

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«КОНСТРУИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ»

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 26.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Конструирование микро- и наносистем» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-5 Готовность рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения и компонентов нано- и микросистемной техники	ПКР-5.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-5.1	Знает: Микромеханические и термоэлектрические сенсоры. Основные стадии и этапы проектирования по содержанию их задач. Классификацию задач проектирования по степени новизны. Методы расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем. Умеет: анализировать информацию для выбора оптимальных и обоснованных решений при проектировании наноконструкций. Владеет: навыками работы с микромеханическими, термоэлектрическими и оптическими датчиками	Знать базовые принципы конструирования и проектирования микро- и наносистем; знать основные компоненты микро- и наносистем, их устройство и принцип работы Уметь анализировать информацию для обоснованного выбора оптимальных решений при проектировании и конструировании микро- и наносистем. Владеть методами расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Конструирование микро- и наносистем» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информационные технологии», «Мехатроника и микроэлектромеханика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Материалы и элементы электронной техники», «Микрооптика и фотоника»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	45	45
лекции	18	18
лабораторные работы	18	18
практические/семинарские занятия	9	9
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	27	27
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Структура систем автоматизированного проектирования, виды обеспечения САПР	1	5	2, 5	6			1, 2, 3	27	Отчет
2	Типовые технологические процессы формирования изделий микросистемной техники.	2	2	4	4	1	2			Отчет
3	Проектирование топологии мембранных элементов микросистем.	3	8	3	2	2, 3	7			Отчет
4	Резистивные мостовые схемы.	4	3	1, 6	6					Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		18		18		9		63	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Структура систем автоматизированного	Понятие системы автоматизированного проектирования Цели создания и задачи САПР

	проектирования, виды обеспечения САПР	Структура САПР Подсистемы САПР Компоненты и обеспечение Классификация САПР Проектирование. Типовая схема проектирования Системы автоматизации производства Обзор современных САПР
2	Типовые технологические процессы формирования изделий микросистемной техники.	Классификация металлов, сплавов, пассивных и активных диэлектрических и магнитных материалов, полупроводников и их соединений, композиционных материалов по их физико-химическим, электрическим и оптическим свойствам и назначению; основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, приборов и устройств на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементная база, типовое оборудование.
3	Проектирование топологии мембранных элементов микросистем.	Методика расчета эквивалентных механических параметров мембран сложной топологии для элементов микросистемной техники. Проектирование сенсорных и актуаторных элементов.
4	Резистивные мостовые схемы.	Чувствительность. Источники погрешностей. Начальный разбаланс. Нелинейность преобразования. Температурные погрешности. Саморазогрев.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Тензодатчик на гибкой пластине	4
2	Датчик давления, пьезодатчик	2
3	Сонар, ИК датчик	2
4	Оптический датчик положения, датчик магнитного поля	4
5	Энкодер	4
6	Мостовой датчик температуры	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Униполярные (полевые) транзисторы	2
2	Биполярные транзисторы	3
3	Интегральные микросхемы	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	7
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
3	Проработка разделов теоретического материала	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Основной задачей практических занятий студентов является закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Цель работы – научиться ориентироваться в теоретическом материале, получить навыки расчета схем с использованием полупроводниковых элементов. практического использования высокотехнологичных микросистем

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Основной задачей лабораторных работ студентов является закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Цель работы – научиться ориентироваться в теоретическом материале, получить навыки практического использования высокотехнологичных микросистемных элементов.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студентом проводится с целью:

- подготовки к конкретным видам занятий;
- для углубления знаний по учебной дисциплине;
- для расширения кругозора.

Самостоятельная подготовка к конкретным видам занятий включает:

- подготовку к очередной лекции;
- подготовку к практическим работам.

Подготовка к очередной лекции имеет целью освежить в памяти материал предыдущей лекции. При этом также выполняются задания, которые были предложены преподавателем для СРС по теме лекции. Для выяснения всех возникших вопросов используется рекомендованная литература или любая другая литература по теме дисциплины.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Отчет

Описание процедуры.

студентам предлагается написать письменный ответ по теме занятия

Критерии оценивания.

оценивается активность участия студента в коллективном обсуждении и уровень размышлений на данную тему.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-5.1	Демонстрирует знание основных компонентов микро- и наносистем, основных стадий и этапов при конструировании и проектировании микро-и наносистем; владеет методами расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем; на основе имеющейся информации способен выбрать и обосновать оптимальное решение при проектировании наноконструкций.	ПКР-5.1 Знает: Микромеханические и термоэлектрические сенсоры. Основные стадии и этапы проектирования по содержанию их задач. Классификацию задач проектирования по степени новизны. Методы расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем. Умеет: анализировать информацию для выбора оптимальных и обоснованных решений при проектировании наноконструкций. Владеет: навыками работы с микромеханическими,

		<p>термоэлектрическими и оптическими датчиками</p> <p>Демонстрирует знание основных компонентов микро- и наносистем, основных стадий и этапов при конструировании и проектировании микро-и наносистем; владеет методами расчета и моделирования базовых процессов при изготовлении компонентов микро- и наносистем; на основе имеющейся информации способен выбрать и обосновать оптимальное решение при проектировании наноконструкций.</p> <p>Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий</p>
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Успешному проведению экзамена способствует систематическое посещение лекционных, практических и семинарских занятий, тщательная проработка вопросов, выносимых на

обсуждения на групповых занятиях и самостоятельная подготовка обучающихся. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с вопросами, составить структурно-логическую схему ответа на каждый вопрос, используя при этом материалы лекционных практических и семинарских занятий, рекомендуемую преподавателем литературу. При возникновении сложностей в процессе подготовки к экзамену необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

Экзамены являются заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеют целью проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Экзамен проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины. В экзаменационный билет включены два теоретических вопроса из разных разделов программы.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ	Не дал ответа по вопросам билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки ответы на все вопросы; не смог ответить на дополнительные и уточняющие вопросы. Неудовлетворительная оценка выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы билета

практических задач			
-----------------------	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Черняев Владимир Николаевич. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров : учеб. для вузов по спец. "Конструирование и пр-во электронно-вычислительной аппаратуры", "Конструирование и производство радиоаппаратуры" / Владимир Николаевич Черняев, 1987. - 463.
2. Малышева Идея Александровна. Технология производства интегральных микросхем : учеб. для сред. спец. учеб. заведений по спец. 2002 "Пр-во изделий электрон. техники". / Идея Александровна Малышева, 1991. - 343.
3. Рыжиков И. Н. Основы компьютерного моделирования : учебное пособие / И. Н. Рыжиков, 2019. - 108.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Ибрагимов И. М. Основы компьютерного моделирования наносистем : учебное пособие / И. М. Ибрагимов, А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, 2010. - 376.
2. Рыжиков И. Н. Основы компьютерного моделирования : учебное пособие для студентов заочной формы обучения / И. Н. Рыжиков, 2024. - 108.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в

том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.