

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 14:46:05

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«01» сентября 2023 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические и защитные среды для производства изделий микро- и  
наноэлектроники»

Направление подготовки - 11.03.03 «Конструирование и технология  
электронных средств»

Направленность (профиль) – «Изделия микросистемной техники»

Москва 2020 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.ТЗСПИМН. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач применения технологических сред.	<b>Опыт деятельности:</b> владение методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации по технологическим и защитным средам, применяемым для производства изделий микросистемной техники; владение методикой системного подхода для решения поставленных задач в области технологических и защитных сред, применяемых для производства изделий микросистемной техники.

**Компетенция ПК-6 «Способность анализировать и выбирать параметры и оценочные критерии для гарантии качества изделий микросистемной техники»**  
**Сформулирована на основе Профессионального стандарта 25.036 – «Специалист по электронике бортовых комплексов управления».**

**Обобщенная трудовая функция В.** Создание электронных средств и электронных систем БКУ.

**Трудовая функция В/01.6** Проведение исследований электронных средств и электронных систем БКУ.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-6.ТЗС Способен анализировать оценочные критерии технологических и защитных сред,	контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и	<b>Знания:</b> основных параметров и оценочных критериев технологических и защитных сред, применяемых для производства изделий

<p>применяемых для производства изделий микросистемной техники</p>	<p>другим нормативным документам.</p>	<p>микросистемной техники.  <b>Умения:</b> выполнять анализ параметров технологических и защитных сред, применяемых для производства изделий микросистемной техники.  <b>Опыт деятельности:</b> владение навыками исследования технологических и защитных сред, применяемых для производства изделий микросистемной техники.</p>
--	---------------------------------------	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине.

Изучению данной дисциплины предшествует формирование следующего перечня знаний, умения, опыта деятельности:

знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;

находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи;

рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки;

формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение;

знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации;

знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований физико-химических процессов;

умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;

умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования;

умеет определять ожидаемые результаты решения выделенных задач исследования физико-химических процессов;

владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач;

владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	4	144	32	32	-	44	Экз(3б)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Конструкционные и технологические материалы.	10	-	8	7	Отчет в форме доклада
					Опрос
					Защита лабораторных работ
2. Газообразные среды.	4	-	12	9	Опрос
					Защита лабораторных работ
3. Вакуумные и плазменные среды.	8	-	4	7	Опрос
					Защита лабораторных работ
4. Облучающие среды.	4	-	4	7	Опрос
					Защита лабораторных работ
5. Жидкостные среды.	6	-	4	14	Опрос
					Контроль выполненного проектного задания
					Защита лабораторных работ
					Контрольная работа

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основные понятия и определения. Внешняя, окружающая, технологическая и защитные среды в процессах получения изделий микро- и нанoeлектроники. Зональный характер производственных сред на производстве.
	2	2	Материалы и вещества, используемые в процессах получения изделий микро- и нанoeлектроники. Связь между частицами вещества. Порядок, беспорядок. Естественный и синтезированный порядок в твердом теле.
	3	2	Конструкционные и технологические материалы. Уровень чистоты материалов для микроэлектроники.
	4	2	Управление свойствами материалов. Стандартизация и сертификация материалов.
	5	2	Естественное и искусственное старение материалов. Физико-химическая совместимость материалов технологических и защитных сред (ТС и ЗС) с конструкционными материалами. Значение микроклимата производственной среды и его обеспечение. Робастность.
2	6	2	Классификации ТС и ЗС по естественным и технологическим критериям. Газовые ТС и ЗС. Атмосфера окружающей среды в составе ТС.
	7	2	Инертные газы. Реакционно-способные газообразные материалы ТС. Характеристики, проблемы выбора, особенности применения газовых сред. Контроль и стабилизация параметров газов в составе ТС и ЗС.
3	8	2	Получение вакуума. Классификация вакуума. Контроль вакуума.
	9	2	Реализация технологических процессов в вакууме. Причины технологических отклонений при создании изделий микро- и нанoeлектроники в вакуумной среде. Перспективные разработки установок получения вакуума.
	10	2	Материалы для плазменных сред.

			Получение плазмы. Взаимодействие между частицами плазмы. Разновидности плазмы.
	11	2	Воздействие плазмы на конструкционные и технологические материалы. Особенности применения и контроля характеристик плазменных сред. Перспективные разработки.
4	12	2	Общая характеристика пучков частиц (электронов, ионов, фотонов, нейтронов) и особенности их поведения в пучках с точки зрения их применения. Характер взаимодействия облучающих частиц с технологическими материалами и с объектом производства.
	13	2	Источники получения облучающих сред. Средства контроля и управления облучающими средами. Перспективность облучающих сред.
5	14	2	Акустические волны в составе технологических сред. Особенности взаимодействия жидких сред с объектом производства. Источники УЗ, МЗ-колебаний. Применение УЗ, МЗ в производстве изделий микро- и нанoeлектроники.
	15	2	Специфика применения жидких сред. Разновидности и свойства материалов жидких ТС (очистители, растворители, электролиты, растворы для химического и др. осаждения покрытий и т.д.), связанные с применением.
	16	2	Характер взаимодействия жидких ТС с конструкционными материалами. Решение проблем безотходности производства. Жидкости-теплоносители. Вязкотекучие многокомпонентные материалы ТС, меняющие свое агрегатное состояние в процессе использования. Характеристика, свойства, определяющие применение; внешние воздействия для создания ТС. Многофазные дисперсионные жидкостные системы для ТС.

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	2	4	Параметры и оценочные критерии технологических и защитных сред в обеспечении качества и заданных показателей надежности изделий МСТ
	4	4	Оценка пористости покрытий, применяемых в изделиях микроэлектроники
2	7	4	Материалы, технологические и защитные среды при изготовлении функциональной ячейки на гибкой многослойной коммутационной плате
	8	4	Технологические и защитные среды при изготовлении функциональных ячеек на многослойной керамической плате
	1	4	Исследование влагозащитных свойств полимерных покрытий
3	6	4	Исследование процессов плазмохимического травления в производстве РЭС
4	3	4	Технологические и защитные среды для защиты электронных средств, предотвращения отказов, аварий и катастроф
5	5	4	Технологические и защитные среды при анизотропном травлении кремния

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	1	ОРИОКС, работа с ресурсами Интернет
	2	Работа с учебной литературой
	4	Подготовка к лабораторным работам №2,4
2	1	ОРИОКС, работа с ресурсами Интернет
	2	Работа с учебной литературой
	6	Подготовка к лабораторным работам №1,7,8
3	1	ОРИОКС, работа с ресурсами Интернет
	2	Работа с учебной литературой

	2	Подготовка к лабораторной работе №6
	2	Подготовка к контрольным мероприятиям
4	1	ОРИОКС, работа с ресурсами Интернет
	2	Подготовка к лабораторной работе №3
	2	Работа с учебной литературой
	2	Подготовка к контрольным мероприятиям
5	1	ОРИОКС, работа с ресурсами Интернет.
	9	Выполнение проектного задания.
	2	Работа с учебной литературой
	2	Подготовка к лабораторной работе №5

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Необходимые материалы, при необходимости, высылаются преподавателем по электронной почте студентам.

#### **Модуль 1 «Конструкционные и технологические материалы».**

- ✓ Методические указания студентам для СРС
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторной работы №2
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторной работы №4
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к лекциям №1-5

#### **Модуль 2 «Газообразные среды»**

- ✓ Методические указания студентам для СРС
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторных работ №7,8,1
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к лекциям №6,7

#### **Модуль 3 «Вакуумные и плазменные среды»**

- ✓ Методические указания студентам для СРС
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторной работы №6
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к лекциям №8-11

#### **Модуль 4 «Облучающие среды»**

- ✓ Методические указания студентам для СРС
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторной работы №3
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к лекциям №12,13

#### **Модуль 5 «Жидкостные среды»**

- ✓ Методические указания студентам для СРС
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к выполнению лабораторной работы №5
- ✓ Материал для самостоятельной подготовки к лекциям №14-16



## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Технология микроклимата чистых помещений микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие / В.И. Каракеян [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 120 с.
2. Вяльцев А.А. Оценка риска технологических процессов микроэлектроники [Текст] : Учеб. пособие / А.А. Вяльцев, Е.А. Севрюкова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2018. - 184 с.
3. Конструкции и технологии изготовления компонентов и узлов электронных средств: [Текст] Учеб. пособие / Б.М. Симонов, О.М. Бритков, А.С. Тимошенко; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ", Институт нано- и микросистемной техники; Под ред. С.П. Тимошенко. - М. : МИЭТ, 2018. - 232 с.
4. Симонов Б.М. Конструкции и технологии изготовления компонентов и узлов электронных средств [Текст] : Лабораторный практикум по дисциплинам: "Технология компонентов ЭС", "Технология компонентов РЭС", "Компонентная база электронных вычислительных систем" / Б.М. Симонов, О.М. Бритков, А.С. Тимошенко; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. С.П. Тимошенко. - М. : МИЭТ, 2016. - 364 с.

### **Периодические издания**

1. Нано- и микросистемная техника : Ежемес. междисциплинарный теорет. и приклад. науч.-техн. журн. / РАН, Отделение информационных технологий и вычислительных систем. - М. : Новые технологии : Нано-микросистемная техника, 1999-.
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996-

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. 1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. 2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

3. 3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. - URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. 4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php>
5. 5. BOOK.RU : Электронно-библиотечная система : сайт. - Москва, 2010 - . - URL: <https://www.book.ru/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В данной дисциплине используется смешанное обучение. Учебный процесс представляет собой чередование фаз традиционного и электронного обучения. Смешанное обучение складывается из: 1) традиционного прямого личного взаимодействия участников образовательного процесса – студентов и преподавателя; 2) интерактивного взаимодействия с привлечением компьютерных технологий и электронных ресурсов; 3) самообразования. Студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом предстоящего практического занятия, размещенным в электронной среде. Также студенты вместе с преподавателем формулируют темы для самостоятельной работы для презентации материала студентом на занятии. В аудитории предлагается дискуссия по вопросам практического занятия, подготовленным докладам.

Преподаватель согласует со студентом тему доклада в соответствии с планом последующих занятий. Студенты готовят презентацию, согласуют формат представления и очередность выступления. На определенном ранее занятии проводится презентация материала студентом, даются ответы на вопросы (не менее трех), обсуждается данная тематика в свете современных вопросов микроэлектроники и микросистемной техники. Оформляется доклад в электронном виде в соответствии с правилами.

В дисциплине применяются дистанционные образовательные технологии с использованием для онлайн занятий возможности Скайп. Дисциплина может целиком быть реализована в дистанционном формате.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя. Для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>), а также созданные ресурсы на Гугл диске.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, экран, доска	Adobe Reader DC Microsoft Office
Лаборатория технологии МЭА аудитория 4226	Установка ПЛАЗМА-600Т Вакуумметр ВИТ-2 Мультметр Тераомметр Е6-13А Измеритель цифровой Е7-8 Измеритель RLC Е7-22 Вольтметр Agilent 34405А Источник питания ЛИПС Лабораторный измерительный стенд Испытательный стенд РСЕ-FTS50 Вакуумная сушка SPT-200 Шкаф химический (типа 2Ш-НЖ) Мешалка магнитная MS-MP4 Термошкаф «Электродело» Микроскоп МБС-9 Микроскоп-интерферометр МИ-4 Весы технические Плазменная панель Panasonic	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **УК-1.ТЗСПИМН** «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач применения технологических сред».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-6. ТЗСПИМН** «Способен анализировать оценочные критерии технологических и защитных сред, применяемых для производства изделий микросистемной техники».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Изучение дисциплины требует строгой посещаемости.

Одним из решающих условий качественного обучения студентов является их *активная* работа на лекциях. Активное прослушивание лекций должно приобрести характер поиска ответов на поставленные преподавателем вопросы.

#### ***Общие и приемы конспектирования лекций:***

- необходимо записывать тему и план лекции, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки.
- названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их;
- в конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами;
- каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий (например: п/п – полупроводник).

Если у студента есть индивидуальные ПК (ноутбуки и т.п.), то тексты выданных тезисов лекций на лекции дополняются и расширяются. С таким текстом надо поработать дома, исправив вкравшиеся при наборе неточности и ошибки.

В конспект следует заносить все то, что преподаватель пишет на доске (демонстрирует с применением средств наглядности), а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

Очевидно, что максимальная эффективность от работы на лекциях достигается при *предварительной подготовке* к ней – студент должен ознакомиться с предстоящей темой лекции и основными ее тезисами, предложенных преподавателем или найденных в рекомендуемой основной литературе, подготовить вопросы к лектору по заинтересовавшим вопросам.

Одной из форм обучения является *консультация у преподавателя*. Обращаться к помощи преподавателя следует при подготовке к контрольной работе, а также в любом

случае, когда студенту не ясно изложение какого-либо вопроса в учебной литературе или он не может найти необходимую литературу. Преподаватель поможет составить план доклада (творческой работы), порекомендует порядок изложения вопросов, поможет рассчитать время выступления, подобрать соответствующую литературу, раскрыть профессиональный аспект рассматриваемой проблемы.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 100 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий см. в журнале успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>.

#### **РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор Института НМСТ,

доктор технических наук, доцент



\_\_\_\_\_/Калугин В.В./

Рабочая программа дисциплины «Технологические и защитные среды для производства изделий микро- и наноэлектроники» по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности (профилю) «Изделия микросистемной техники» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 19 ноября 2020 года, протокол № 4.

Директор Института НМСТ  /Тимошенко С.П./

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  /Никулина И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./