

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

«30» июля 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Направленность (профиль) - «Технологии материалов микроэлектроники»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-1 «Способен разрабатывать и обосновывать модернизацию технологических линий, процессов измерений параметров и модификации свойств» **сформулирована на основе профессиональных стандартов:**

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

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ТММОНЭ Способен осуществлять выбор методов модификации состава материалов, используемых в нанoeлектронике	- Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур, - Разработка и обоснование технических требований к модернизации технологических линий	Знания принципов технологий получения наноматериалов и приборных структур на их основе. Умение определять основные факторы процессов/технологий, а также возможных рисков. Опыт разработки технологии получения наноматериалов и приборных структур на их основе

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине- знания и навыки сформированные в дисциплинах «Технологические среды», «Материалы электронной техники», «Процессы микро- и нанотехнологии».

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	-	16	40	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Общие вопросы технологии материалов микро-, опто- и наноэлектроники	8	-	8	10	Контрольная работа 1
					Рубежный контроль (Тестирование)
2. Технология металлов для микро-, опто- и наноэлектроники.	4	-	4	6	Контрольная работа 2
3. Технология диэлектрических и вспомогательных материалов.	4	-	4	24	Контрольная работа 3
					Контроль выполнения индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение. Общие вопросы и задачи получения чистых и сверхчистых материалов. Современное состояние и проблемы технологии

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Общие вопросы технологии материалов. Базовые технологические процессы. Принципы очистки и разделения материалов.
	2	2	Технология получения бора технической и высокой чистоты. Соединения бора.
	3	2	Технология получения фосфора технической и высокой чистоты. Соединения фосфора.
	4	2	Технология получения мышьяка технической и высокой чистоты. Соединения мышьяка.
2	5	2	Технология металлов для микро-, опто- и наноэлектроники. Базовые процессы. Пиро- и гидрометаллургия. Принципы выделения химических соединений. Принципы восстановления металлов из их соединений. Технология получения тугоплавких металлов технической и высокой чистоты. Вольфрам. Молибден. Тантал и ниобий. Титан и цирконий.
	6	2	Технология получения металлов III группы технической и высокой чистоты. Алюминий. Галлий. Индий. Технология металлов высокой проводимости. Медь
3	7	2	Технология диэлектрических материалов. Стекла. Классификация, составы и получение. Стеклокерамические материалы. Процессы катализации зародышеобразования. Технология диэлектрических материалов. Керамические материалы. Технология активных диэлектрических материалов. Пьезо-, сегнето- и пирозлектрики. Технология органических диэлектрических материалов.
	8	2	Технология углеродных материалов. Аллотропные формы углерода. Технология объемных и пленочных алмазоподобных материалов. Технология наноструктурированных углеродных материалов. Фуллерены, нанотрубки. Графены. Технология некристаллических материалов.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Интерактивное занятие. Разработка технологических приемов удаления пустой породы из бедных руд.
	2	2	Расчет сублимационной очистки фосфора.
	3	2	Расчет направленной кристаллизации галлия.
	4	2	Интерактивное занятие. Разработка технологических приемов извлечения галлия и индия из отходов полупроводникового производства.
2	5	2	Интерактивное занятие. Определение основных составов стекол для различных потребителей.
	6	2	Интерактивное занятие. Выбор оптимальных способов очистки воды
3	7	2	Интерактивное занятие. Обсуждение технологических приемов и физико-химических процессов, происходящих при изготовлении керамических изделий.
	8	2	Интерактивное занятие. Обсуждение возможных областей использования фуллеренов и нанотрубок.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-3		
	16	Проработка конспекта лекций, учебников и обязательной литературы
	2	Подготовка к тестированию (рубежный контроль).
	12	Подготовка к контрольным работам по индивидуальному заданию
	10	Выполнение индивидуального задания по заданной теме

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно – методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов, представленное в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Сценарий обучения по дисциплине

Модули 1-3

✓ Учебно-методические материалы для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине: «Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники»

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники: Учеб. пособие. Ч. 2 / В.М. Рошин, М.В. Силибин. - М. : 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 [Текст] : 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" [Текст] / В.М. Рошин, В.Б. Яковлев, М.В. Силибин; Под ред. В.М. Рошина. - М. : МИЭТ, 2006. - 92 с.

Периодические издания

1. Organic Electronics: Materials, Physics, Chemistry and Applications. – URL: <http://www.journals.elsevier.com/organic-electronics/> (дата обращения: 10.11.2024). – Режим доступа: свободный. – ISSN 1566-1194

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 11.12.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Российская государственная библиотека: сайт. – Москва, 1999-2020. – URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 11.12.2024).
3. GoogleScholar: сайт. – США, 2004: - URL: <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 11.12.2024). – Режим доступа: свободный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение** (реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:

- учебные материалы по курсу органической химии (Химический факультет МГУ) <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>

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 Windows Microsoft Office
Лаборатория функциональной электроники № 4349	Малогабаритная вакуумная установка МВУ ТМ-ТИС осаждения тонких плёнок методом термического испарения Малогабаритная вакуумная установка МВУ ТМ "Плазма-РИТ" реактивно-ионного травления Малогабаритная вакуумная установка МВУ ТМ-Магна нанесения тонких плёнок методом магнетронного распыления материала Установка вакуумного осаждения нитевидных нанокристаллов и углеродных трубок First Nano Inc. USA	Не требуется
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 от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ТММОНЭ** «Способен осуществлять выбор методов модификации состава материалов, используемых в нанoeлектронике».

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

Все 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 на проверку усвоения необходимых знаний и умений в форме контрольных работ, на проверку умений и опыта деятельности – в форме защиты индивидуального задания, результат выполнения которых отражается в накопительной балльной системе.

Индивидуальное задание подразумевают самостоятельную работу обучающихся по разработке технологии получения наноматериалов и приборных структур на их основе.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций.

По завершении обучения проводится публичное представление результатов выполнения индивидуального задания.

Зачет проходит в форме выполнения заданий для промежуточной аттестации.

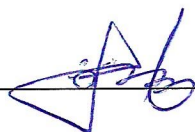
11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины предусмотрен *зачёт с оценкой*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно – балльной системе. Для сдачи зачёта с оценкой по дисциплине разработан ФОС, включающий тестовые задания и расчётное задание по проверке сформированности подкомпетенции с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ, к.т.н. .



/Е.А.Лебедев /

Рабочая программа дисциплины «Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов микроэлектроники» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 19 декабря 2024 года, протокол № 16

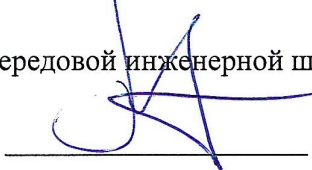
Директор Института ПМТ


/С.В.Дубков/

Лист согласования

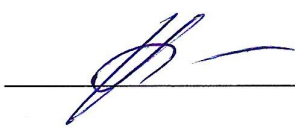
Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ


/А.Л.Переверзев /

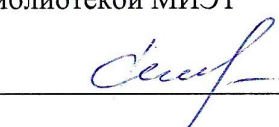
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК


/ И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки


/ Т.П.Филиппова /