

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:54:14

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f85ca862b8a6b2

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

« 2 » октября 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология и материалы сенсорной и актюаторной техники»

Направление подготовки – 28.03.03 «Наноматериалы»

Направленность (профиль) - «Инженерия наноматериалов»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенция ПК-6 «Способен разрабатывать и проводить процессы модификации свойств наноматериалов и наноструктур» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.104** «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция - С [6] Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Трудовые функции- С/01.6 Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

С/02.6 Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-6.ТМСАТ Способен осуществлять выбор методов модификации состава материалов, используемых в сенсорной и актюаторной технике	– участие в производстве наноматериалов и наносистем с заданными технологическими и функциональными свойствами, проектировании высокотехнологичных процессов в составе первичного проектно-технологического или исследовательского подразделения	Знание методов модификации состава материалов, используемых в сенсорной и актюаторной технике. Умение самостоятельно осуществлять выбор методов модификации состава материалов, используемых в сенсорной и актюаторной технике. Опыт разработки технологии получения наноматериалов и приборных структур на их основе для создания сенсорной и актюаторной техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Изучению модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах «Технологические среды», «Материалы электронной техники», «Процессы микро- и нанотехнологии».

Формируемые в процессе изучения модуля профессиональные компетенции в дальнейшем углубляются практикой и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

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)		
4	7	3	108	16	16	16	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1. Сенсорная и актюаторная техника - основные понятия и определения	2	2	8	16	Контрольная работа 1
					Защита лабораторных работ 1 и 2
					Рубежный контроль
2. Технология материалов для легирования для получения сенсоров и актюаторов. Основные технологические методы изготовления микро- и нанoeлектромеханических сенсоров и актюаторов	10	6	4	22	Контрольная работа 2
					Защита лабораторной работы 3
					Контроль выполнения индивидуального задания 1 и 2
3. Технология керамических и сегнетоэлектрических материалов сенсорной техники	4	8	4	22	Контрольная работа 3
					Защита лабораторной работы 4
					Контроль выполнения индивидуального задания 3

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение. Терминология. Типы микросистем. Основные направления развития сенсорной техники. Базовые технологии и особенности изготовления микросенсоров.
2	2	2	Технология получения бора технической и высокой чистоты. Соединения бора. Технология получения фосфора технической и высокой чистоты. Соединения фосфора. Технология получения мышьяка технической и высокой чистоты. Соединения мышьяка.
	3	2	Технология объемной микрообработки кремния.
	4	2	Технология поверхностной микрообработки кремния.
	5	2	Технологии микроформовки кремния.
	6	2	Перспективные микросистемные технологии и материалы.
3	7	2	Технология диэлектрических материалов. Органические диэлектрические материалы. Керамические диэлектрические материалы.
	8	2	Технология активных диэлектрических материалов. Пьезо-, сегнето- и пирозлектрики.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основные направления сенсорной техники. Контрольная работа 1.
2	2	2	Расчет сублимационной очистки фосфора. Выдача Индивидуальных заданий 1-3.
	3	2	Технология объемной микрообработки кремния. Контрольная работа 2.
	4	2	Технология поверхностной микрообработки кремния. Проверка выполнения индивидуальных заданий 1 и 2.
3	5	2	Определение основных составов керамических материалов.
	6	2	Обсуждение технологических приемов и физико-химических процессов, происходящих при изготовлении керамических изделий. Проверка выполнения индивидуального задания 3
	7	2	Интерактивное занятие. Керамические материалы. Пьезо-, сегнето- и пирозлектрики. Контрольная работа 3.

	8	2	Семинар-конференция : Представление индивидуальных творческих заданий».
--	---	---	---

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Исследование электрофизических характеристик пленок методом Холла
	2	4	Исследование температурной зависимости электрофизических характеристик сегнетоэлектрических пленок
2	3	4	Исследование механизмов электрического пробоя в тонких диэлектрических пленках
3	4	4	Получение воды высокой степени чистоты

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Проработка теоретического материала (Лекция 1)
	4	Подготовка к лабораторным работам 1 и 2
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 1 и 2
	6	Подготовка к Рубежному контролю по материалам Модуля 1
2	6	Проработка теоретического материала (Лекция 2-6)
	3	Подготовка к лабораторной работе 3
	3	Подготовка к защите лабораторной работы 3
	10	Выполнение индивидуального задания 1 и 2
3	3	Проработка теоретического материала (Лекция 7-8)
	3	Подготовка к лабораторной работе 4
	3	Подготовка к защите лабораторной работы 4
	5	Выполнение индивидуального задания 3
	8	Подготовка к выступлению на семинаре-конференции

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/>).

Модули 1-3:

✓ *Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине: «Технология и материалы сенсорной и актюаторной техники»*

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : учебное. пособие. Ч. 2 / В. М. Рошин, М. В. Силибин. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 184 с. - ISBN 978-5-94774-913-7; 978-5-94774-910-6
2. Рошин В.М. Технология проводящих и диэлектрических материалов : Учеб. пособие / В.М. Рошин. - М. : МИЭТ, 2007. - 192 с. - ISBN 978-5-7256-0462-7
3. Рошин В.М. Сборник лабораторных работ "Технология проводящих и диэлектрических материалов" / В.М. Рошин, В.Б. Яковлев, М.В. Силибин; Под ред. В.М. Рошина. - М. : МИЭТ, 2006. - 92 с.
4. Лабораторный практикум по курсу "Моделирование в среде TCAD" [Текст] . Ч. 1 : Введение в приборно-технологическое моделирование / Е. А. Артамонова [и др.]; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Т.Ю. Крупкиной. - М. : МИЭТ, 2009. - 172 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **Лань:** электронно-библиотечная система. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 11.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. **РУКОНТ** : Национальный цифровой ресурс : Электронно-библиотечная система : сайт. - Москва :Сколково, 2010 - . - URL: <https://lib.rucont.ru/search>(дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. **SCOPUS:** Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. **Google Scholar** : сайт. – США, 2004 -. - URL <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 10.01.2021). – Режим доступа: свободный.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ходе реализации обучения используется **традиционное обучение**.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используется корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>): *раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.*

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 №4139 «ЛП по материалам электронной техники»	Проектор Epson EB-G5600, мультимедийный комплекс, компьютеры, принтеры, интернет	Операционная система Windows, пакет MS Office
Учебная аудитория №4349 «Лабораторный практикум по функциональной электронике»	Малогобаритная вакуумная установка термического испарения МВУ ТМ ТИС, малогобаритная вакуумная установка магнетронного напыления МВУ ТМ Магна, малогобаритная вакуумная установка реактивно-ионного травления МВУ ТМ РИТ, установка осаждения нитевидных нанокристаллов и углеродных нанотрубок, First Nano Inc. USA, измерительное оборудование: вольтметры, омметры, генераторы сигналов.	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-6.ТМСАТ** «Способен осуществлять выбор методов модификации состава материалов, используемых в сенсорной и актюаторной технике».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом 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

Содержание дисциплины разбито на 3 модуля. Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

В процессе освоения дисциплины студенты самостоятельно готовят и выполняют предусмотренные контрольные мероприятия, направленные на проверку усвоения необходимых знаний – контрольные работы и тестирование в форме рубежного контроля; на проверку умений – в форме защиты лабораторных работ, на проверку опыта деятельности – в форме защиты (представления) индивидуального задания, результат выполнения которых отражается в накопительной балльной системе.

Качество самостоятельной работы студентов проверяется на каждом семинарском занятии и в процессе выполнения индивидуальных заданий, на которых отрабатываются и проверяются способности студента публично презентовать материалы выполнения СРС, вести дискуссию, приводить аргументы, логично и последовательно излагать свою точку зрения, демонстрируя понятийное и критическое мышление.

Индивидуальное задание выполняется самостоятельно в рамках отведенного времени на СРС. При подготовке к выполнению индивидуального задания студент должен продемонстрировать знания, умения и опыт деятельности, включающие поиск необходимой и дополнительной информации по темам практических занятий в научных источниках (рекомендованных ПБД и ИСС, а также найденных самостоятельно), анализ и обобщение современного состояния проблемы, выбор методов и технологий для достижения планируемого результата, способность применять знания и умения для построения моделей и продемонстрировать опыт использования современных программных средств. Результаты выполнения индивидуального задания представляются публично (в краткой форме в течение 10-15 минут) на практических занятиях и обсуждаются с преподавателем и одногруппниками.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ (Zoom, Skype и др.) и электронной почты.

Зачет проходит в форме выполнения заданий для промежуточной аттестации.

11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины предусмотрен *зачёт с оценкой*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно-балльной системе. Баллами оцениваются выполнение контрольных мероприятий, активность на практических занятиях, посещаемость.

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

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ
к.т.н., доцент

 /М.В. Силибин/

Рабочая программа дисциплины «Технология и материалы сенсорной и актюаторной техники» по направлению подготовки – 28.03.03 «Нanomатериалы», направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39.

Зам. директора Института
к.т.н., доцент


_____/А.В. Железнякова/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Начальник АНОК


_____/И.М.Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки


_____/Т.П. Филиппова/