

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ  
КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ)**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	24	0	24		24	0	3
Итого	2	72	24	0	24	12	24	0	

## АННОТАЦИЯ

Изучение основ автоматизированного проектирования электронной компонентной базы занимает особое место в области современных информационных технологий. Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) основано на использовании вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий, в САПР используются персональные компьютеры и рабочие станции. Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта. Поэтому целью освоения данной дисциплины является изучение студентами современных автоматизированного проектирования, применяемые для разработки приборов твердотельной электроники.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования электронной компонентной базы (компьютерный практикум)» является изучение студентами современных автоматизированного проектирования приборов твердотельной электроники.

Основными задачами освоения дисциплины являются:

- научить студентов современным методам автоматизированного проектирования, применяющегося для разработки приборов твердотельной электроники;
- изучить приемы и навыки выбора методики проектирования конкретных полупроводниковых приборов;
- усвоить основные физические закономерности, наиболее часто привлекаемые для решения задач автоматизированного проектирования.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Знание студентами основных методов проектирования электронной компонентной базы позволяет им быстро включиться в производственную деятельность по проведению разнообразных экспериментов и решать практические задачи.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		стандарт-ПС, анализ опыта)	
производственно-технологический			
Проведение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.	ПК-8 [1] - Способен выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству материалов и изделий электронной техники  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-8[1] - Знание технологий сверхбольших интегральных схем, планарных и иных технологий электроники и нанoeлектроники; У-ПК-8[1] - Умение выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству СБИС, интегральных СВЧ-систем и других изделий электронной техники.; В-ПК-8[1] - Владение технологическими операциями по производству материалов и изделий электронной техники
Организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования,	ПК-9 [1] - Способен выполнять определенный тип измерительных или контрольных операций при исследовании параметров	З-ПК-9[1] - Знание параметров полупроводниковых приборов аналоговой, цифровой, радиочастотной и СВЧ-электроники.;

	<p>проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>	<p>полупроводниковых приборов и устройств или в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.003</p>	<p>У-ПК-9[1] - Умение выполнять исследования параметров полупроводниковых приборов и устройств в микро- и нанoeлектронике; В-ПК-9[1] - Владение методами измерений в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники</p>
<p>Выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен к модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.003</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знание физических основ современных микро- и нанотехнологий, технологий гетероструктурной и СВЧ-электроники.; У-ПК-10[1] - Умение творчески применять современное оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур; В-ПК-10[1] - Владение методами измерений параметров</p>

	<p>решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		наноматериалов и наноструктур
монтажно-наладочный			
<p>Участие в монтаже, наладке, настройке, регулировке и поверке измерительного, диагностического, технологического оборудования и программных средств, используемых для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники</p>	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов</p>	<p>ПК-12 [1] - Способен налаживать, испытывать, проверять работоспособность определенного измерительного, диагностического или технологического оборудования, используемого для решения научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.001</p>	<p>3-ПК-12[1] - Знание типового измерительного, диагностического или технологического оборудования, используемого для решения научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники; У-ПК-12[1] - Умение налаживать оборудование для решения научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники ; В-ПК-12[1] - Владение навыками испытаний,</p>

	<p>моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		<p>проверки работоспособности определённого измерительного, диагностического или технологического оборудования в области электроники и наноэлектроники</p>
инновационно-проектный			
<p>Применение передовых принципов и подходов при построении физических и математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе действия электронных и наноэлектронных технологий для приборов и устройств</p>	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов</p>	<p>ПК-17 [1] - Способен оценивать эффективность внедрения новых методов и способов измерения или проектирования или изготовления материалов или изделий электронной техники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-17[1] - Знание современных методов проектирования и изготовления материалов и изделий электронной техники; У-ПК-17[1] - Умение оценить эффективность внедрения новых методов изготовления материалов или изделий электронной техники; В-ПК-17[1] - Владение навыками оценки эффективности внедрения новых способов измерений параметров изделий электронной техники</p>

	проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.		
--	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных

		<p>бесед;</p> <p>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	САПР разработки ЭКБ. Часть 1.	1-8	12/0/12		25	Кл-8	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-17, У-ПК-17, В-ПК-17
2	САПР разработки ЭКБ. Часть 2.	9-15	12/0/12		25	Кл-15	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-17, У-ПК-17, В-ПК-17
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/0/24		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	3	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-12, У-ПК-12,

							В-ПК-12, З-ПК-17, У-ПК-17, В-ПК-17
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Кл	Коллоквиум
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	0	24
<b>1-8</b>	<b>САПР разработки ЭКБ. Часть 1.</b>	12	0	12
1 - 2	<b>Современные САПР</b> Основные черты современных САПР электроники. Программы документирования результатов проектирования. История развития автоматизации проектирования. Определение САПР. Обеспечение САПР. Классификация САПР.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		2 (ПЛ)	0	0
1 - 2	<b>Проектирование пассивных компонент. Фильтры</b> Ознакомление с особенностями проектирования фильтров. Моделирование микрополоскового заграждающего фильтра, ФНЧ на сосредоточенных элементах, встречноштыревого микрополоскового фильтра и широкополосного фильтра-лесенки.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Проектирование пассивных компонент. Атенюатор</b> Ознакомление с особенностями проектирования аттенюаторов. Моделирование микрополоскового аттенюатора на резисторах, микрополоскового 2-х диодного аттенюатора и микрополоскового аттенюатора.	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ</b> Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82. Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81. Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		4 (ПЛ)	0	0
5 - 6	<b>Программы документирования результатов проектирования</b> Программы AutoCAD (AutoDesk). Компас («Аскон»)	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		4 (ПЛ)	0	0
5 - 6	<b>Проектирование пассивных компонент. Направленные ответвитель</b>	Всего аудиторных часов		
		0	0	4

	Ознакомление с особенностями проектирования направленного ответвителя. Моделирование микрополоскового двухсекционного симметричного направленного ответвителя и направленного ответвителя.	Онлайн	0	0	0
7	<b>Проектирование активных компонентов. Усилитель мощности</b> Ознакомление с основами проектирования усилителей мощности, проведение линейного и нелинейного моделирования, электромагнитного моделирования и ознакомление с основными особенностями AXIEM.	Всего аудиторных часов	0	0	2
		Онлайн	0	0	0
7	<b>Программы моделирования электронных устройств</b> Программы моделирования электронных устройств на уровне структурных схем. Программы моделирования электронных устройств на уровне принципиальных схем.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	2 (ПЛ)	0	0
9-15	<b>САПР разработки ЭКБ. Часть 2.</b>	12	0	12	
9 - 10	<b>Системы «сквозного» проектирования электронных устройств</b> Продукты Cadence. Продукты ALTIUM. Продукты Mentor Graphics.	Всего аудиторных часов	2	0	0
		Онлайн	2 (ПЛ)	0	0
9 - 10	<b>Проектирование пассивных компонент. Делитель мощности и переход</b> Ознакомление с особенностями проектирования микрополоскового двухсекционного делителя мощности и межслойного перехода.	Всего аудиторных часов	0	0	2
		Онлайн	0	0	0
11 - 12	<b>Проектирование полупроводникового прибора в среде TCAD. КМОП-структуры</b> Ознакомление с основными этапами процесса изготовления КМОП-структур. Исследование паразитных транзисторов, возникающих в процессе изготовления.	Всего аудиторных часов	0	0	4
		Онлайн	0	0	0
11 - 12	<b>Программы постобработки проектов электронных устройств и систем</b> Программы анализа целостности сигналов и электромагнитной совместимости. Программы теплового анализа. Программы подготовки производства	Всего аудиторных часов	4	0	0
		Онлайн	4 (ПЛ)	0	0
13 - 14	<b>Специализированные САПР. Microwave Office</b> Компоненты среды проектирования. Интерфейс пользователя. Работа с проектами. Импорт файлов данных. Линейное и нелинейное моделирование. Электромагнитное моделирование. Использование экстракции	Всего аудиторных часов	4	0	0
		Онлайн	4 (ПЛ)	0	0
13 - 14	<b>Проектирование полупроводникового прибора в среде TCAD. МДП интегральные схемы</b> Составление последовательности формирования элемента ИС и проведение его технологического моделирования.	Всего аудиторных часов	0	0	4
		Онлайн	0	0	0
15	<b>Проектирование полупроводникового прибора в среде TCAD. Ионное легирование</b> Ознакомление с методом проведения ионного легирования, освоение методов получения и определения параметров примесных профилей в полупроводнике в	Всего аудиторных часов	0	0	2
		Онлайн	0	0	0

	зависимости от энергии и дозы облучения, а также от угла паления ионов.			
15	<b>Специализированные САПР. T-CAD</b> Знакомство со средой проектирования TCAD, рабочее пространство, расширения файлов, запуск демонстрационных проектов. Математические модели и методы, применяемые в пакете TCAD. Назначение и построение двумерных сеток. Обзор Synopsys TCAD. Приборнотехнологическое моделирование с использованием TCAD.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		2 (ПЛ)	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	<b>Проектирование пассивных компонент. Фильтры</b> Ознакомление с особенностями проектирования фильтров. Моделирование микрополоскового заграждающего фильтра, ФНЧ на сосредоточенных элементах, встречноштыревого микрополоскового фильтра и широкополосного фильтра-лесенки.
3 - 4	<b>Проектирование пассивных компонент. Аттенюатор</b> Ознакомление с особенностями проектирования аттенюаторов. Моделирование микрополоскового аттенюатора на резисторах, микрополоскового 2-х диодного аттенюатора и микрополоскового аттенюатора.
5 - 6	<b>Проектирование пассивных компонент. Направленные ответвитель</b> Ознакомление с особенностями проектирования направленного ответвителя. Моделирование микрополоскового двухсекционного симметричного направленного ответвителя и направленного ответвителя.
7	<b>Проектирование активных компонентов. Усилитель мощности</b> Ознакомление с основами проектирования усилителей мощности, проведение линейного и нелинейного моделирования, электромагнитного моделирования.
9 - 10	<b>Проектирование пассивных компонент. Делитель мощности и переход</b> Ознакомление с особенностями проектирования микрополоскового двухсекционного делителя мощности и межслойного перехода.
11 - 12	<b>Проектирование полупроводникового прибора в среде TCAD. КМОП-структуры</b> Ознакомление с основными этапами процесса изготовления КМОП-структур. Исследование паразитных транзисторов, возникающих в процессе изготовления.
13 - 14	<b>Проектирование полупроводникового прибора в среде TCAD. МДП интегральные схемы</b>

	Составление последовательности формирования элемента ИС и проведение его технологического моделирования.
15	<b>Проектирование полупроводникового прибора в среде TCAD. Ионное легирование</b> Ознакомление с методом проведения ионного легирования, освоение методов получения и определения параметров примесных профилей в полупроводнике в зависимости от энергии и дозы облучения, а также от угла паления ионов.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, а также с использованием средств видеоконференцсвязи типа Zoom или аналогичных программ;
- практические занятия в компьютерном классе, оснащенном современными САПР;
- самостоятельная работа: изучение дополнительных материалов.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-10	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-10	З, Кл-8, Кл-15
ПК-12	З-ПК-12	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-12	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-12	З, Кл-8, Кл-15
ПК-17	З-ПК-17	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-17	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-17	З, Кл-8, Кл-15
ПК-8	З-ПК-8	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-8	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-8	З, Кл-8, Кл-15
ПК-9	З-ПК-9	З, Кл-8, Кл-15
	У-ПК-9	З, Кл-8, Кл-15
	В-ПК-9	З, Кл-8, Кл-15

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.3 С29 Автоматизированное проектирование топологии БИС : , Селютин В.А., М.: Радио и связь, 1983
2. 621.38 А22 Автоматизированное проектирование устройств СВЧ : , , М.: Радио и связь, 1982
3. ЭИ М 91 Математическое обеспечение САПР : , Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. 004 Г61 Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий : учебное пособие, Головицына М.В., Москва: Интернет-университет информационных технологий, БИНОМ Лаборатория знаний, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

### **1. Работа над конспектом лекции.**

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств. Лекции по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования электронной компонентной базы (компьютерный практикум)» проводятся в виде аудиторных занятий, либо с использованием средств видеоконференцсвязи.

Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны вести конспект, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к экзамену. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее

изученный материал и в какой степени требуется подготовить к очередному занятию. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

## 2. Подготовка к лабораторной работе

При подготовке к лабораторным работам студент должен изучить теоретическую часть объекта исследований. Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

Для закрепления пройденного материала студенту необходимо подготовить отчет по предыдущей работе и ответить на вопросы преподавателя.

## 3. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа предполагает работу с основной и дополнительной литературой. Если содержание материала легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

# 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

обеспечивает согласование содержания и устранение дублирования учебного материала с другими дисциплинами образовательной программы;

уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует литературу с выделением основного учебника курса;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

Занятия по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования электронной компонентной базы (компьютерный практикум)» состоят из трех частей:

- лекции;
- лабораторные работы;
- самостоятельная работа студентов.

1. Лекционные занятия представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель занятий – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом по теме «Системы автоматизированного проектирования электронной компонентной базы (компьютерный практикум)».

Структура лекции: вступление, основная часть, заключение.

Во вступлении преподаватель отмечает цель лекции и ее план.

В основной части приводится изложение содержания лекции в строгом соответствии с предложенным планом.

Формат лекции может быть, как очный, так и дистанционный с использованием средств видеоконференцсвязи.

В заключении подводится общий итог лекции, обобщение материала, формулировка выводов по теме лекции; ответы на вопросы студентов.

2. Лабораторные работы - одна из форм систематических занятий, на которых студенты под руководством преподавателя приобретают практические умения и навыки по проектированию приборов электронной компонентной базы, входящей в учебный план.

Цель лабораторных работ - предоставление возможностей для овладения практическими навыками по проектированию приборов электронной компонентной базы.

Преподаватель составляет план каждой лабораторной работы, в который входит:

ознакомление студентов с техникой безопасности данной лаборатории;

описание САПР;

определение целей и задач работы;

теоретического описания объекта исследований;

описание хода выполнения работы;

подбор литературы, рекомендуемой студентам к данной теме.

3. Самостоятельная работа - учебная, учебно-исследовательская работа студентов, выполняется во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, научных публикаций, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

Роль преподавателя в организации и руководстве самостоятельной работой студентов включает:

четкое планирование содержания и объема самостоятельной работы;

организацию, контроль и анализ результатов самостоятельной работы.

В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем. Преподаватель должен обеспечить мотивацию индивидуальной самостоятельной работы студентов посредством проверки промежуточных результатов, консультаций, самопроверки.

Автор(ы):

Рыжук Роман Валериевич