Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 01.07.2025 11:02:40
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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
_____ А.Г. Балашов
«__» _____ 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология и материалы сенсорной и актюаторной техники»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность (профиль) - «Технологии материалов микроэлектроники»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00FCD5F6E07DC83F809D56CE1D350ACCD1
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 09.04.2025 по 03.07.2026

Москва 2024

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/01.6Модернизация 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	*Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:* 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 дисциплины 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	2	72	16	0	16	40	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1.Сенсорная и актюаторная техника - основные понятия и определения	2	-	2	6	Контрольная работа 1
2. Технология материалов для легирования для получения сенсоров и актюаторов. Основные технологические методы изготовления микро- и наноэлектромеханических сенсоров и актюаторов	10	-	6	16	Контрольная работа 2
					Контроль выполнение индивидуального задания
3. Технология керамических и сегнетоэлектрических материалов сенсорной техники	4	-	8	18	Контрольная работа 3
					Контроль выполнения индивидуального задания

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. Керамическиедиэлектрические материалы.
	8	2	Технология активных диэлектрических материалов. Пьезо-, сегнето- и пироэлектрики.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Основные направления сенсорной техники. Датчики, классификация.
2	2	2	Выдача Индивидуальных заданий.
	3	2	Технология объемной микрообработки кремния. Контрольная работа 1.
	4	2	Технология поверхностной микрообработки кремния. Проверка выполнения индивидуальных заданий.
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. Контрольная работа 2.
	7	2	Интерактивное занятие. Керамические материалы. Пьезо-, сегнето- и пироэлектрики. Контрольная работа 3.

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

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Проработка теоретического материала, подготовка к контрольной работе 1
2	6	Проработка теоретического материала, подготовка к контрольной работе 2
	10	Выполнение индивидуального задания
3	4	Проработка теоретического материала, подготовка к контрольной работе 3
	8	Выполнение индивидуального задания
	6	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/).

Сценарий обучения по дисциплине

Модули 1-3:

✓ *Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы, теоретические материалы*

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : учебное пособие. Ч. 2 / В. М. Рощин, М. В. Силибин. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 184 с. - ISBN 978-5-94774-913-7
2. Рощин В.М. Технология проводящих и диэлектрических материалов : Учеб. пособие / В.М. Рощин. - М. : МИЭТ, 2007. - 192 с. - ISBN 978-5-7256-0462-7
3. Рощин В.М. Сборник лабораторных работ "Технология проводящих и диэлектрических материалов" / В.М. Рощин, В.Б. Яковлев, М.В. Силибин ; Под ред. В.М. Рощина. - М. : МИЭТ, 2006. - 92 с.

4. Шерстобитова А.С. Датчики физических величин : Учеб. пособие / А.С. Шерстобитова. - СПб. : НИУ ИТМО, 2017. - 57 с. - URL: http://books.ifmo.ru/book/2045/datchiki_fizicheskih_velichin:_uchebnoe_posobie.htm (дата обращения: 09.12.2024)

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **Лань: электронно-библиотечная система.** – Санкт-Петербург, 2011. – URL: https://e.lanbook.com/(дата обращения: 09.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

2. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека**: сайт. – Москва, 2000. – URL: https://elibrary.ru(дата обращения: 09.12.2024). – 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: 09.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

4. **SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики**: сайт. – URL: www.scopus.com/(дата обращения: 09.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

5. **Бесплатная поисковая система «GoogleScholar»:** сайт. – США, 2004: - URL https://scholar.google.ru. – (дата обращения: 09.12.2024). – Режим доступа: свободный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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**

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимидийный комплекс (проектор, компьютеры, доступ к сети Интернет)	Операционная система Windows, пакет MS Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционнаясистема Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobatreader 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, 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

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность в семестре и сдача зачета, что в сумме дает 100 баллов.

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/

Ассистент Института ПМТ _____ /И.А. Волощук /

Рабочая программа дисциплины «Технология и материалы сенсорной и актюаторной техники» по направлению подготовки 22.03.01«Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов микроэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 19 декабря 2024 года, протокол № 16.

Директора Института _____ /С.В.Дубков/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ _____ /А.Л.Переверзев /

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/