

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Трехгорный технологический институт–
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
Т.В.Труфанова
«25» _____ июня _____ 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОНИКИ»**

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2025

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель дисциплины «Интегральные устройства электроники» – дать целостное представление о конструкции интегральных микросхем, о взаимосвязи функциональных и конструктивно-технологических параметров микросхем; ознакомить с особенностями конструктивного решения интегральных микросхем на транзисторах различного типа.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Интегральные устройства электроники» являются приобретение обучающимися знаний в области проектирования интегральных устройств радиоэлектроники, как теоретической основы для прохождения практик и выполнения выпускной квалификационной работы; ознакомление студентов с основами конструкции и технологии изготовления интегральных микросхем и их компонентов, расчётами их параметров, способами испытаний; приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения лабораторных работ с применением интерактивных методов и закреплении соответствующих компетенций.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Интегральные устройства электроники» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана. Освоение обучающимися дисциплины опираются на знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- электроника;
- схемотехника электронных средств;
- физические эффекты в радиоэлектронике.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины, являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- технологические процессы производства радиоэлектронных систем;

– проектирование и производство радиоэлектронных систем;
а также при прохождении учебной, производственной практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Изучение дисциплины «Интегральные устройства электроники» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей и достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-3);
- способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-4).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

По завершении освоения программы учебной дисциплины студент должен:

знать:

- методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современного измерительного, диагностического и технологического оборудования (З-ОПК-3);
- основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации (З-ОПК-4);

уметь:

– подготавливать научные публикации на основе результатов исследований (У-ОПК-3);

– выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования (У-ОПК-4);

владеть:

– навыками использования методов решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий (В-ОПК-3);

– способами обработки, представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений (В-ОПК-4).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения

	решения (B18)	между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20) ; - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21) ; - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным

		эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»: - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27); - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов; 2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 8 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/ п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
8 семестр									
1	Раздел 1	1-4	4	-	8	4	УО1-2	Т1-4	10
2	Раздел 2	5-9	4	-	10	5	УО2-7	КР1-9	15
3	Раздел 3	10-13	4	-	8	4	УО3-11	Т2-13	10
4	Раздел 4	14-18	6	-	10	5	УО4-16	КР2-18	15
Итого			18	-	36	18			50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Классификация интегральных микросхем.

Тема 1.1. Предмет микроэлектроники.

Тема 1.2. Деление интегральных микросхем на полупроводниковые и гибридные.

Тема 1.3. Классификация интегральных микросхем по типу транзистора.

Тема 1.4. Классификация интегральных микросхем по функциональной сложности и функциональному назначению.

Раздел 2. Активные элементы интегральных микросхем.

Тема 2.1. Структура интегральных биполярных транзисторов.

Тема 2.2. Разновидности п-р-п- и р-п-р- биполярных транзисторов.

Тема 2.3. Структура интегральных МОП-транзисторов и их разновидности.

Тема 2.4. Интегральные полевые транзисторы.

Тема 2.5. Интегральные диоды.

Тема 2.6. Интегральные транзисторы на основе АПВІV соединений.

Раздел 3. Пассивные элементы интегральных микросхем.

Тема 3.1. Резисторы полупроводниковых интегральных микросхем.

Тема 3.2. Тонкопленочные резисторы гибридных интегральных микросхем.

Тема 3.3. Конденсаторы полупроводниковых интегральных микросхем.

Тема 3.4. Тонкопленочные конденсаторы гибридных интегральных микросхем.

Тема 3.5. Пленочные катушки индуктивности.

Раздел 4. Основные схемотехнические структуры интегральной микроэлектроники.

Тема 4.1. Методы изоляции интегральных структур.

Тема 4.2. Интегральные схемы на биполярных структурах.

Тема 4.3. Структуры интегральных схем на МОП и КМОП - транзисторах.

Тема 4.4. Структура элементов памяти на ЛИПЗМПД- транзисторах.

Тема 5.1. Интегральные структуры оптоэлектроники.

Тема 5.2. Интегральные структуры акустоэлектроники.

Тема 5.3. Интегральные структуры магнитоэлектроники.

4.2. Тематический план практических работ

1. Исследование вольт-амперных характеристик (ВАХ) полупроводниковых элементов интегральных схем.

2. Моделирование аналого-цифровых схем.

3. Анализ паразитных эффектов в ИС.

4. Составление последовательности технологических операций изготовления фрагмента интегральной микросхемы.

5. Составление топологии фрагмента интегральной микросхемы в гибридном исполнении.

6. Составление последовательности технологических операций изготовления фрагмента ГИС.

7. Расчет геометрических размеров областей активных и пассивных элементов фрагмента интегральной микросхемы, выбор конструкции и технологии изготовления.

8. Прорисовка топологии фрагмента интегральной микросхемы по вариантам.

4.3 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельное изучение лекционного материала по темам:

1. Технология изготовления тонкопленочных гибридных интегральных схем, танталовая технология, алюминиевая технология. Материалы тонкопленочных элементов, подложек, проводников и контактных площадок;

2. Конструктивное исполнение гибридных интегральных схем. Связь конструктивных параметров и электрических параметров;

3. Элементы криоэлектроники. Структура, топология, основные параметры.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Гуляев Ю. В. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы: учебник для вузов / под редакцией Ю. В. Гуляева. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 460 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/584044>.

2. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 326 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/561577>.

3. Комиссаров Ю. А. Основы электротехники, микроэлектроники и управления: учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент, Г. И. Бабокин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 601 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/587298>.

4. Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника: учебник для вузов / В. Ш. Берикашвили. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 242 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/585946>.

7.2 Дополнительная литература

1. Асеев, А. Л. Полупроводники и нанотехнологии: учебник для вузов / А. Л. Асеев. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 152 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/568929>.

2. Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 463 с. – (Высшее образование). – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/598386>.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет электрических машин и аппаратов для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Epson;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6" с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Комплект учебного оборудования «Основы электрических машин и электропривода» – 3 шт.;

Комплект учебного оборудования «Электрические аппараты» – 3 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы – 4 шт.,

Столы ученические – 12 шт.,

Стулья ученические – 24 шт.