



Согласовано, декан ФФ

Блинов В.Е.

2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования микросхем

направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**

Профиль: **Прикладные математика и физика. Информационные процессы и системы**

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	Зачет	Дифференциро ванный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	108	32	32		36	6			2	
Всего 108 часов / 3 зачётные единицы, из них: - контактная работа 66 часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2024

Содержание

Содержание:

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	3
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
5. Перечень учебной литературы	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	8
Приложение 1 Аннотация по дисциплине	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	ПК 1.2 Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности.	<p><u>Знать:</u> основы планарной технологии полупроводникового производства</p> <p><u>Уметь:</u> моделировать процессы, приборы и блоки СБИС, связывать технологические параметры с характеристиками приборов</p> <p><u>Владеть:</u> ПО для проектирования электронных устройств (Cadence Design Systems) и моделирования процессов и приборов (Sentarius TCAD)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы проектирования микросхем» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика. Данная дисциплина развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Дисциплина дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения проектов на стыке областей физики, математики и информационных технологий.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 3 з.е. (108 часов)

Форма промежуточной аттестации: 1 семестр – дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Семестр
		1
1	Лекции, час	32
2	Практические занятия, час	32
3	Лабораторные занятия, час	-
4	Занятия в контактной форме, час, из них	66

5	из них аудиторных занятий, час	64
6	в электронной форме, час	-
7	консультаций, час	-
8	промежуточная аттестация, час	2
9	Самостоятельная работа, час	42
10	Всего, час	108

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

Лекции (32 часа)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Введение: разнообразие разработчиков и производителей СБИС Основные направления развития физики и техники полупроводников. Структура полупроводникового производства, место разработчика СБИС в этой структуре. Общие направления разработки интегральных микросхем.	2
Кристаллическая структура. Примеси. Проводимость полупроводников Кристаллическая структура. Энергетические зоны. Энергия Ферми. Носители заряда. Генерация и рекомбинация электронов и дырок. Тепловая генерация, концентрация носителей при термодинамическом равновесии. Собственные и примесные полупроводники. Примеси, донорные и акцепторные примеси. Компенсация. Уравнение электронейтральности, закон действующих масс, температурная зависимость энергии Ферми. Явления переноса. Диффузия. Дрейф в электрическом поле. Зависимость дрейфовой скорости от электрического поля и температуры, подвижность. Барьеры на границе. Поверхностные состояния. Работа выхода.	4
<u>Контакт металл-полупроводник, p-n переход: ВАХ и ВФХ</u> Зонные диаграммы. Эффект Шоттки. Омический контакт. Режимы обеднения и обогащения. Обеднённый слой и барьерная ёмкость. Процесс переноса заряда. Вольтамперные характеристики. Структуры приборов.	4
<u>МДП транзистор. Сток-исток и затвор-сток характеристики</u> Принцип действия полевого транзистора. Основные характеристики приборов. Зонная диаграмма МДП структур. Ёмкость и эквивалентные схемы МДП структур. Вольт-фарадные характеристики. Теория работы МДП транзистора и его основные характеристики. Типы МДП транзисторов (MOSFET, FinFET). High-к диэлектрики. Комплементарные МДП схемы. Технология МДП структур, масштабирование.	4
Боковая изоляция. Металлизация Изоляция p-n переходами. LOCOS. Shallow Trench Isolation (STI). Deep Trench Isolation (DTI).	4

EDA Cadence Лекция по маршрутам проектирования. Аналоговый дизайн и цифровой дизайн. Этапы разработки, различия маршрутов. Компоненты программного пакета EDA Candece Design System. Топологическое представление КМОП транзисторов. Верификация топологии. Проверка конструкторских правил проектирования (DRC). Проверка соответствия топологии электрической принципиальной схеме (LVS).	6
Базовые элементы ИС Краткий обзор «стандартизованной» модели МОП-транзисторов BSIM3v3. Основы схемотехнического моделирования (анализ по постоянному току на примере ВАХ транзисторов, анализ переходных процессов, моделирование шума, вольт-фарадная характеристика. температурные зависимости).	4
Паразитные ёмкости и сопротивления Экстракция паразитных ёмкостей и сопротивлений из топологии. Моделирование с учётом паразитных ёмкостей. Статические и динамические логические элементы. D-триггер, ячейка памяти.	4

Практические занятия (32 часов)

Содержание практического занятия	Объем, час
Ознакомление с работой в терминале ОС Linux (базовые команды). Изучение номенклатуры программного обеспечения для моделирования приборов, технологии, элементов СБИС: Sentarius TCAD, Cadence EDA, Simence (Mentor Graphics) EDA, LayoutEditor. Изучение компонентов Sentarius TCAD: оболочка swb, среда моделирования процессов sprocess, среда моделирования устройств sdevice. Загрузка существующего проекта. Запуск проекта. Просмотр результатов.	2
Редактор конструкции приборов, границ и материалов (sde). Построение и уточнение сетки (sde, smesh, mgoals). Моделирование технологии, создания рельефа, легирования кремния и активации/отжига примеси (sprocess). Расчёт проводимости собственного и легированного кремния, задание параметров материала и изменение/дополнение физических процессов в материале и приборе (sdevice. PMI).	4
Создание структур (n,p)-Si/Au и (n,p)-Si/Al. Моделирование ВАХ, ВФХ и АЧХ (sdevice): эффект Шоттки и омический контакт. Визуализация результатов расчётов (svisual) и экстракция параметров (sdevice, svisual, inspect, python, tcl). Создание структур p-Si/n-Si. Моделирование ВАХ и ВФХ (sdevice). Визуализация результатов расчётов и экстракция параметров (svisual).	4
Создание структуры МПД транзистора с индуцированным каналом n-типа (p-типа) (sde, sprocess). Моделирование сток-исток и затвор-сток ВАХ (sdevice). Визуализация пространственных распределений концентрации носителей заряда в закрытом и активном режимах. (svisual). Моделирование работы FinFET транзистора. (sdevice). Основные простые модели (compact models).	4
Моделирование металлизации структуры 6-транзисторной SRAM ячейки памяти (sinterconnect).	4
Компоненты программного пакета EDA Candece Design System. Подготовка среды окружения для работы с программными продуктами Cadence. Знакомство с инструментом проектирования аналоговых микросхем Cadence IC Virtuoso.	6

Освоение пакета схемотехнического проектирования. Редактор топологии. Топологическое представление КМОП транзисторов. Верификация топологии. Проверка конструкторских правил проектирования (DRC). Проверка соответствия топологии электрической принципиальной схеме (LVS).	
Основы схемотехнического моделирования МОП-транзисторов (анализ по постоянному току, анализ переходных процессов, моделирование шума, вольт-фарадная характеристика, температурные зависимости). Кольцевой генератор. Монте-Карло моделирование разброса параметров транзисторов.	4
Экстракция паразитных ёмкостей и сопротивлений из топологии. Моделирование с учётом паразитных ёмкостей. Статические и динамические логические элементы. D-триггер, ячейка памяти.	4

Проведение семинарских занятий осуществляется в форме практической подготовки, предусматривающей участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью в области информационных технологий, связанных с проведением научных и практических работ.

Самостоятельная работа студентов (42 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	26
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	10
Подготовка к дифференцированному зачету	6

5. Перечень учебной литературы

1. Квон З. Д., Попов Л. К. Электроны и дырки в тонких слоях полупроводников: учебное пособие. Ч. 1., Новосибирск: НГУ, 2010, – 122 с., ISBN 978-5-94356-959-3 (6 экз.)
2. Шамирзаев Т.С. Твердотельная электроника: учебное пособие. / Новосибирск: НГУ, 2014. – 91 с. (10 экз.)
3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников: учеб. пособие. СПб: Лань, 2008.
4. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов: В 2 кн. / С.М. Зи; Пер. с англ. В.А. Гергеля, В.В. Ракитина. Под ред. Р.А. Суриса. – 2-е изд. – М: Мир, 1984. – 456 с. (Кн. 1), 456 с. (Кн. 2). (2 экз.)
5. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1990. – 685 с., ISBN 5-02-014032-5 (39 экз.)
6. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. М.: Лаб. Базовых Знаний, 2003. – 488 с., ISBN 5-93208-045-0 (87 экз.)
7. Казеннов Г.Г., Основы проектирования интегральных схем и систем, М.: БИНОМ, 2005. – 295 с., ISBN 5-94774-232-2 (1 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Макаров Е. А., Мясников А. М. Приборно-технологическое моделирование с помощью пакета Sentaurus TCAD. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 116 С. ISBN 978-5-7782-1049-3.
2. Li S., Fu Y. 3D TCAD Simulation for Semiconductor Processes, Devices and Optoelectronics. Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2012. – 310 Pp. DOI 10.1007/978-1-4614-0481-1. ISBN 978-1-4614-0480-4. e-ISBN 978-1-4614-0481-1 (эл.).
3. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебное пособие. М: Юрайт, 2011, 463с.
4. Гриценко В.А., Перевалов Т.В. Физика диэлектрических пленок: атомная и электронная структура. Новосибирск: Автограф, 2015. – 234 с.
5. Гриценко В.А., Исламов Д.Р. Физика диэлектрических пленок: механизмы транспорта заряда и физические основы приборов памяти. Новосибирск: Параллель, 2017. – 252 с.

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;
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), edX (www.edx.org);
- Веб-страницы ведущих международных центров СИ.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

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 приложения для работы с документами и презентациями.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

- Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;
- 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».

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 и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости осуществляется контролем посещения занятий обучающимися и работа на семинарских занятиях.

Промежуточная аттестация:

Для успешного прохождения курса обучающиеся должны продемонстрировать знания основ топологического проектирования и технологий производства полупроводниковых приборов и моделирования технологических процессов.

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в устной форме путем ответов на вопросы, освещаемые во время учебных занятий.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Основы проектирования микросхем»

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ПК-1	ПК 1.2 Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности	<u>Знать:</u> основы планарной технологии полупроводникового производства	Дифференцированный зачет.
		<u>Уметь:</u> моделировать процессы, приборы и блоки СБИС, связывать технологические параметры с характеристиками приборов	Работа на семинарских занятиях при обсуждении типовых ошибок, затруднений, а также идей по решению задач рамках дисциплины.
		<u>Владеть:</u> ПО для проектирования электронных устройств (Cadence Design Systems) и моделирования процессов и приборов (Sentarius TCAD)	Работа на семинарских занятиях при решении задач в рамках дисциплины.

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ответ наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – ответ дан полностью. <p>Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. В ответе обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p>	Отлично
<p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ответ наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, – неполнота реализации выбранных методов, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – ответ дан полностью. <p>Отвечает на дополнительные вопросы. В ответе обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. 	Хорошо
<p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, 	Удовлетворительно

<p>– корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок,</p> <p>– фрагментарность раскрытия темы.</p> <p>При ответах на вопросы допускает ошибки.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <p>– теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплён ссылками на научную литературу и источники,</p> <p>– частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей,</p> <p>– самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений,</p> <p>– корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок,</p> <p>– наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.</p>	
<p><u>Устный опрос:</u></p> <p>– отсутствие теоретического и фактического материала, подкреплённого ссылками на научную литературу и источники,</p> <p>– непонимание причинно-следственных связей,</p> <p>– компилятивное, неосмысленное, нелогичное и неаргументированное изложение материала,</p> <p>– грубые ошибки в применении терминов и понятий,</p> <p>– фрагментарность раскрытия темы,</p> <p>– неподготовленность ответа на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <p>– фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкреплённое ссылками на научную литературу и источники,</p> <p>– непонимание причинно-следственных связей,</p> <p>– отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала,</p> <p>– грубые ошибки в применении терминов и понятий,</p> <p>– отсутствие ответов на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

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

Пример вопросов на лекциях

- Технологии полупроводникового производства. Материалы. Структуры и приборы. Степень интеграции.
- Сырьё для получения полупроводникового кремния. Этапы получения полупроводникового кремния.
- Основы планарной технологии. Создание рельефа. Осаждение. Травление. Процессы получения оксида кремния. Литография. Легирование. Металлизация.
- Контакты металл-металл, металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник, полупроводник-диэлектрик. p-n переход.
- High-к и Low-к диэлектрики.
- Изоляция элементов СБИС.

- Металлизация. Паразитные ёмкости и сопротивления.
- Статические и динамические логические элементы.
- D-триггер.
- Ячейка памяти.

Примеры вопросов к дифференцированному зачёту

- Производители и разработчики интегральных схем.
- Металлы, полупроводники, диэлектрики.
- Кристаллическая структура. Запрещённая зона. Примеси. Ловушки.
- Носители заряда. Концентрация, подвижность, проводимость.
- Контакт металл-полупроводник. Эффект Шоттки. Омический контакт. Вольтамперные характеристики. Пробой и пробивное напряжение. Структуры приборов.
- p-n переход. Вольтамперные и фолт-фарадные характеристики.
- МДП транзистор. Основные характеристики приборов. Типы МДП транзисторов. High-к диэлектрики.
- Технология МДП структур, масштабирование. Комплементарные МДП схемы.
- Изоляция элементов СБИС.
- Металлизация. Паразитные ёмкости и сопротивления. Low-к диэлектрики.
- Верификация топологии.
- Проверка конструкторских правил проектирования (DRC).
- Проверка соответствия топологии электрической принципиальной схеме (LVS).
- Статические и динамические логические элементы.
- D-триггер.
- Ячейка памяти.

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

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Основы проектирования микросхем»**

[illegible]

**Аннотация рабочей программы дисциплины
«Основы проектирования микросхем»**

направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**

Профиль: **Прикладные математика и физика. Информационные процессы и системы**

Программа дисциплины «**Основы проектирования микросхем**» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется кафедрой автоматизации физико-технических исследований физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) для обучающихся магистратуры.

Цель дисциплины – изучение основ топологического проектирования и технологий производства полупроводниковых приборов и моделирования технологических процессов.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающихся профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	ПК 1.2 Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности.	<p><u>Знать:</u> основы планарной технологии полупроводникового производства</p> <p><u>Уметь:</u> моделировать процессы, приборы и блоки СБИС, связывать технологические параметры с характеристиками приборов</p> <p><u>Владеть:</u> ПО для проектирования электронных устройств (Cadence Design Systems) и моделирования процессов и приборов (Sentarius TCAD)</p>

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов и дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: работа на семинарских занятиях.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

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