

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ
БАЗЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.15
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 14 часов;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 99,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Расчетно-графическая работа Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З. Славинский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целями освоения дисциплины является формирование у студентов знаний о методах проектирования электронной компонентной базы современных и перспективных изделий микрои наноэлектроники, физических принципах и методике выполнения основных технологических процессов производства приборов микро- и наноэлектроники.

Задачи дисциплины

- изучить методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с учетом заданных требований и с использованием систем автоматизированного проектирования;
- изучить современные программные средства для проектирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники;
- изучить конструктивные особенности приборов твердотельной электроники;
- изучить физические принципы и основные технологические процессы формирования структур приборов твердотельной электроники;;
- изучить физические принципы и технологические процессы сборки приборов твердотельной электроники;;
- изучить требования Единой системы технологической документации (ЕСТД) при разработке технологической документации на технологические процессы изготовления электровакуумных и полупроводниковых приборов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов	
ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует знание соответствия технологии производства и процесса проектирования полупроводниковых приборов и структур	знать: - автоматизированное проектирование структур электронных компонентов; - тенденции развития современной наноэлектроники. уметь: - проектировать технологические процессы производства изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства; - определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		проектных работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнология в электронике (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1. Обзор возможностей редактора и демонстрация	37	8	4	-	10	-	-	-	-	-	23	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "раздел 1"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а</p>
1.1	1. Обзор возможностей редактора и демонстрация	37		4	-	10	-	-	-	-	-	-	23	

													<p>выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "раздел 1"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "раздел 1". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 5-43 [2], 3-44 [3], 4-54</p>
2	2. Компоненты и библиотеки компонентов Altium Designer	36	5	-	9	-	-	-	-	-	22	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "раздел 2"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию.</p>
2.1	2. Компоненты и библиотеки компонентов Altium Designer	36	5	-	9	-	-	-	-	-	22	-	<p>Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются</p>

														занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 44-67 [2], 57-99 [3], 4-54
3	3. Создание и редактирование принципиальных схем в Altium Schematic Editor	35		5	-	9	-	-	-	-	-	21	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "раздел 3" <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:
3.1	3. Создание и редактирование принципиальных схем в Altium Schematic Editor	35		5	-	9	-	-	-	-	-	21	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "раздел 3" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>

																<p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "раздел 3"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "раздел 3". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 68-697 [2], 45-56 [3], 4-54</p>
4	4. Синхронизация дизайна Altium Designer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 68-697 [3], 4-54</p>
4.1	4. Синхронизация дизайна Altium Designer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	5. Создание и редактирование печатных плат в Altium PCB Editor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 68-697 [3], 4-54</p>
5.1	5. Создание и редактирование печатных плат в Altium PCB Editor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

6	6. Создание пакета выходной документации	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i>
6.1	6. Создание пакета выходной документации	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[1], 68-697 [3], 4-54
	Экзамен	36.0	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0	14	-	28	-	2	-	0.5	66	33.5		
	Итого за семестр	144.0	14	-	28	2	-	0.5	99.5				

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. 1. Обзор возможностей редактора и демонстрация

1.1. 1. Обзор возможностей редактора и демонстрация

1. Обзор структуры платформы Design Explorer. Демонстрация процесса сквозного проектирования несложного электронного устройства. В качестве мини-проекта для демонстрации по умолчанию выбран понижающий преобразователь напряжения..

2. 2. Компоненты и библиотеки компонентов Altium Designer

2.1. 2. Компоненты и библиотеки компонентов Altium Designer

1. Концепция компонента Altium Designer и его интерпретаций: условно-графического обозначения, посадочного места, трёхмерной модели, SPICE-модели, IBIS-модели. 2. Подходы к созданию и использованию библиотек компонентов Altium Designer. Построение сложных многосоставных компонентов – ПЛИС, микроконтроллеров, цифровых процессоров и других..

3. 3. Создание и редактирование принципиальных схем в Altium Schematic Editor

3.1. 3. Создание и редактирование принципиальных схем в Altium Schematic Editor

• Демонстрация процесса создания принципиальной схемы электронного устройства. • Обзор настроек графического отображения схемы и основных инструментов редактирования. • Методы организации массивов цепей в шины и жгуты и механизмы взаимосвязи цепей в пределах проекта..

4. 4. Синхронизация дизайна Altium Designer

4.1. 4. Синхронизация дизайна Altium Designer

• Компиляция и синхронизация дизайна Altium Designer. • Построение иерархических и многоканальных схем..

5. 5. Создание и редактирование печатных плат в Altium PCB Editor

5.1. 5. Создание и редактирование печатных плат в Altium PCB Editor

• Демонстрация процесса создания печатной платы электронного устройства. • Настройка технологических параметров платы, задание послойной структуры и контура платы. • Компоновка и трассировка платы. • Проверка платы на предмет наличия ошибок проектирования..

6. 6. Создание пакета выходной документации

6.1. 6. Создание пакета выходной документации

• Инструменты Altium Designer для создания и редактирования различных видов выходной документации: чертежей схемы и платы, перечня компонентов, файлов Gerber и NC Drill..

3.3. Темы практических занятий

1. Моделирование МОП-транзистора;
2. Моделирование полупроводникового резистора в интегральном исполнении;
3. Моделирование биполярного транзистора;

4. Моделирование полупроводникового диода.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "раздел 1"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "раздел 2"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "раздел 3"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "раздел 1"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "раздел 2"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "раздел 3"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "раздел 1"
2. Консультации проводятся по разделу "раздел 2"
3. Консультации проводятся по разделу "раздел 3"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "раздел 1"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "раздел 2"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "раздел 3"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
тенденции развития современной наноэлектроники	ИД-2ПК-1			+	+			Решение задач/КМ-2 Моделирование полупроводникового диода
автоматизированное проектирование структур электронных компонентов	ИД-2ПК-1	+	+					Расчетно-графическая работа/КМ-1 Моделирование полупроводникового резистора в интегральном исполнении
Уметь:								
определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ИД-2ПК-1					+		Расчетно-графическая работа/КМ-3 Моделирование биполярного транзистора
проектировать технологические процессы производства изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ИД-2ПК-1						+	Расчетно-графическая работа/КМ-4 Моделирование МОП-транзистора

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1 Моделирование полупроводникового резистора в интегральном исполнении (Расчетно-графическая работа)
2. КМ-2 Моделирование полупроводникового диода (Решение задач)
3. КМ-3 Моделирование биполярного транзистора (Расчетно-графическая работа)
4. КМ-4 Моделирование МОП-транзистора (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

стандартные

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учебник для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Биомедицинская инженерия" и по направлению подготовки дипломированных специалистов "Биомедицинская техника" / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2005 . – 790 с. - ISBN 5-06-004271-5 .;
2. Носов, Ю. Р. Математические модели элементов интегральной электроники / Ю. Р. Носов, К. О. Петросянц, В. А. Шилин . – М. : Советское радио, 1976 . – 304 с.;
3. Богомолов Б. К.- "Основы проектирования электронной компонентной базы", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2015 - (60 с.)
<https://e.lanbook.com/book/118253>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. GPSS World Student.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-306, Лаборатория квантовой электроники	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, экран, оборудование специализированное, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-306, Лаборатория квантовой электроники	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, экран, оборудование специализированное, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-306, Лаборатория квантовой электроники	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, экран, оборудование специализированное, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-306, Лаборатория квантовой электроники	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, экран, оборудование специализированное, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	Е-316, Лаборатория каф. "ФТЭМК"	стол, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное, компьютер персональный, принтер
Помещения для консультирования	Е-306, Лаборатория квантовой электроники	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, экран, оборудование специализированное, учебно-наглядное пособие
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-302/1, Склад "ФТЭМК"	стол

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Основы проектирования электронной компонентной базы**

(название дисциплины)

8 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ-1 Моделирование полупроводникового резистора в интегральном исполнении
(Расчетно-графическая работа)

КМ-2 КМ-2 Моделирование полупроводникового диода (Решение задач)

КМ-3 КМ-3 Моделирование биполярного транзистора (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 КМ-4 Моделирование МОП-транзистора (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	13
1	1. Обзор возможностей редактора и демонстрация					
1.1	1. Обзор возможностей редактора и демонстрация		+			
2	2. Компоненты и библиотеки компонентов Altium Designer					
2.1	2. Компоненты и библиотеки компонентов Altium Designer		+			
3	3. Создание и редактирование принципиальных схем в Altium Schematic Editor					
3.1	3. Создание и редактирование принципиальных схем в Altium Schematic Editor			+		
4	4. Синхронизация дизайна Altium Designer					
4.1	4. Синхронизация дизайна Altium Designer			+		
5	5. Создание и редактирование печатных плат в Altium PCB Editor					
5.1	5. Создание и редактирование печатных плат в Altium PCB Editor				+	
6	6. Создание пакета выходной документации					
6.1	6. Создание пакета выходной документации					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25