

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Конструирование микро- и наносистем
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Микро- и наноэлектроники
Учебный план	11.03.04_25_00.plx 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,65	0,65	0,65	0,65
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,65	66,65	66,65	66,65
Контактная работа	66,65	66,65	66,65	66,65
Сам. работа	53,3	53,3	53,3	53,3
Часы на контроль	44,35	44,35	44,35	44,35
Письменная работа на курсе	15,7	15,7	15,7	15,7
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Рыбин Николай Борисович

Рабочая программа дисциплины

Конструирование микро- и наносистем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 03.06.2025 г. № 8

Срок действия программы: 2025 - 2029 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Микро- и наноэлектроники

Протокол от ____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Формирование профессиональных знаний в области конструирования и проектирования элементов и схем микро- и нанoeлектроники в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение активных и пассивных элементов полупроводниковых интегральных и гибридных интегральных микросхем;
1.4	- изучение основных элементов нанoeлектроники;
1.5	- изучение методов проектирования и конструирования приборов микро- и нанoeлектроники.
1.6	- формирование навыков и умений исследовательской и инженерной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Схемотехника микрoeлектронных устройств
2.1.2	Элементы электронной техники
2.1.3	Информационные технологии
2.1.4	Тепловые процессы в электронике
2.1.5	Твердотельная электроника
2.1.6	Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах
2.1.7	Технологические процессы нанoeлектроники
2.1.8	Схемотехника микрoэлектромеханических устройств
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Функциональные узлы электронных устройств
2.2.3	Неупорядоченные полупроводники
2.2.4	Оптоэлектроника и квантовая оптика
2.2.5	Преддипломная практика
2.2.6	Производственная практика
2.2.7	Интеллектуальные адаптивные материалы
2.2.8	Оптоэлектронные приборы и их применение
2.2.9	Сложнофункциональные аналоговые устройства

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов	
ПК-1.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	
Знать	
Уметь	
Владеть	
ПК-1.2. Проводит тепловой расчет и анализ потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	
Знать	
Уметь	
Владеть	

ПК-4: Способен разрабатывать принципиальные электрические схемы отдельных аналоговых блоков и всего аналогового СФ-блока	
ПК-4.1. Проведит оценочный расчет параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом	
Знать	
Уметь	
Владеть	
ПК-4.2. Разрабатывает уточненный (полный) вариант схемотехнического описания всего аналогового СФ-блока	
Знать	
Уметь	
Владеть	

ПК-5: Способен разрабатывать технологические маршруты и изготовления пассивной части и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"	
ПК-5.3. Контролирует параметры и оценивает качество сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"	
Знать	
Уметь	
Владеть	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	современные операции микро- и нанотехнологии, базовые технологические процессы создания компонентов твердотельной электроники и интегральных микросхем, основные свойства и области применения материалов электронной техники, основы физики твердого тела
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных, применение которых возможно при проектировании и конструировании микро- и наносистем
3.3	Владеть:
3.3.1	начальными навыками работы с программными средствами, применение которых возможно при проектировании и конструировании микро- и наносистем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Общие сведения о проектировании и конструировании.					
1.1	Определения, цели и задачи дисциплины. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
1.2	Методы и этапы проектирования. Основные задачи конструирования /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	Экзамен.
1.3	Общие сведения о проектировании и конструировании /Ср/	7	8		Л1.1Л2.1	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 2. Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов для микросистем.					
2.1	Резисторы ИМС. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
2.2	Разновидности структур и топологии диффузионных резисторов. /Лек/	7	1		Л1.1Л2.1	Экзамен.
2.3	Методы расчета и проектирования резисторов. /Лек/	7	1		Л1.1Л2.1	Экзамен.

2.4	Изучение топологии полупроводниковых интегральных схем /Лаб/	7	4		Л3.1	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
2.5	Конденсаторы ИСМ. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
2.6	Конденсаторы на основе барьерной емкости р-п переходов. Проектирование топологии. /Лек/	7	1		Л2.1	Экзамен.
2.7	Интегральные диоды /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
2.8	Структура и топологии дискретных выпрямительных диодов. Математическая модель, эквивалентная схема особенности проектирования и конструирования диодов. /Лек/	7	1		Л2.1	Экзамен.
2.9	Интегральные транзисторы. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
2.10	Проектирование и разработка топологии биполярных транзисторов /Лек/	7	1		Л2.1	Экзамен.
2.11	Проектирование и конструирование полевых транзисторов /Лек/	7	1		Л2.1	Экзамен.
2.12	Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов для микросистем /Ср/	7	9		Л2.1	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 3. Полупроводниковые интегральные микросхемы.					
3.1	Проектирование полупроводниковых интегральных микросхем. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
3.2	Классификация ИМС и тенденции их развития. Задачи и проблемы разработки ИМС. Методы проектирования. /Лек/	7	2		Л1.1Л2.1	Экзамен.
3.3	Схемотехническое проектирование. Топологическое проектирование ИМС. /Лек/	7	2		Л1.1	Экзамен.
3.4	Конструирование ИМС. Конструкции полупроводниковых ИМС и БИС. Тепловые режимы полупроводниковых приборов и ИМС. Разработка и оформление конструкторской документации. /Лек/	7	2		Л1.1	Экзамен.
3.5	/Лаб/	7	4		Л3.1	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
3.6	Проектирование и конструирование интегральных микросхем /Ср/	7	9		Л1.1Л2.1	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 4. Гибридные ИМС					
4.1	Тонкопленочные ГИМС. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
4.2	Материалы элементов тонкопленочных ГИМС. Методы формирования элементов тонкопленочных ГИМС. Компоненты ГИМС. /Лек/	7	2		Л1.1Л2.1	Экзамен.
4.3	Расчет конструкций тонкопленочных резисторов. /Лек/	7	2		Л1.1Л2.1	Экзамен.

4.4	Расчет конструкций тонкопленочных конденсаторов. Конструирование и технологические ограничения при проектировании тонкопленочных ГИМС. /Лек/	7	2		Л1.1Л2.1	Экзамен.
4.5	Расчет топологии тонкопленочного резистора /Лаб/	7	4		Л3.3	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
4.6	Расчет топологии тонкопленочного конденсатора /Лаб/	7	4		Л3.2	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
4.7	Конструирование и технология гибридных интегральных микросхем /Ср/	7	9		Л1.1Л2.1	Аналитический отчет. Экзамен.
4.8	Толстопленочные ГИМС. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
4.9	Конструирование и технология толстопленочных ГИМС. /Лек/	7	2			Экзамен.
	Раздел 5. Наноматериалы и наноструктуры					
5.1	Углеродные наноматериалы /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
5.2	Углеродные молекулы. Природа углеродной связи. Углеродные кластеры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. /Лек/	7	1		Л2.2 Л2.3	Экзамен.
5.3	Методы получения углеродных наноструктур: фуллеренов, нанотрубок, графена. /Лек/	7	1			Экзамен.
5.4	Наноструктуры на основе кремния. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
5.5	Методы получения наноструктур на основе кремния. Полупроводниковые наногетероструктуры. Методы получения полупроводниковых наногетероструктур. /Лек/	7	2		Л2.2 Л2.3	Экзамен.
5.6	Получение элементов наноэлектроники. /Пр/	7	8		Л2.2 Л2.3	Контрольная работа
5.7	Получение элементов наноэлектроники. /Ср/	7	9		Л2.2 Л2.3	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 6. Проектирование и конструирование наносистем.					
6.1	Проектирование и конструирование наносистем. /Тема/	7	0			Аналитический отчет. Экзамен.
6.2	Наноинженерия. Сборка наносистем с помощью сканирующего зондового микроскопа. Сборка с помощью наномашин. /Лек/	7	2		Л2.2 Л2.3	Экзамен.
6.3	Самосборка электронных микросхем. Наносборка углеродных нанотрубок. Наносборка с помощью лазера. /Лек/	7	2		Л2.2 Л2.3	Экзамен.
6.4	Литографические методы создания наносистем /Лек/	7	2		Л2.2 Л2.3	Экзамен.
6.5	Проектирование и конструирование наносистем /Пр/	7	8		Л2.2 Л2.3	Контрольная работа

6.6	Проектирование и конструирование наносистем /Ср/	7	9,3		Л2.2 Л2.3	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 7. Промежуточная аттестация					
7.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа /Тема/	7	0			
7.2	Подготовка курсового проекта /КПКР/	7	15,7			Контрольные вопросы.
7.3	Защита курсового проекта /ИКР/	7	0,3			Контрольные вопросы.
7.4	Подготовка к экзамену /Экзамен/	7	44,35			Контрольные вопросы.
7.5	Консультация перед экзаменом /Кнс/	7	2			
7.6	Прием экзамена /ИКР/	7	0,35			Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Конструирование микро- и наносистем"").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Коледов Л. А.	Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 400 с.	978-5-8114-0766-8, https://e.lanbook.com/book/167750
Л1.2	Попов В. Д., Белова Г. Ф.	Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении	Санкт-Петербург: Лань, 2022, 208 с.	978-5-8114-1375-1, https://e.lanbook.com/book/211199

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Коледов Л.А.	Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб.для вузов	М.:Радио и связь, 1989, 400с.	5-256-00142-6, 1
Л2.2	Пул Ч., Оуэнс Ф.	Нанотехнологии : Учеб.пособие	М.:Техносфера, 2006, 336с.	5-94836-081-4, 1
Л2.3	Вихров С.П., Вишняков Н.В.	Диагностика нанообъектов. Наноматериалы. Нанoeлектроника	Рязань: Сервис, 2012, 208 с.	978-5-83403-059-3, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Авачев А.П., Воробьева Ю.В., Мишустин В.Г., Фомин П.А.	Физико-химические основы технологических процессов микро- и наноэлектроники. Ч.1 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011,	, https://elib.rsre.ru/ebs/download/965
ЛЗ.2	Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б., Кусакин Д.С.	Конструирование микро- и наносистем. Проектирование топологии тонкопленочного конденсатора : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elib.rsre.ru/ebs/download/1893
ЛЗ.3	Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б.	Конструирование микро- и наносистем : метод. указ. к лаб. работе № 1	Рязань, 2017, 16с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронная библиотека РГРТУ
----	------------------------------

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10	Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно
Mathcad University Classroom	Бессрочно. Лицензия на ПО PKG-7517-LN, SON – 2469998, SCN – 8A1365510

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	51 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы 30 мест, мультимедиа проектор benQ Pб 6200, доска магнитно-маркерная, компьютер, экран настенный
2	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Конструирование микро- и наносистем").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

22.06.25 12:14 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

22.06.25 12:14 (MSK)

Простая подпись