

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

«01» июля 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»

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/01.6 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 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. Керамические диэлектрические материалы.
	8	2	Технология активных диэлектрических материалов. Пьезо-, сегнето- и пирозлектрики.

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 пирозлектрики. Контрольная работа 3.

	8	2	Семинар-конференция: Представление индивидуальных работ 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. Рошин, М. В. Силибин. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 184 с. - ISBN 978-5-94774-913-7
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. 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_fizicheskikh_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	Мультимедийный 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	Операционная система 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/>.

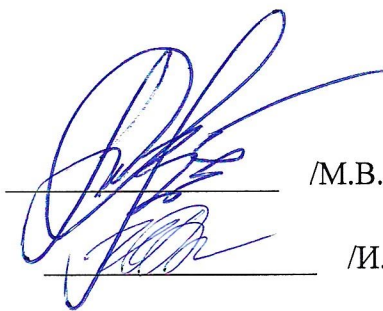
При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ
к.т.н., доцент

Ассистент Института ПМТ

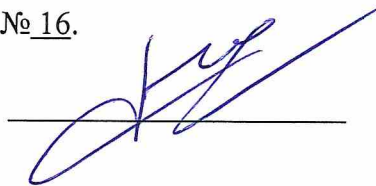


/М.В. Силибин/

/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

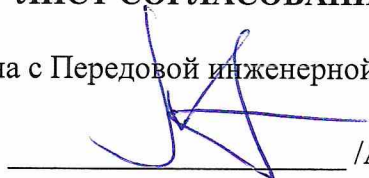


/С.В.Дубков/

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/