

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2025 14:36:38
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf735

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»

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
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.	– 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;	Знания: технических характеристик и принципа работы отечественного и зарубежного технологического оборудования производства электронных средств. Умения: осуществлять методологическое обоснование, планирование и подготовку экспериментальных исследований узлов и систем технологического оборудования производства электронных средств. Опыт деятельности: проведение экспериментальных исследований узлов и систем технологического оборудования производства электронных средств, описание процессов функционирования и формулирование требований.

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	Классификация оборудования производства электронных средств и компонентов. Способы и аппараты гравитационной, инерционной и электроочистки гетерогенных систем. Электроочистка газов
	2	2	Способы и аппараты фильтрации гетерогенных систем и диффузионной очистки гомогенных систем. Фильтры и фильтрующие материалы. Очистка методом адсорбции, ионообменная очистка воды.

	3	2	Процессы и оборудование для очистки поверхности подложек. Способы жидкостной обработки: обезжиривание, травление, отмывка поверхности. Способы и оборудование сухой очистки: термообработка, газовое, ионное и плазмохимическое травление.
	4-5	4	Способы и оборудование для формирования изображений в микро- и нанолитографии. 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	Методы и средства получения вакуума и измерения низких давлений. Классификация откачных средств. Механические насосы объемного действия, молекулярные и струйные насосы. Электрофизические средства откачки. Классификация вакуумных манометров: деформационные, тепловые, ионизационные.
	7	2	Методы и оборудование термовакuumного нанесения материалов. Резистивные, индукционные, лазерные и электронно-лучевые испарители. Формирование пленки при дуговом испарении.
	8	2	Физические основы процессов плазмообразования в вакууме. 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	Методы и оборудование ионно-плазменного нанесения материалов. Диодные, триодные и многоэлектродные распылительные системы. Системы распыления в магнитном поле. Магнетронные распылительные устройства.
	10	2	Методы и оборудование ионно-плазменного травления материалов. 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	Методы и оборудование электронно- и ионно-лучевой обработки. Процессы и оборудование электронной литографии. Системы и узлы установки электронно-лучевой литографии. Процессы и оборудование ионно-лучевой литографии.
3	13	2	Оборудование высокотемпературной обработки: окисление, термическая диффузия, эпитаксия. Конструкции термических камер диффузионных печей. Оборудование для эпитаксии из парогазовой фазы. Установки для осаждения слоев при пониженном давлении.

	14	2	Оборудование ионной имплантации. 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	Оборудование испытаний электронных средств и компонентов. Установки для механических и климатических испытаний, конструкции и принцип работы.
	16	2	Интеграция процессов обработки в производстве изделий микро- и нанoeлектроники. 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. Тимошенко. - 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: Общетехническая (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/