

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2020 14:36:38  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354

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  
И.Г. Игнатова 2020 г.  
М.П.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Оборудование производства электронных средств и компонентов»

Направление подготовки – 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Роботизированные устройства и системы»

2020 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-2 «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.036 «Специалист по электронике бортовых комплексов управления».**

**Обобщенная трудовая функция В.** Создание электронных средств и электронных систем бортовых комплексов управления.

**Трудовая функция В/03.6.** Испытание опытных образцов и модернизация электронных средств и электронных систем БКУ.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
<p>ПК-2.ОПЭСК Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций технологического оборудования и устройств производства электронных средств различного функционального назначения.</p>	<p>– Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; – участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; – подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах;</p>	<p><b>Знания:</b> технических характеристик и принципа работы отечественного и зарубежного технологического оборудования производства электронных средств.</p> <p><b>Умения:</b> осуществлять методологическое обоснование, планирование и подготовку экспериментальных исследований узлов и систем технологического оборудования производства электронных средств.</p> <p><b>Опыт деятельности:</b> проведение экспериментальных исследований узлов и систем технологического оборудования производства электронных средств, описание процессов функционирования и формулирование требований.</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:

знание основ технологических процессов производства приборов микроэлектроники и микросистемной техники и сформированные общепрофессиональные и профессиональные компетенций в предшествующих дисциплинах «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Конструкторское проектирование и технология производства БИС и СБИС»;

умение на основе полученных знаний технологических процессов производства электронных средств сформулировать требования к оборудованию для их реализации;

владение стандартными компьютерными программами и информационными системами при моделировании, расчете, написании рефератов и отчетов, поиске научно-технической информации по изучаемому технологическому оборудованию производства электронных средств.

## 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	6	5	180	32	16	16	80	Экз (36)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Технохимическое и литографическое	10	6	4	23	Сдача практико-ориентированного задания СРС (ПОЗ).

оборудование.					Интерактивный опрос по заданиям для самостоятельного изучения.
					Допуск к лабораторным работам и защита работ.
					Контрольная работа № 1.
2. Оборудование нанесения, травления и модификации материалов.	14	8	12	40	Сдача практико-ориентированных заданий СРС (ПОЗ).
					Интерактивный опрос по заданиям, выданным для самостоятельного изучения.
					Допуск к лабораторным работам и защита работ.
					Контрольная работа № 2.
3. Оборудование высокотемпературной обработки и легирования.	4	2	-	7	Интерактивный опрос по заданиям, выданным для самостоятельного изучения.
					Контрольная работа № 3.
4. Оборудование испытания электронных средств и их компонентов.	4	-	-	10	Интерактивный опрос по заданиям, выданным для самостоятельного изучения.
					Защита реферата по выбранной теме.

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	<b>Классификация оборудования производства электронных средств и компонентов.</b> Способы и аппараты гравитационной, инерционной и электроочистки гетерогенных систем. Электроочистка газов
	2	2	<b>Способы и аппараты фильтрации гетерогенных систем и диффузионной очистки гомогенных систем.</b> Фильтры и фильтрующие материалы. Очистка методом адсорбции, ионообменная очистка воды.

	3	2	<b>Процессы и оборудование для очистки поверхности подложек.</b> Способы жидкостной обработки: обезжиривание, травление, отмывка поверхности. Способы и оборудование сухой очистки: термообработка, газовое, ионное и плазмохимическое травление.
	4-5	4	<b>Способы и оборудование для формирования изображений в микро- и нанолитографии.</b> Оборудование формирования резистивных масок: нанесение, сушка и термообработка резистивных пленок. Оборудование для совмещения и экспонирования, проявления резистивной маски и формирования топологии на подложке.
2	6	2	<b>Методы и средства получения вакуума и измерения низких давлений.</b> Классификация откачных средств. Механические насосы объемного действия, молекулярные и струйные насосы. Электрофизические средства откачки. Классификация вакуумных манометров: деформационные, тепловые, ионизационные.
	7	2	<b>Методы и оборудование термовакuumного нанесения материалов.</b> Резистивные, индукционные, лазерные и электронно-лучевые испарители. Формирование пленки при дуговом испарении.
	8	2	<b>Физические основы процессов плазмообразования в вакууме.</b> Самостоятельные газовые разряды. Элементарные процессы в разрядах низкого давления. Условия ионизации атомов и молекул газа. Процессы взаимодействия электронов с атомами. Взаимодействие электронов ионизированного газа с электрическим и магнитным полями.
	9	2	<b>Методы и оборудование ионно-плазменного нанесения материалов.</b> Диодные, триодные и многоэлектродные распылительные системы. Системы распыления в магнитном поле. Магнетронные распылительные устройства.
	10	2	<b>Методы и оборудование ионно-плазменного травления материалов.</b> Системы ионного, плазмохимического и ионно-химического травления. Состав установки ВПТ. Системы ионно-лучевого травления, ионные источники. Реакторы с ICP-источниками. Системы радикального травления
	11-12	4	<b>Методы и оборудование электронно- и ионно-лучевой обработки.</b> Процессы и оборудование электронной литографии. Системы и узлы установки электронно-лучевой литографии. Процессы и оборудование ионно-лучевой литографии.
3	13	2	<b>Оборудование высокотемпературной обработки:</b> окисление, термическая диффузия, эпитаксия. Конструкции термических камер диффузионных печей. Оборудование для эпитаксии из парогазовой фазы. Установки для осаждения слоев при пониженном давлении.

	14	2	<b>Оборудование ионной имплантации.</b> Требования к установкам ионной имплантации и их основные характеристики. Основные системы и узлы установки ионной имплантации: ионные источники, магнитные сепараторы, электромагнитные фильтры, системы формирования и ускорения ионного пучка, механические системы сканирования.
4	15	2	<b>Оборудование испытаний электронных средств и компонентов.</b> Установки для механических и климатических испытаний, конструкции и принцип работы.
	16	2	<b>Интеграция процессов обработки в производстве изделий микро- и нанoeлектроники.</b> Современные тенденции развития технологического оборудования производства электронных средств и компонентов, кластерные системы. Обоснование необходимости интеграции процессов обработки. Конструктивные особенности и достоинства кластерных систем.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Методики расчета фильтров.
	2	2	Рассмотрение и анализ процесса формирования пленок из растворов в поле центробежных сил.
	3	2	Рассмотрение и анализ способов получения топологических изображений и переноса их в системе шаблон – пленка резиста.
2	4	2	Методика расчета вакуумных систем.
	5	2	Физические основы методов измерения низких давлений.
	6	2	Теоретическое обоснование процесса ионного распыления материалов.
	7	2	Теоретическое обоснование условий локализации плазмы в магнетронных распылительных системах.
3	8	2	Расчет параметров функциональных узлов установки ионной имплантации.

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Изучение конструкции центрифуги для нанесения полимерных слоев и исследование режимов ее работы.
2	2	2	Изучение конструкции установки плазмохимического травления и особенностей реализуемого на ней процесса глубокого травления кремния.
	3	4	Изучение конструктивных особенностей и правил эксплуатации вакуумных систем и средств измерения низких давлений. Исследование характеристик вакуумных насосов.
	4	4	Изучение конструктивных особенностей магнетронных распылительных устройств и исследование параметров магнитной системы МРУ.
	5	4	Изучение конструктивных особенностей и освоение правил эксплуатации оборудования вакуумно-плазменного нанесения и травления материалов.

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12,0	Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет ресурсов.
	2,0	Подготовка отчетов и защита лабораторных работ.
	4,0	Выполнение практико-ориентированных заданий, выданных для выполнения в часы СРС.
	2,0	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
	3,0	Подготовка к контрольной работе № 1 по модулю М1.
2	19,0	Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет ресурсов.

	6,0	Подготовка отчетов и защита лабораторных работ.
	8,0	Выполнение практико-ориентированных заданий, выданных для выполнения в часы СРС.
	4,0	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
	3,0	Подготовка к контрольной работе № 2 по модулю М2.
3	3,0	Подготовка к лекциям и практическим занятиям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет ресурсов.
	2,0	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
	2,0	Подготовка к контрольной работе № 3 по модулю М3.
4	2,0	Подготовка к лекциям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет ресурсов.
	2,0	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
1-4	6,0	Написание реферата.

#### 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/>):

- ✓ Методические указания студентам по организации изучения дисциплины «Оборудование производства электронных средств и компонентов»
- ✓ Дополнительные теоретические материалы дисциплины – «Вакуумно-плазменное оборудование для производства изделий микроэлектроники и микросистемной техники», «Теоретические основы вакуумно-плазменных процессов»

#### **Модуль 1 «Технохимическое и литографическое оборудование»**

- ✓ Конспект лекций модуля 1.
- ✓ Лабораторный практикум по модулю 1.
- ✓ Методические указания к проведению практических занятий по модулю 1.
- ✓ Методические указания по выполнению практико-ориентированного задания на тему «Технологический расчет электрофильтра».
- ✓ Вопросы для подготовки к контрольной работе №1.

#### **Модуль 2 «Оборудование нанесения, травления и модификации материалов».**

- ✓ Конспект лекций по модулю 2.
- ✓ Методические указания к проведению практических занятий по модулю 2.

- ✓ Лабораторный практикум по модулю 2.
- ✓ Вопросы для подготовки к контрольной работе №2.
- ✓ Методические указания по выполнению практико-ориентированного задания на тему «Расчет вакуумной системы».
- ✓ Методические указания по выполнению практико-ориентированного задания на тему «Теоретическое исследование конструктивно-технологических характеристик системы ионно-плазменного распыления материалов».

### **Модуль 3 «Оборудование высокотемпературной обработки и легирования».**

- ✓ Конспект лекций по модулю 3.
- ✓ Методические указания к проведению практических занятий по модулю 3.
- ✓ Вопросы для подготовки к контрольной работе №3.

### **Модуль 4 «Оборудование испытания электронных средств и их компонентов».**

- ✓ Конспект лекций по модулю 4.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавриата и магистратуры / В.И. Иванов [и др.]; Под ред. А.С. Сигова. - М.: Юрайт, 2018. - 270 с. - (Университеты России). - URL: <https://urait.ru/bcode/414076> (дата обращения: 22.08.2020).
2. Киреев В.Ю. (Автор МИЭТ, ИЭМС). Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография - процессы и оборудование [Текст]: [учебно-справочное руководство] / В.Ю. Киреев. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 320 с. - ISBN 978-5-91559-215-4: 1210-00.
3. Сырчин В.К., Зарянкин Н.М., Виноградов А.В. Технологические процессы и оборудование производства электронных средств. Часть 1. Вакуумно-плазменные процессы и оборудование. Учебное пособие. – М., МИЭТ, 2011. - 168 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0630-0.
4. Берлин, Е. В. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии: руководство / Е. В. Берлин, Л. А. Сейдман. - Москва: Техносфера, 2010. - 528 с. - ISBN 978-5-94836-222-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110946> (дата обращения: 22.08.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Галперин В.А. (Автор МИЭТ, НПК ТЦ). Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях [Текст]: Учеб. пособие / В.А. Галперин, Е.В. Данилкин, А.И. Мочалов; Под ред. С.П. Тимошенкова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 288 с. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0032-7: 107-25, 230 экз.
6. Лапшинов Б.А. Технология литографических процессов [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Б.А. Лапшинов. - М.: МИЭМ, 2011. - 95 с. - URL: <http://window.edu.ru/resource/498/78498> - (Дата обращения: 07.06.2018).

7. Райзер Ю.П. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 736 с. - ISBN 978-5-91559-019-8.
8. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: Учебник для вузов / Л.Н. Розанов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2007. - 392 с. - (Электронная техника). - ISBN 978-5-06-005521-4.
9. Сырчин В.К. Лабораторный практикум по курсу "Техпроцессы и оборудование микроэлектроники". Ч.2/ В.К. Сырчин, Г.В. Назаров, В.В. Ануфриенко. - М.: МИЭТ, 2002. - 60 с. –
10. Ануфриенко В.В. Процессы и оборудование фотолитографической обработки: Учеб. пособие по курсу "Технологические процессы и оборудование микроэлектроники" / В.В. Ануфриенко.- М.: МИЭТ, 1998.- 66 с.- ISBN 5-7256-0188-9:.

### **Периодические издания**

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ [Текст]: Всероссийский науч.-техн. журн. / ФГБОУ ВПО "Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых". - Владимир: ВГУ, 2001 –
2. ВОПРОСЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ [Текст] / ЦНИИ Электроника. - М., 1959-. - (Серия: Общетеχνическая (ОТ)). –

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

1. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.08.2019). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Электронно-библиотечная система ЭБС Лань: сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.08.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. ЭБС Юрайт: biblio-online.ru: образовательная платформа. - Москва, 2013 - URL: <https://www.biblio-online.ru/> (дата обращения: 30.08.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
4. ФИПС: Информационно-поисковой системы интернет-портала ФИПС: сайт. - Москва, 2009 - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>
5. IEEE/ИЕТ Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore: Электронная библиотека. - USA; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ (Доступ предоставлен по проекту "Национальная подписка").

6. Znanium.com: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва, 2011 - URL: <https://new.znaniium.com/> (дата обращения: 30.08.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения: аудиторное обучение при проведении лабораторных работ, части практических занятий с применением компьютерных технологий, выполнения контрольных работ и тестирования; дистанционное обучение в виде проведения *on-line* лекций и части других занятий, включая консультации и контрольные мероприятия, по Skype или в электронной образовательной среде вуза.

Важную роль в процессе обучения играют лабораторные занятия, предназначенные не только для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях и при выполнении самостоятельной работы, но и для получения навыков исследовательской и практической работы на технологическом оборудовании. Лабораторные работы, как правило, проводятся в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов. При наличии расхождений полученных результатов у разных групп экспериментаторов проводится групповое обсуждение с целью выявления допущенных в ходе экспериментов погрешностей («круглый стол»).

При проведении практических занятий студенты не только закрепляют знания, полученные на лекциях, но и получают навыки моделирования и оптимизации процессов и оборудования производства электронных средств. Причем по тематике практических занятий прорабатываются практико-ориентированные задания различной сложности, которые студенты выполняют в отведенное для этого время СРС с предоставлением и оценкой отчетов по выполненной работе с обоснованными выводами.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, Skype и др.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных работ, практических занятий, практико-ориентированных заданий, методических разработок по тематике курса и др. Для самостоятельной работы разработаны практико-ориентированные задания (ПОЗ) по основным разделам курса.

При дистанционном обучении используются *on-line* лекции и практические занятия по Skype, запись которых выкладывается в *Youtube* и доступна для студентов через среду ОРИОКС.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Windows, Acrobat Reader DC, Microsoft Office, браузер
Компьютерный класс	Компьютеры , мультимедийное оборудование	ОС Windows, Acrobat Reader DC, Microsoft Office, браузер
Лаборатория «Центр НТИ «Сенсорика» аудитория 4114	Установки вакуумные лабораторные ПМСТ-1 и УИТ-1 с исследуемыми узлами вакуумного и ионно-плазменного оборудования	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 Windows, Acrobat Reader DC, Microsoft Office, браузер

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ / ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-2.ОПЭСК** «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций технологического оборудования и устройств производства электронных средств различного функционального назначения».

Фонд оценочных средств представлен отдельными документами и размещен 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

Для формирования подкомпетенций и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках данного курса читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, выполняются практико-ориентированные задания. Студенты,

изучающие дисциплину, обязаны освоить темы 16 лекционных занятий (освоение тем подтверждается сдачей контрольных работ и/или тестов по каждому модулю), принять участие в 8 практических занятиях и выполнить 4 лабораторные работы.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, выполнению контрольных работ и тестов, написанию реферата и выполнению практико-ориентированных заданий. При этом студент использует методические разработки, рекомендуемую литературу, библиотеку электронных модулей в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС, Интернет-ресурсы, информационно-справочные системы.

Одним из решающих условий качественного обучения студентов является их активная работа на *лекциях*. Максимальная эффективность освоения материалов лекций достигается при предварительной подготовке к ней. Студенту рекомендуется заранее ознакомиться с предстоящей темой лекции и основными ее тезисами, подготовить вопросы к лектору по заинтересовавшим разделам.

Для закрепления лекционного материала проводятся *практические занятия*. Для повышения эффективности практических занятий (семинаров) студенту также необходимо предварительно ознакомиться с методическими указаниями, прочитать конспект лекций по данной тематике и соответствующие главы учебника (учебного пособия). На занятии предварительно под руководством преподавателя в диалоговом режиме рассматриваются и изучаются конструктивные и рабочие параметры технологического оборудования производства электронных средств, методы расчета и оптимизации узлов, систем и реализуемых технологических процессов. При этом учитывается активность студентов, которая оценивается в баллах, а наиболее активные студенты могут получить дополнительные бонусные баллы.

После теоретического рассмотрения материала практического занятия преподаватель выдает каждому студенту практическое домашнее задание на применение рассмотренных материалов, которое студенты выполняют в рамках СРС в течение заданного времени, получив на практическом занятии методические рекомендации по выполнению. Выполненные задания в виде отчета с выводами по полученным результатам присылаются студентами преподавателю и оцениваются баллами. Оценки доводятся до студентов, при этом может быть организована беседа-дискуссия по разбору итогов выполненной работы и анализу ошибок.

Для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях и при выполнении самостоятельной работы, а также для получения навыков исследовательской и практической работы на технологическом оборудовании, проводятся *лабораторные работы*. Чтобы хорошо подготовиться к лабораторному занятию, студенту необходимо во время самостоятельной работы в системе ОРИОКС ознакомиться с описанием лабораторной работы и оформить теоретическую часть отчета в соответствии с изложенными в описании требованиями. Она включает описание объекта исследований, методики проводимых исследований и таблицы для записи экспериментальных результатов. В рамках СРС также необходимо подготовиться к допуску к работе, для чего ответить на контрольные вопросы. К выполнению практической части работы допускается студент, продемонстрировавший при допуске знания объекта, методики проведения экспериментов и имеющий заготовленные заранее формы представления экспериментальных результатов.

При выполнении работы в лаборатории технологического оборудования студент

сначала должен пройти допуск, при котором проверяется его готовность к выполнению работы (наличие описания с теоретической частью и заготовленных для проведения эксперимента таблиц, схем и т.п.). Затем студент знакомится с описаниями приборов и оборудования, которые необходимы для проведения эксперимента, после чего самостоятельно или, как правило, в составе рабочей группы проводит исследования под руководством преподавателя в соответствии с изложенной методикой проведения эксперимента.

После проведения экспериментов студенты проводят обработку полученных результатов и их анализ, на основе которого формулируются выводы. Затем осуществляется защита выполненной работы (индивидуально или в составе группы) и проставляется зачет. Защита включает предоставление отчета по работе, оформленного в соответствии с требованиями, изложенными в описании к работе, обоснование полученных результатов и сделанных выводов, а также ответы на контрольные вопросы.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

По основным разделам курса студенты выполняют **практико-ориентированные задания** (ПОЗ), включающие комплексную практическую задачу, базирующуюся на тематике нескольких практических и/или лабораторных занятий раздела дисциплины. ПОЗ выполняется поэтапно, количество этапов зависит от степени сложности задания, подробное описание ПОЗ приведено в методических указаниях студентам (МУС).

В рамках часов СРС студент пишет **реферат** по наиболее заинтересовавшей его тематике в виде аналитического обзора по перспективному оборудованию конкретного технологического назначения, методам и методикам исследования и расчета его узлов, результатам исследований процессов и устройств, конструктивным особенностям оборудования и режимным параметрам процессов обработки. Тема реферата самостоятельно не определившемуся студенту может быть предложена преподавателем.

Одной из форм обучения является **консультация** у преподавателя. Обращаться к помощи преподавателя следует при выборе тематики и подготовке реферата, выполнении практико-ориентированного задания, а также в любом случае, когда студенту не ясно изложение какого-либо вопроса в учебной литературе или требуется помощь в подборе необходимой дополнительной литературы.

По завершению изучения дисциплины предусмотрен **экзамен**, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на балльной накопительной системе. Для сдачи экзамена по дисциплине разработан ФОС, включающий комплексное профессиональное задание по проверке сформированности необходимых компетенций с методическими указаниями его выполнения и критериями оценки достижения формируемых в дисциплине компетенций/подкомпетенций.

## 11.2. Система контроля и оценивания

Для контроля освоения дисциплины и уровня приобретения студентом необходимых подкомпетенций проводятся *текущая* и *промежуточная аттестации*. Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. Для промежуточной аттестации предусмотрен экзамен.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме до 76 баллов), активность, посещаемость и прилежание студентов в семестре (в сумме до 14 баллов), сдача экзамена (до 10 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в МУС.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен студенту в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор Института НМСТ, д.т.н., профессор



/Сырчин В.К./

Рабочая программа дисциплины «Оборудование производства электронных средств и компонентов» по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Роботизированные устройства и системы» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 19 ноября 2020 года, протокол № 4.

Директор Института НМСТ  /С.П. Тимошенков/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Начальник АНОК  /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  /Т.П. Филиппова/