

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Леготин Сергей Александрович

Рабочая программа

Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ППЭ и ФПП

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компетенций в соответствии с учебным планом:
1.2	изучение основ конструирования и расчета параметров элементов интегральных микросхем (ИМС); разработки топологии ИМС, расчета конструкций элементов ИМС; автоматизации проектирования ИМС.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.2	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.4	Технология материалов электронной техники	
2.1.5	Физика диэлектриков	
2.1.6	Физика конденсированного состояния	
2.1.7	Физика магнитных явлений	
2.1.8	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.9	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.10	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.12	Статистическая физика	
2.1.13	Физические свойства кристаллов	
2.1.14	Электроника	
2.1.15	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.16	Методы математической физики	
2.1.17	Основы квантовой механики	
2.1.18	Практическая кристаллография	
2.1.19	Физика	
2.1.20	Физическая химия	
2.1.21	Электротехника	
2.1.22	Математика	
2.1.23	Органическая химия	
2.1.24	Информатика	
2.1.25	Химия	
2.1.26	Аналитическая геометрия	
2.1.27	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.2	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
2.2.3	Магнитные измерения	
2.2.4	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.2.5	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.2.6	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.2.7	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.8	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники	
2.2.9	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.2.10	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.2.14	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.15	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.16	Элементы и устройства магнитоэлектроники	

2.2.17	Методы математического моделирования
2.2.18	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур
2.2.19	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники
2.2.20	Оформление результатов научной деятельности
2.2.21	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.22	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.2.23	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.24	Физика наноструктур
2.2.25	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.26	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике
2.2.27	Компьютерные технологии в исследованиях материалов электроники и нанoeлектроники
2.2.28	Компьютерные технологии в научных исследованиях
2.2.29	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.30	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.31	Микросхемотехника
2.2.32	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.33	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.34	Планирование научной деятельности
2.2.35	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.36	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.37	Приборы и устройства магнитоэлектроники
2.2.38	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.39	Программирование микроконтроллеров
2.2.40	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.41	Технология наногетероструктур
2.2.42	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.43	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.44	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.45	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.46	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.47	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.48	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.49	Физика и техника магнитной записи
2.2.50	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.51	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.52	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.53	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.54	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-2-31 Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.

ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

Знать:

ОПК-4-31 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, поиск информационных источников

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-2-32 Методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий микроэлектроники.
ЦПК-3: Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов
Знать:
ЦПК-3-31 Знать алгоритмы обработки данных для создания ЭКБ
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Знать:
ПК-4-31 Современные специализированные САПР.
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-2-31 Знать основные приемы обработки и представления полученных экспериментальных данных
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Знать:
УК-1-31 Знать методы для анализ и синтез информации при проектировании ЭКБ
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Уметь:
ПК-4-У1 Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, применять специализированное программное обеспечение.
ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-2-У1 Оперативно решать технологические проблемы в процессе производства изделий микроэлектроники.
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Уметь:
УК-1-У1 Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для проектирования электронной компонентной базы
ЦПК-3: Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов
Уметь:
ЦПК-3-У1 Уметь использовать САПР для создания ЭКБ
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-2-У1 Уметь проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проектирования электронной компонентной базы
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Уметь:
ОПК-4-У1 Понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для проектирования электронной компонентной базы

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-2-У2 Использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных.
ЦПК-3: Применяет программные алгоритмы обработки данных для инженерно-научных расчетов
Владеть:
ЦПК-3-В1 Владеть САПР для создания ЭКБ
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками проектирования изделий электронной техники в специализированном САПР.
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:
УК-1-В1 Владеть аналитическими и экспериментальными методами анализа параметров ЭКБ
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Владеть:
ОПК-4-В1 Методами решения задач по проектированию ЭКБ
ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники
Владеть:
ПК-2-В1 Методами выявления причин брака в изготовлении изделий микроэлектроники.
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-2-В1 Владеть методами моделирования ЭКБ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Спецификация СБИС. Классификация САПР. Этапы маршрута проектирования							
1.1	Принципы сквозного проектирования элементов интегральных микросхем, часть 1 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.2	Классификация СБИС, часть 1 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.3	Подготовка и защита домашнего задания №1 /Ср/	7	5	УК-1-У1 ОПК-4-У1 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		Р1

1.4	Маршрут проектирования СБИС, СНК, часть 1 /Лек/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.5	Нисходящий и восходящий маршруты проектирования, часть 1 /Лек/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.6	Особенности сквозного проектирования элементов наноэлектронных схем и систем, часть 1 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.4Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.7	Маршрут проектирования СБИС, СНК, часть 2 /Лек/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.8	Особенности сквозного проектирования элементов наноэлектронных схем и систем, часть 2 /Лек/	7	1	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.9	Нисходящий и восходящий маршруты проектирования, часть 2 /Лек/	7	1	УК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.10	Принципы сквозного проектирования элементов интегральных микросхем, часть 2 /Лек/	7	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.11	Принципы сквозного проектирования элементов интегральных микросхем, часть 3 /Лек/	7	1	ОПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.12	Принципы сквозного проектирования элементов интегральных микросхем, часть 4 /Лек/	7	1	УК-1-31 УК-1-У1	Л1.1 Л1.3Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.13	Маршрут проектирования СБИС, СНК, часть 3 /Лек/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л1.1 Э1 Э3	-		
1.14	Маршрут проектирования СБИС, СНК, часть 4 /Лек/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.15	Нисходящий и восходящий маршруты проектирования, часть 3 /Лек/	7	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.16	Нисходящий и восходящий маршруты проектирования, часть 4 /Лек/	7	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.17	Особенности сквозного проектирования элементов наноэлектронных схем и систем, часть 3 /Лек/	7	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.18	Особенности сквозного проектирования элементов наноэлектронных схем и систем, часть 4 /Лек/	7	1	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31	Л1.2 Л1.3Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.19	Классификация СБИС, часть 2 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.20	Классификация СБИС, часть 3 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		

1.21	Классификация СБИС, часть 4 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.22	Особенности сквозного проектирования элементов нанoeлектронных схем и систем, часть 5 /Лек/	7	1	ОПК-2-31 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
1.23	Принципы сквозного проектирования элементов интегральных микросхем, часть 5 /Лек/	7	1	ОПК-4-У1 ПК-2-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
	Раздел 2. Электрические характеристики ИМС. Принципы построения логических схем. Логическое проектирование комбинационных схем. Топологическое проектирование.							
2.1	Выполнение и защита домашнего задания № 2 /Ср/	7	9	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э2	-		
2.2	Основы топологического проектирования. Проектирование топологии элементов. Принципы топологического лямбда-проектирования. Автоматизация проектирования топологии. Анализ электрических характеристик ИМС с помощью программы PSPICE, часть 1 /Лек/	7	1	ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.3	Расчет резисторов прямоугольной формы /Пр/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1	-		
2.4	Исследование нагрузочных характеристик в n-МДП-ключах с разными типами нагрузок. Проектирование топологии n-МДП-ключей, часть 1 /Пр/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.5	Проектирование топологии КМДП-вентилей, выполнение, часть 1 /Лаб/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ЦПК-3-31 ЦПК-3-У1 ЦПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.6	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем с учетом межсоединений, часть 1 /Пр/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		

2.7	Основы топологического проектирования. Проектирование топологии элементов. Принципы топологического лямбда-проектирования. Автоматизация проектирования топологии. Анализ электрических характеристик ИМС с помощью программы PSPICE, часть 2 /Лек/	7	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.8	Основы топологического проектирования. Проектирование топологии элементов. Принципы топологического лямбда-проектирования. Автоматизация проектирования топологии. Анализ электрических характеристик ИМС с помощью программы PSPICE, часть 3 /Лек/	7	1	ОПК-2-31 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2	-		
2.9	Основы топологического проектирования. Проектирование топологии элементов. Принципы топологического лямбда-проектирования. Автоматизация проектирования топологии. Анализ электрических характеристик ИМС с помощью программы PSPICE, часть 4 /Лек/	7	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ЦПК-3-31 ЦПК-3-У1 ЦПК-3-В1	Л1.1 Л1.3Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.10	Расчет резистора типа "меандр" /Пр/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2	-		
2.11	Расчет резистора замкнутой формы /Пр/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2	-		
2.12	Расчет дискретно-подгоняемого резистора /Пр/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2	-		
2.13	Расчет резисторов с плавной подгонкой /Пр/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э3	-		
2.14	Выбор интегральной области резистора /Пр/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2	-		
2.15	Исследование нагрузочных характеристик в n-МДП-ключках с разными типами нагрузок. Проектирование топологии n-МДП-ключей, часть 2 /Пр/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.16	Исследование нагрузочных характеристик в р-МДП-ключках с разными типами нагрузок. Проектирование топологии р-МДП-ключей, часть 1 /Пр/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		

2.17	Исследование нагрузочных характеристик в р-МДП-ключаях с разными типами нагрузок. Проектирование топологии р-МДП-ключей, часть 2 /Пр/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.18	Проектирование топологии КМДП-вентилей, выполнение, часть 2 /Лаб/	7	1	ПК-2-32 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.19	Проектирование топологии КМДП-вентилей, выполнение, часть 3 /Лаб/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.20	Проектирование топологии КМДП-вентилей, оформление отчета, часть 1 /Лаб/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.21	Проектирование топологии КМДП-вентилей, оформление отчета, часть 2 /Лаб/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.22	Проектирование топологии КМДП-вентилей, выполнение, часть 4 /Лаб/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.23	Проектирование топологии КМДП-вентилей, защита работа, часть 1 /Лаб/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.24	Проектирование топологии КМДП-вентилей, защита работа, часть 2 /Лаб/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.25	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем с учетом межсоединений, часть 2 /Пр/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.26	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем с учетом межсоединений, часть 3 /Пр/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.27	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем без учетом межсоединений, часть 1 /Пр/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.28	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем с учетом межсоединений, часть 4 /Пр/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
2.29	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем без учетом межсоединений, часть 2 /Пр/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		

2.30	Топологическое проектирование интегральных микро- и наноразмерных схем без учетом межсоединений, часть 3 /Пр/	7	1	ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
	Раздел 3. Системы физико-технологического моделирования							
3.1	Системы физико-технологического моделирования. Принципы сквозного приборно-технологического моделирования. Примеры программного обеспечения. Пакет программ TCAD: состав и функциональные возможности. Базовые модели, часть 1 /Лек/	7	1	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
3.2	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, выполнение, часть 1 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.3	Подготовка и защита домашнего задания №2 /Ср/	7	5	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
3.4	Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/	7	5	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э3	-		
3.5	Написание контрольной работы №1 /Ср/	7	2	ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.6	Системы физико-технологического моделирования. Принципы сквозного приборно-технологического моделирования. Примеры программного обеспечения. Пакет программ TCAD: состав и функциональные возможности. Базовые модели, часть 2 /Лек/	7	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3	-		
3.7	Системы физико-технологического моделирования. Принципы сквозного приборно-технологического моделирования. Примеры программного обеспечения. Пакет программ TCAD: состав и функциональные возможности. Базовые модели, часть 3 /Лек/	7	1	УК-1-31 УК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3	-		

3.8	Системы физико-технологического моделирования. Принципы сквозного приборно-технологического моделирования. Примеры программного обеспечения. Пакет программ TCAD: состав и функциональные возможности. Базовые модели, часть 4 /Лек/	7	1	ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
3.9	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, выполнение, часть 2 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.10	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, выполнение, часть 3 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.11	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, защита, часть 1 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.12	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, выполнение, часть 4 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.13	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, подготовка отчета, часть 1 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.14	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, подготовка отчета, часть 2 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.15	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, подготовка отчета, часть 3 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
3.16	Физико-технологическое проектирование элемента изделия электронной техники в САПР, защита, часть 2 /Лаб/	7	1	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л1.1 Э3	-		
	Раздел 4. Проектирование изделий электронной техники. Методы контроля параметров и корректировка структур изделий электронной техники							

4.1	Экспериментальное исследование параметров и характеристик изделий электронной техники. Технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники, часть 1 /Лек/	7	1	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Э1 Э2 Э3	-		
4.2	Подготовка и защита домашнего задания № 3 /Ср/	7	14	УК-1-У1 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э1 Э2	-		
4.3	Экспериментальное исследование параметров и характеристик изделий электронной техники. Технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники, часть 2 /Лек/	7	1	УК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л1.1 Э1 Э2	-		
4.4	Экспериментальное исследование параметров и характеристик изделий электронной техники. Технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники, часть 3 /Лек/	7	1	УК-1-31 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л1.1 Э1 Э2	-		
4.5	Экспериментальное исследование параметров и характеристик изделий электронной техники. Технологические проблемы, возникающие в процессе производства изделий микроэлектроники, часть 4 /Лек/	7	1	УК-1-31 УК-1-У1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л1.1 Э2 Э3	-		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа № 1 (тест)	ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-31;ОПК-2-В1;ОПК-2-31;ОПК-4-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31;ОПК-4-31;ОПК-2-У1	<p>1. За счет чего снижается стоимость полупроводникового производства при использовании TCAD:</p> <p>а) за счет уменьшения числа экспериментов;</p> <p>б) за счет того, что отпадает необходимость ставить эксперименты в процессе разработки нового технологического процесса;</p> <p>в) за счет сокращения затраченного времени;</p> <p>г) за счет уменьшения стоимости обучения и подготовки персонала?</p> <p>2. В каком виде представлены в TCAD физические модели:</p> <p>а) в виде системы алгебраических уравнений;</p> <p>б) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений;</p> <p>в) в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями;</p> <p>г) в виде набора значений физических величин.</p>

			<p>3. Чем определяется выбор размеров элементов сетки в методе конечных элементов:</p> <ul style="list-style-type: none">а) достижением приемлемой сходимости и точности расчета;б) затратами времени на вычисление;в) размерами и формой структуры, наличием и величиной градиентов физических параметров, наличием других неоднородностей структуры (например, интерфейсов);г) всеми перечисленными факторами в совокупности? <p>4. Процесс ионной имплантации в аморфном полупроводнике описывается с помощью распределения:</p> <ul style="list-style-type: none">а) распределение Гаусса;б) двойное сопряженное распределение Гаусса (асимметричное);в) распределение Гаусса с обобщенным экспоненциальным «хвостом»;г) распределение Пирсона-IV;д) распределение Пирсона-IV с линейно-экспоненциальным хвостом. <p>5. Наклон подложки относительно направления падения ионного пучка при проведении процесса ионной имплантации необходим для:</p> <ul style="list-style-type: none">а) предотвращения распыления материала с поверхности подложки;б) более равномерного распределения примеси в латеральном направлении;в) предотвращения явления каналирования ионов в монокристаллическом полупроводнике;г) уменьшения нагрева поверхности подложки. <p>6. Количество введенной в полупроводник примеси в процессах диффузии и ионной имплантации характеризуется:</p> <ul style="list-style-type: none">а) полным количеством атомов примеси;б) концентрацией примеси;в) дозой примеси;г) дозой активной примеси. <p>7. При окислении кремния скорость протекания процесса определяется:</p> <ul style="list-style-type: none">а) скоростью поставки окислителя к поверхности кремния;б) скоростью диффузии окислителя в слое окисла по направлению к границе окисел-кремнийв) скоростью протекания химической реакции на поверхности окисла;г) скоростью протекания химической реакции на границе окисел-кремний. <p>8. При моделировании процесса окисления кремния учитываются:</p> <ul style="list-style-type: none">а) зависимость скорости процесса от температуры;б) зависимость скорости процесса от парциального давления окисляющей среды;в) зависимость скорости процесса от ориентации подложки, механических напряжений и уровня легирования;г) от всех перечисленных факторов. <p>9. Сегрегация примеси - это:</p> <ul style="list-style-type: none">а) явление перераспределения примеси между окислом и полупроводником, происходящие при высокой температуре из-за различия растворимости и коэффициентов диффузии примеси в полупроводнике и окисле;б) встраивание атомов примеси в кристаллическую решетку полупроводника;в) обеднение примесью поверхности полупроводника, происходящие при его нагреве в инертной среде;г) перераспределение примеси в объеме полупроводника при
--	--	--	---

		<p>высокой температуре.</p> <p>10. При моделировании геометрии структуры и сетки конечных элементов в SProcess координатная ось X направлена:</p> <p>а) вдоль базового среза пластины;</p> <p>б) перпендикулярно к поверхности вглубь пластины;</p> <p>в) вдоль поверхности пластины перпендикулярно базовому срезу;</p> <p>г) перпендикулярно от поверхности пластины.</p> <p>11. Командному файлу для SProcess присваивается расширение:</p> <p>а) cmd;</p> <p>б) grd;</p> <p>в) dat;</p> <p>г) lut.</p> <p>12. Результаты моделирования сохраняются в:</p> <p>а) графическом формате;</p> <p>б) цифровом формате, пригодном только для обработки с помощью табличного процессора (такого, как Microsoft Excel);</p> <p>в) цифровом формате, позволяющем получать графические 3D, 2D и 1D распределения физических величин;</p> <p>г) _____) цифровом формате, пригодном для обработки с помощью табличного процессора, а также позволяющем получать графические 3D, 2D и 1D распределения физических величин с помощью встроенных в программный пакет собственных модулей.</p> <p>13. При моделировании шаблонов координатная оси X и Y направлены:</p> <p>а) X - вдоль базового среза пластины, Y – перпендикулярно ей в плоскости пластины;</p> <p>б) X - перпендикулярно к поверхности вглубь пластины, Y – вдоль базового среза;</p> <p>в) X -вдоль поверхности пластины перпендикулярно базовому срезу, Y - вдоль базового среза пластины;</p> <p>г) X - вдоль поверхности пластины перпендикулярно базовому срезу, Y - перпендикулярно от поверхности пластины.</p> <p>14. При рисовании шаблонов закрашенные области соответствуют:</p> <p>а) участкам, которые должны быть закрыты маской;</p> <p>б) участкам, которые должны быть открыты для воздействия;</p> <p>в) в зависимости от заданного типа фоторезиста могут соответствовать закрытым либо открытым участкам.</p> <p>15. При описании технологического процесса в Ligament Flow Editor используются:</p> <p>а) только стандартные модули для описания отдельных технологических операций;</p> <p>б) только модули, самостоятельно созданные пользователями для описания отдельных технологических операций;</p> <p>в) стандартные и пользовательские модули для описания отдельных технологических операций;</p> <p>г) стандартные и пользовательские модули для описания отдельных технологических операций, а также стандартные команды языка программирования высокого уровня, позволяющие управлять процессом моделирования.</p> <p>16. Для визуализации двухкоординатных графиков в Sentaurs TCAD используется:</p> <p>а) модуль Inspect;</p> <p>б) модуль Tecplot;</p> <p>в) внешние графические программы;</p> <p>г) модули Inspect и Tecplot.</p> <p>17. Профили распределения примесей, сохраненные в файле с</p>
--	--	--

			<p>расширением tdr, могут быть представлены в виде:</p> <ul style="list-style-type: none">а) графиков;б) цветовых полей;в) таблиц данных;г) функциональной зависимости. <p>18. При отображении графиков в программном модуле Inspect величины, значения которых откладываются по осям X и Y:</p> <ul style="list-style-type: none">а) определяются автоматически в соответствии с порядком сохранения данных в файле с расширением plt;б) по оси X всегда откладывается время, по оси Y – определяется пользователем;в) задается пользователем;г) по оси X всегда откладывается координата, по оси Y – определяется пользователем. <p>19. Узлом эксперимента в Sentaurus Workbench называется:</p> <ul style="list-style-type: none">а) ячейка, содержащая иконку с обозначением приложения;б) ячейка, содержащая значение, которое присваивается параметру;в) ячейка, содержащая имя параметра. <p>20. Численные значения параметров, которые используются в эксперименте, присваиваются:</p> <ul style="list-style-type: none">а) в момент заполнения таблицы эксперимента в Sentaurus Workbench;б) при выполнении расчета;в) при выполнении препроцессорной подготовки. <p>21. Серый цвет узла эксперимента обозначает:</p> <ul style="list-style-type: none">а) «расчет выполнен»;б) «расчет не проводился»;в) «ошибка в расчете»;г) «узел исключен из расчета».
--	--	--	---

КМ2	Список вопросов на экзамен	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-2-У2;УК-1-У1;ОПК-2-В1;УК-1-31	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену, а также устным и письменным опросам обучающихся</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация СБИС. 2. Основные характеристики полузаказных СБИС на основе стандартных элементов - ячеек. 3. Основные характеристики полностью заказных СБИС 4. Основные характеристики полузаказных СБИС на основе матрицы вентиляей 5. Основные характеристики СБИС программируемой логики 6. Программируемые СБИС с встроенными базовыми блоками 7. Маршрут проектирования СБИС 8. Принципы проектирования 9. Методы проектирования 10. Логическое проектирование ИС 11. Схемотехническое проектирование 12. Топологическое проектирование 13. Правила проектирования топологии Мида-Конвей 14. Компонентное проектирование 15. Программные средства проектирования 16. Основные параметры элементов ИС 17. Основные электрические константы и параметры полупроводниковых структур и материалов. 18. Электрофизические параметры структуры интегральных микросхем. Рабочие слои интегральных микросхем 19. Напряжение пробоя р-п-перехода. Удельное сопротивление слоев 20. Базовый слой, ограниченный эмиттерным слоем 21. Специфика интегральных п-р-п-транзисторов. Паразитный р-п-р-транзистор 22. Сопротивление тела коллектора в р-п-р-транзисторов 23. Частотные характеристики р-п-р-транзисторов 24. Проектирование п-р-п-транзисторов 25. Выбор геометрии транзисторов 26. Расчет сопротивления базовой области транзисторов. Расчет коэффициента передачи п-р-п-транзистора 27. Статистический коэффициент передачи при нормальном включении 28. Коэффициент передачи при инверсном включении 29. Проектирование р-п-р-транзисторов 30. Частотные характеристики горизонтальных транзисторов 31. Многоколлекторный горизонтальный транзистор 32. Проектирование интегральных диодов на основе р-п-переходов 33. Расчет геометрических размеров диодов 34. Динамические характеристики диода Шотки 35. Транзисторы с барьером Шотки 36. Проектирование многоэмиттерных п-р-п-транзисторов 37. Проектирование пассивных элементов биполярных интегральных полупроводниковых микросхем. Проектирование диффузионных конденсаторов. 38. Проектирование пассивных элементов биполярных интегральных полупроводниковых микросхем. Проектирование диффузионных резисторов. 39. Логические элементы на МОП-транзисторах. Элемент «ИЛИ-НЕ». 40. Логические элементы на МОП-транзисторах. Элемент «И-НЕ». 41. Начертить схему элемента «НЕ». Построить элемент НЕ на основе БМК. 42. Начертить схему элемента «ЗИ-НЕ». Построить элемент «ЗИ-НЕ» на основе БМК. 43. Начертить схему элемента «ИЛИ». Построить элемент «ИЛИ» на основе БМК.
-----	----------------------------	--	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	Домашняя работа № 1	ПК-2-32;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;УК-1-31;УК-1-У1;ОПК-2-В1	Разработать маршрут изготовления изделия дискретного изделия электронной техники. Параметры и тип изделия выдаются преподавателем в соответствии списку
P2	Домашнее задание № 2 «Проектирование топологии n-МДП-ключей»	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;УК-1-У1;ПК-2-У2;ОПК-4-31;ОПК-4-В1;ПК-4-В1	1. Изучить описание работы, составить конспект теоретической части. 2. Выполнить оценочный расчет топологических размеров транзисторов в n-МДП-инверторе в соответствии с вариантом задания, определяемым по номеру в списке группы. 3. Получить допуск к работе. 4. Установить указанный вариант технологии, спроектировать топологию нагрузочного транзистора с заданными электрическими характеристиками и получить его нагрузочную характеристику. 5. Дополнить проект топологией активного транзистора. 6. Провести схемотехнический анализ с помощью программы SPICE. 7. Распечатать результаты работы, оформить отчет. Вариант задания выдается преподавателем в соответствии списку
P3	Домашнее задание № 3	УК-1-У1;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-31;ПК-2-В1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-4-В1;ПК-2-У2	1. Обзор маршрутов топологического проектирования ИС. 2. Обзор инструментариев проектирования топологии ИС. 3. Современный технологический маршрут изготовления КМОП ИС. 4. Топологическое проектирование МДП транзисторов. 5. Топологическое проектирование биполярных транзисторов 6. Правила проектирования. 7. Верификация топологии. 8. Экстракция паразитных элементов. 9. Технологическая библиотека, создание технологического файла. 10. Передача топологии на производство. 11. Формирование фотошаблонов. Оптическая и фазовая коррекция. 12. Обзор топологического редактора. 13. Автоматическая разводка топологии цифровой схемы. 14. Формат GDSII. 15. Разработка топологии аналоговых блоков. 16. Физическая и функциональная верификации.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Зачетно курсу проходит в устной форме в виде ответа на вопросы из билета и дополнительные, задаваемые преподавателем.

Билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи, варианты которых представлены в ФОС в разделе "Вопросы для самостоятельной подготовки". Билеты хранятся на кафедре.

Пример типового билета приведен в Приложении.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине для получения допуска к зачету студент должен полностью выполнить учебный план: написать все контрольные работы, выполнить домашние задания.

Оценки за контрольную работу выставляются по следующим критериям:

- «отлично» – студент правильно решил задачи и полно ответил на все теоретические вопросы;
- «хорошо» – студент решил задачи и недостаточно полно ответил на все теоретические вопросы;
- «удовлетворительно» – студент неправильно решил задачи, неполно ответил на теоретические вопросы;
- «неудовлетворительно» – студент не решил задачу, не ответил на теоретические вопросы.

Оценка н зачете формируется следующим образом:

- «отлично» – студент правильно решил задачу, исчерпывающе ответил на теоретические вопросы билета и на дополнительные, заданные преподавателем. При этом показывает глубокие знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного;
- «хорошо» – студент правильно решил задачу, но на теоретические вопросы из состава билета и на дополнительные вопросы, заданные преподавателем, ответил недостаточно полно, допустил незначительные ошибки;
- «удовлетворительно» – студент не решил задачу, или не ответил на один из вопросов билета, недостаточно уверенно, с ошибками излагает материал, после дополнительных и наводящих вопросов формулирует ответ;
- «неудовлетворительно» – студент не решил задачу, неполно, с грубыми ошибками ответил на оба теоретических вопроса, не понимает сущности излагаемого вопроса, не ориентируется в программе курса.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кологривов В. А.	Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012
Л1.2	Кологривов В. А.	Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012
Л1.3	Романовский М. Н.	Интегральные устройства радиоэлектроники: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012
Л1.4	Романовский М. Н.	Интегральные устройства радиоэлектроники: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ладыгин Евгений Александрович, Мурашев Виктор Николаевич, Лагов Петр Борисович	Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов, ИС и БИС: Разд.: Проектирование и расчет КМОП-схем с коротким каналом: Учеб. пособие по курсовому проектированию для студ. спец. 2002.00	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.2	Ладыгин Евгений Александрович, Мурашев Виктор Николаевич, Мельников Александр Львович, др.	Проектирование СБИС: Разд.: Элементная база СБИС: Курс лекций для студ. спец. 0629	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.3	Мурашев Виктор Николаевич, Леготин Сергей Александрович, Корольченко Алексей Сергеевич, Орлова Марина Николаевна	Физика фотопреобразователей: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.4	Юрчук Сергей Юрьевич	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.5	Юрчук Сергей Юрьевич	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур с нанометровыми размерами: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.6	Леготин Сергей Александрович, Краснов А. А., Ельников Д. С., др.	Проектирование и технология электронной компонентной базы. Полупроводниковые приемники излучений (N 2550): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ЭБС "Лань"	https://e.lanbook.com
Э2	Электронная библиотека МИСиС	http://elibrary.misis.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	window.edu.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams
П.4	MATLAB
П.5	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
И.2	Nano a natureresearch solution: https://nano.nature.com
И.3	SpringLink https://link.springer.com/
И.4	Электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/
И.5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru
И.6	ЭБС "Лань" https://e.lanbook.com

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-506	Лаборатория	автоматизированный лабораторный стенд п/п приборов в комплекте (Agilent3420A, Textronix AFG3252, Keithley 2401, Textronix TDS3054C); осциллограф С1-93; измеритель параметров пп Л2-56; вольтметр В7-77; вольтметр GDM-8145; междисциплинарная лабораторная платформа с комплектом ПО NI ELVIS II+ (3 шт.); учебные платы "Цифровые элементы информационно-измерительной техники" (5 шт.); платы по изучению и программированию микроконтроллеров NI FreScale (5шт.); плата "Основы цифровой техники и программирования ПЛИС" (5 шт.); учебный комплекс по технологии изготовления печатных плат; ПК; пакет лицензионных программ MS Office, компьютеры с ПО для проведения лабораторных работ (4 шт.)
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении дисциплины рекомендуется прорабатывать материал до проведения занятия, используя указанную литературу в разделе "Содержание", методические указания.