

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 11.04.04 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, экс./зач./КР/КП
2	3	108	8	30	0		34	0	Э
Итого	3	108	8	30	0	16	34	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются аспекты проектирования средств радиоэлектронного назначения. Рассмотрены стадии работ, начиная от формирования технического задания и заканчивая промышленным производством изделия. Даются сведения о формировании рабочей конструкторской документации, оформлении чертежей по ЕСКД, написании программ испытаний и метрологических требованиях

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины "Основы проектирования электронных средств" - дать основные представления о стадиях и аспектах разработки изделий микро- и радиоэлектронного назначения, обусловленных выполнениями действующих государственных стандартов

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

Профессиональный модуль, дисциплина по выбору

### 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 стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			
анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных	электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, диагностическое и технологическое оборудование,	ПК-2.3 [1] - Способен и готов к организации и сопровождению исследований при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ  <i>Основание:</i>	З-ПК-2.3[1] - Знать: этапность и порядок выполнения НИОКР, принципы и правила выполнения комплекта рабочей конструкторской документации на основе ЕСКД, требования ГОСТ к

<p>работ; проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>	<p>математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники</p>	<p>Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>испытаниям и их метрологическому обеспечению, требования к разработкам по условиям эксплуатации и методы их выполнения; У-ПК-2.3[1] - Уметь: применять полученные знания при разработке технических заданий, эскизных и технических проектов, программ и методик испытаний, финансовых смет на НИОКР, комплектов РКД; В-ПК-2.3[1] - Владеть: навыками построения рабочей конструкторской документации, а также отчетной документации на НИОКР</p>
<p>анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ; проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p>	<p>электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов</p>	<p>ПК-8 [1] - способен к согласованию и утверждению технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.104</p>	<p>З-ПК-8[1] - Знать: правила согласования и утверждения технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ; У-ПК-8[1] - Уметь: предлагать и обсуждать новые идеи и подходы по модернизации и внедрению новых</p>

	<p>моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники</p>		<p>методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ; В-ПК-8[1] - Владеть: навыками проектирования электронных устройств, освоения новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>
<p>авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства; проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; подготовка технических заданий на выполнение проектных работ;</p>	<p>электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, диагностическое и технологическое оборудование</p>	<p>ПК-10 [1] - способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002</p>	<p>3-ПК-10[1] - Знать: методические и нормативные требования по разработке проектно-конструкторской документации в области электроники и наноэлектроники. ; У-ПК-10[1] - Уметь: применять современные компьютерные технологии для разработки проектно-конструкторской документации на устройства электроники и наноэлектроники.; В-ПК-10[1] - Владеть: навыками разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с</p>

			методическими и нормативными требованиями.
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Стадии проектирования	1-8	4/15/0		25	КИ-8	3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Производственный процесс и документация	9-15	4/15/0		25	КИ-15	3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		8/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3,

							В-ПК-2.3, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
--	--	--	--	--	--	--	----------------------------------

\* – 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
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	8	30	0
<b>1-8</b>	<b>Стадии проектирования</b>	4	15	0
	<b>Тема 1</b> Жизненный цикл изделий. Государственная стандартизация. Главные этапы работ. Содержание патентных исследований. Опыт-конструкторская разработка (ОКР). Подготовительный этап. Разработка ТЗ и договора на ОКР. Эскизное и техническое проектирование. Разработка рабочей документации. Изготовление и испытания опытных образцов. Приемка результатов ОКР. Постановка продукции на производство. Конструкторская и технологическая подготовка производства	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 2</b> Единая система конструкторской документации. Основные понятия. Классификация конструкторских документов. Требования к выполнению графических и текстовых конструкторских документов. Единая система технологической документации. Основные технологические документы	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Тема 3</b> Условия эксплуатации аппаратуры. Климатические, механические и радиационные факторы. Классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Стационарная, транспортируемая, портативная микроэлектронная аппаратура (МЭА). Тактико-технические требования,	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	предъявляемые к конструкции аппаратуры. Конструктивно-технологические и эксплуатационные требования			
	<b>Тема 4</b> Влияние климатических факторов на конструкцию. Тепловой режим аппаратурного блока. Теплоотвод кондукцией и конвекцией. Выбор способа охлаждения. Защита аппаратуры от воздействия влажности. Защита от воздействия пыли. Герметизация аппаратуры	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		1	4	0
		<b>Онлайн</b>		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Производственный процесс и документация</b>	4	15	0
	<b>Тема 5</b> Виды механических воздействий на МЭА. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Понятие жесткости и механической прочности конструкции. Срок службы конструкции. Защита аппаратуры от воздействия помех	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		1	3	0
		<b>Онлайн</b>		
		0	0	0
	<b>Тема 6</b> Понятие надежности. Работоспособность и отказы. Период нормальной эксплуатации и период износа. Методы повышения надежности. Структурные методы повышения надежности. Повышение надежности резервированием (постоянное резервирование, резервирование замещением, скользящее резервирование). Информационные методы повышения надежности МЭА. Расчет надежности МЭА	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		1	4	0
		<b>Онлайн</b>		
		0	0	0
	<b>Тема 7</b> Конструктивная иерархия аппаратуры. Стандартизация при модульном конструировании. Базовый принцип. Модули нулевого уровня. Корпуса микросхем. Микросборки. Модули первого и второго уровня. Этажерочная компоновка блока. Модули третьего уровня	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		1	4	0
		<b>Онлайн</b>		
		0	0	0
	<b>Тема 8</b> Принципы организации процесса производства радиоэлектронной аппаратуры. Производственный цикл изготовления изделий. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры. Основные задачи планирования технологической подготовки. Средства технологического оснащения производства МЭА	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		1	4	0
		<b>Онлайн</b>		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
	<p><b>Тема 1</b> Жизненный цикл изделий. Государственная стандартизация. Главные этапы работ. Содержание патентных исследований. Опытно-конструкторская разработка (ОКР). Подготовительный этап. Разработка ТЗ и договора на ОКР. Эскизное и техническое проектирование. Разработка рабочей документации. Изготовление и испытания опытных образцов. Приемка результатов ОКР. Постановка продукции на производство. Конструкторская и технологическая подготовка производства</p>
	<p><b>Тема 2</b> Единая система конструкторской документации. Основные понятия. Классификация конструкторских документов. Требования к выполнению графических и текстовых конструкторских документов. Единая система технологической документации. Основные технологические документы</p>
	<p><b>Тема 3</b> Условия эксплуатации аппаратуры. Климатические, механические и радиационные факторы. Классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Стационарная, транспортируемая, портативная микроэлектронная аппаратура (МЭА). Тактико-технические требования, предъявляемые к конструкции аппаратуры. Конструктивно-технологические и эксплуатационные требования</p>
	<p><b>Тема 4</b> Влияние климатических факторов на конструкцию. Тепловой режим аппаратного блока. Теплоотвод кондукцией и конвекцией. Выбор способа охлаждения. Защита аппаратуры от воздействия влажности. Защита от воздействия пыли. Герметизация аппаратуры</p>
	<p><b>Тема 5</b> Виды механических воздействий на МЭА. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Понятие жесткости и механической прочности конструкции. Срок службы конструкции. Защита аппаратуры от воздействия помех</p>
	<p><b>Тема 6</b> Понятие надежности. Работоспособность и отказы. Период нормальной эксплуатации и период износа. Методы повышения надежности. Структурные методы повышения надежности. Повышение надежности резервированием (постоянное резервирование, резервирование замещением, скользящее резервирование). Информационные методы повышения</p>



	надежности МЭА. Расчет надежности МЭА
	<b>Тема 7</b> Конструктивная иерархия аппаратуры. Стандартизация при модульном конструировании. Базовый принцип. Модули нулевого уровня. Корпуса микросхем. Микросборки. Модули первого и второго уровня. Этажерочная компоновка блока. Модули третьего уровня
	<b>Тема 8</b> Принципы организации процесса производства радиоэлектронной аппаратуры. Производственный цикл изготовления изделий. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры. Основные задачи планирования технологической подготовки. Средства технологического оснащения производства МЭА

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При обучении применяются современные предметно-ориентированные и личностно-ориентированные образовательные технологии. При проведении лекций используются наглядные формы демонстрации учебного материала в виде презентаций, а также выступление приглашенных сотрудников кафедры физики микро- и наносистем и других подразделений НИЯУ МИФИ, занимающихся деятельностью в области спектральных исследований конденсированных сред и наноструктур. Семинары предусматривают проведение дискуссий и выступления студентов с докладами по темам занятий

## 6. 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	Э, КИ-8
	У-ПК-10	Э, КИ-8
	В-ПК-10	Э, КИ-8
ПК-2.3	З-ПК-2.3	Э, КИ-15
	У-ПК-2.3	Э, КИ-15
	В-ПК-2.3	Э, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-15
	У-ПК-8	Э, КИ-15
	В-ПК-8	Э, КИ-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.

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

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 М43 "Микроэлектроника-2015". Интегральные схемы и микроэлектронные модули: проектирование, производство и применение. : сборник докладов, 2016

2. ЭИ К 15 Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации : учебно-методическое пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2021

3. 621.38 К65 Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : Учебник для вузов, ред. : В. А. Шахнов, М.: МГТУ, 2002

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

В курсе изучаются аспекты научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности при создании аппаратуры микро- и радиоэлектронного назначения. Рассмотрены стадии работ, начиная от формирования технического задания на НИР и заканчивая промышленным производством изделия. Даются сведения о формировании рабочей конструкторской документации, оформлении чертежей по ЕСКД, написании программ испытаний и метрологических требованиях, а также об ограничениях при разработке изделия, налагаемых условиями его применения.

Цель курса -дать основные представления об стадиях и аспектах разработки изделий микро- и радиоэлектронного назначения, обусловленных выполнениями действующих государственных стандартов.

При изучении материалов презентации и лекций студенту необходимо концентрироваться на понимании и знании стадий и этапов разработки научной и технической аппаратуры, основных требований государственных стандартов, регламентирующих этапы разработки и их документальное оформление, требований к оформлению технического задания на разработку, состава и правил оформления рабочей конструкторской документации, программ испытаний, ограничений, налагаемых нормативной документацией на условия применения, требований надежности и стандартизации.

Студенту при овладении материалом необходимо концентрироваться на достижении конечной цели - использовании полученных знаний при участии в разработках на различных стадиях и при сопровождении НИР и ОКР и уверенном владении терминологией и правилами, установленными государственными и отраслевыми стандартами, регламентирующими и определяющими процесс научно-технических разработок.

Планирование времени на самостоятельную работу лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями.

Контроль успеваемости, предусмотренный программой дисциплины, осуществляется путем тестирования, которое проводится 2 раза в семестр. Ответы на вопросы для текущего контроля должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы.

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

При изложении материалов необходимо концентрироваться на понимании и знании студентом стадий и этапов разработки научной и технической аппаратуры, основных требований государственных стандартов, регламентирующих этапы разработки и их документальное оформление, требований к оформлению технического задания на разработку, состава и правил оформления рабочей конструкторской документации, программ испытаний, ограничений, налагаемых нормативной документацией на условия применения, требований надежности и стандартизации.

При изложении материалов необходимо концентрироваться на достижении конечной цели – использовании студентом полученных знаний при участии в разработках на различных стадиях и при сопровождении НИР и ОКР и уверенном владении терминологией и правилами, установленными государственными и отраслевыми стандартами, регламентирующими и определяющими процесс научно-технических разработок.

С целью закрепления полученных навыков рекомендуется в качестве домашнего задания предложить студентам составить техническое задание на разработку какой-либо вещи из их бытового окружения, и программу испытаний этого предмета. В качестве работы над ошибками разобрать в аудитории написанный текст и внести исправления.

Автор(ы):

Котковский Геннадий Евгеньевич, к.ф.-м.н.