISBN 978-5-00151-039-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784007&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (Программирование) <http://window.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система <https://e.lanbook.com>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.