

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 15:40:17

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f7361806502

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.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология и материалы сенсорной и актюаторной техники»

Направление подготовки – 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Направленность (профиль) - «Технологии материалов и наноструктур»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенция ПК-1 «Способен разрабатывать и обосновывать модернизацию технологических линий, процессов измерений параметров и модификации свойств» 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

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

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ТМСАТ Способен осуществлять выбор методов модификации состава материалов, используемых в сенсорной и актюаторной технике	<i>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:</i> Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	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 нанозлектромеханических сенсоров и актюаторов	10	6	4	22	Контрольная работа 2
					Защита лабораторной работы 3
					Контроль выполнение 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 нанoeлектроники : 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»	Малогабаритная вакуумная установка термического испарения МВУ ТМ ТИС, малогабаритная вакуумная установка магнетронного напыления МВУ ТМ Магна, малогабаритная 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-1.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 – 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов и наноструктур» 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/