

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.09.2023 15:22:16
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c8f8b0ea882b8d602

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

«18» сентября 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы и средства исследования и оптимизации
активируемых процессов и оборудования»

Направление подготовки – 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Проектирование технических систем средствами 3D-
моделирования»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.МСИОАПО. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий при исследовании и оптимизации активируемых процессов и оборудования.	Знания: проблемных ситуаций при создании и функционировании технологического оборудования с активированными процессами обработки. Умения: проработать стратегию исследования проблемной ситуации на основе системного подхода с формулированием целей и задач исследования. Опыт деятельности: планирование исследований проблемной ситуации и разработки методики их проведения.

Компетенция ПК-2 «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.036 «Специалист по электронике бортовых комплексов управления».

Обобщенная трудовая функция С. Техническое управление созданием и эксплуатацией электронных средств и электронных систем БКУ.

Трудовая функция С/01.7. Исследования и консультирование в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2. МСИОАПО. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований параметров и характеристик	Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи. Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и	Знания: методов проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков и активируемых процессов технологического оборудования производства электронных средств, принципа и режимов работы.

<p>активируемых процессов и оборудования с применением современных средств и методов</p>	<p>технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей.</p> <p>Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары.</p>	<p>Умения: использовать современные средства, методы и технологии исследования активируемых процессов и оборудования.</p> <p>Опыт деятельности: планирование и проведение экспериментальных исследований узлов, блоков и активируемых процессов технологического оборудования производства электронных средств, подготовка и оформление отчетов по результатам исследований.</p>
--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине:

знание основ процессов нанесения, травления, очистки и модификации материалов и требований к техническим системам, устройствам и оборудованию для реализации вакуумно-плазменных технологий производства приборов микроэлектроники и микросистемной техники, а также знание основ процессов плазмообразования в газовых разрядах, физико-химических процессов в газоразрядной плазме и на обрабатываемой поверхности материала;

умение применять знания разделов высшей математики (в частности, дифференциальное и интегральное исчисление, методы вычислительной математики и решения задач оптимизации) и физики для описания физических закономерностей лежащих в основе функционирования исследуемых устройств и технологических процессов, а также умение пользоваться средствами исследования процессов и устройств;

владение стандартными компьютерными программами моделирования, входящими в состав современных САПР, а также компетенциями в области основ программирования.

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)		
2	3	5	180	16	16	16	96	Экз. (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Активируемые процессы и оборудование нанесения материалов.	6	6	8	36	Сдача практико-ориентированного задания СРС (ПОЗ).
					Интерактивный опрос по заданиям для самостоятельного изучения.
					Допуск к лабораторным работам и защита работ.
					Контрольная работа №1.
2. Активируемые процессы и оборудование травления материалов.	4	6	8	30	Сдача практико-ориентированного задания СРС (ПОЗ).
					Интерактивный опрос по заданиям для самостоятельного изучения.

					Допуск к лабораторным работам и защита работ.
					Контрольная работа №2.
3. Активируемые процессы и оборудование модификации и размерной обработки материалов.	6	4	-	30	Сдача практико-ориентированного задания СРС (ПОЗ).
					Интерактивный опрос по заданиям для самостоятельного изучения.
					Защита реферата по выбранной теме.

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Методы активации процессов обработки в интегрированных системах. Процессы и оборудование нанесения материалов. Процессы и оборудование травления материалов. Процессы и оборудование модификации материалов и размерной обработки: ионное легирование (имплантация), электронная литография, ионная литография.
	2	2	Методы и средства активации стадий процесса нанесения материалов. Процессы испарения материалов в вакууме. Процессы ионного и ионно-плазменного распыления. Процессы химического осаждения из парогазовых смесей с плазменной активацией.
	3	2	Методы и средства исследования и оптимизации процессов и оборудования нанесения материалов. Исследование и оптимизация процесса формирования равномерной по толщине пленки. Анализ факторов, определяющих профиль наносимых пленок. Факторы, влияющие на процесс нанесения пленки. Общий вид модели процесса нанесения пленок.
2	4	2	Методы и средства активации стадий процесса травления материалов. Методы и средства активации стадий процесса ионного травления материала. Реализация процесса плазмохимического травления материала. Реализация процесса ионно-химического травления материала.

	5	2	Методы и средства исследования и оптимизации процессов и оборудования травления материалов. Моделирование процесса ионного травления. Моделирование процесса плазмохимического травления. Моделирование источника индуктивно-связанной плазмы.
3	6	2	Методы и средства активации стадий процессов модификации и размерной обработки материалов. Методы и средства активации стадий процесса ионной имплантации. Методы и средства активации стадий процесса электронно-лучевой литографии. Методы и средства активации стадий процесса ионно-лучевой литографии.
	7	2	Методы и средства исследования и оптимизации процессов и оборудования модификации и размерной обработки материалов. Формирование электронных пучков субмикронного сечения. Физика взаимодействия быстрых электронов с веществом. Физика ионно-лучевой литографии.
	8	2	Интеграция активируемых процессов обработки, разработка многомодульных агрегатов и систем для производства изделий микро- и нанoeлектроники. Преимущества кластерных систем. Конструктивные особенности кластерного оборудования. Особенности использования кластерных систем в производстве интегральных схем.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Теоретическое обоснование условий плазмообразования в вакуумно-плазменных системах ионного распыления материалов.
	2	2	Теоретическое обоснование условий локализации плазмы в магнетронных распылительных системах (МРС).
	3	2	Моделирование МРС по критериям равномерности толщины наносимой пленки и эффективности процесса.
2	4	2	Расчет параметров процесса ионного травления микроструктур.
	5	2	Теоретическое обоснование условий активации химически активных частиц в плазме.
	6	2	Теоретическое обоснование процесса плазмообразования в индуктивно-связанной плазме.
3	7	2	Теоретическое обоснование процесса ионного легирования.
	8	2	Расчет параметров функциональных узлов установки ионной имплантации.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование параметров процессов плазмообразования и распыления в магнетронной распылительной системе.
	2	4	Исследование вольтамперных характеристик магнетронных распылительных систем.
2	3	4	Изучение конструктивных особенностей, математических моделей и исследование рабочих и технологических параметров ионного источника с ленточными пучками «МАГИСТР».
	4	4	Изучение конструктивных особенностей, математических моделей и исследование рабочих и технологических параметров источника радикалов «ИСТРА».

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	16	Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет-ресурсов.
	5	Подготовка отчетов и защита лабораторных работ.
	6	Выполнение практико-ориентированных заданий, выданных для выполнения в часы СРС.
	6	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
	3	Подготовка к контрольной работе №1.
2	12	Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет-ресурсов.
	5	Подготовка отчетов и защита лабораторных работ.
	6	Выполнение практико-ориентированных заданий, выданных для

		выполнения в часы СРС.
	4	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
	3	Подготовка к контрольной работе №2.
3	12	Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям: работа с учебниками и учебными пособиями, изучение текстов лекций (электронная версия), изучение сайтов интернет-ресурсов.
	6	Выполнение практических заданий, выданных для выполнения в часы СРС.
	4	Подготовка к контрольным и интерактивным опросам.
	2	Подготовка к контрольной работе №3.
	6	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//URL: <http://orioks.miet.ru/>):

- ✓ Методические указания студентам по организации изучения дисциплины «Методы и средства исследования и оптимизации активируемых процессов и оборудования»
- ✓ Дополнительные теоретические материалы дисциплины – «Вакуумно-плазменное оборудование для производства изделий микроэлектроники и микросистемной техники», «Теоретические основы вакуумно-плазменных процессов»

Модуль 1 «Активируемые процессы и оборудование нанесения материалов»

- ✓ 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 «Теоретическое исследование процесса плазмообразования в системе ионного распыления».
- ✓ Вопросы для подготовки к контрольной работе №1.

Модуль 2 «Активируемые процессы и оборудование травления 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 «Теоретическое исследование процесса ионного распыления материалов».

Модуль 3 «Активируемые процессы и оборудование модификации и размерной обработки материалов»:

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

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Сырчин В.К. Технологические процессы и оборудование производства электронных средств: Часть 1 : Вакуумно-плазменные процессы и оборудование: учебное пособие / В.К. Сырчин, Н.М. Зарянкин, А.В. Виноградов. – М.: МИЭТ, 2011. - 168 с. - ISBN 978-5-7256-0630-0.
2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии: 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: 22.11.2020).
3. Лабораторный практикум по курсу "Моделирование технологических процессов" / Е.А. Артамонова [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Т.Ю. Крупкиной. - М.: МИЭТ, 2018. - 108 с.
4. 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).
5. 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: 22.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Галперин В.А. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях: Учеб. пособие / В.А. Галперин, Е.В. Данилкин, А.И. Мочалов; Под ред. С.П. Тимошенко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 288 с. - ISBN 978-5-9963-0032-7

Периодические издания

1. IEEE/IEE 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 по проекту "Национальная подписка").
2. Проектирование и технология электронных средств: Всероссийский науч.-техн. журн. / ФГБОУ ВПО "Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых". - Владимир: ВГУ, 2001 URL: <http://ptes.vlsu.ru/> (дата обращения: 28.10.2020)

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: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Электронно-библиотечная система ЭБС Лань: сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. ФИПС: Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 -. - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>(дата обращения: 30.09.2019)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение: аудиторное обучение при проведении лабораторных работ, части практических занятий с применением компьютерных технологий, интерактивных лекционных занятий, выполнения контрольных работ и тестирования; дистанционное обучение в виде проведения *on-line* лекций и практических занятий по Skype.

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 активируемых процессов и оборудования. 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	Microsoft Office
Компьютерный класс	Компьютеры (Intel Core i3), мультимедийное оборудование	Microsoft Office
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 Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ / ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **УК-1.МСИОАПО** «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий при исследовании и оптимизации активируемых процессов и оборудования».

2. ФОС по подкомпетенции **ПК-2.МСИОАПО** «Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик активируемых процессов и оборудования».

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

Для формирования подкомпетенций и приобретения необходимых знаний, умений и навыков в рамках данного курса читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия.

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.

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 математические модели, методы расчета и оптимизации активируемых процессов и устройств их реализации. 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 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.

В рамках часов СРС студент пишет *реферат* по наиболее заинтересовавшей его тематике в виде аналитического обзора по перспективному оборудованию на основе активируемых процессов, методам и методикам исследования и расчета его узлов, результатам исследований процессов и устройств, конструктивным особенностям оборудования и режимным параметрам процессов обработки. Тема реферата неопределившемуся 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 «Методы и средства исследования и оптимизации активируемых процессов и оборудования» по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Проектирование технических систем средствами 3D-моделирования» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 24 декабря 2020 года, протокол № 6.

Директор Института НМСТ
д.т.н., профессор


_____/С.П. Тимошенко/

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/