

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.
МП.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Общее материаловедение»

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- 3 «Способен прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов» **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-3.ОМ. Способен использовать знания об основных свойствах веществ и материалов	<i>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:</i> Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Знание: технологии материалов электронной техники; способов анализа состава и структуры материалов; методов исследования основных свойств материалов. Умение: использовать полученные знания при исследовании и интерпретации основных свойств материалов. Опыт деятельности: способность проводить исследования состава и структуры материалов с использованием современных аналитических методов, проводить измерения тепло- и электрофизических параметров материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине

Изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Физика», «Химия», «Кристаллография».

Формируемые в процессе изучения дисциплины 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)		
3	5	4	144	32	16	-	60	КР, Экз. (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Основные понятия и сведения о материалах электронной техники.	14	8	-	20	Защита лабораторных работ
					Контроль выполнения курсовой работы
					Тестирование
2. Конструкционные и проводниковые материалы.	18	8	-	40	Защита лабораторных работ
					Контроль выполнения и защита курсовой работы
					Тестирование

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-3	6	Структура и свойства твердых тел. Основные тепло- и электрофизические свойства материалов.
	4-5	4	Классификация и особенности материалов электронной техники.
	6-7	4	Элементы зонной теории твердого тела. Зонные энергетические диаграммы.
2	8-11	8	Материалы с высокой электропроводностью. Сверхпроводники. Сплавы высокого сопротивления.
	12-14	6	Конструкционные материалы в микроэлектронике.
	15-16	4	Особенности свойств тонких пленок. Тонкопленочные контактные системы. Проводящая разводка в ИС. Барьерные слои омические контакты. Адгезия. Неметаллические проводниковые материалы.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Микроструктура железо-углеродистых сплавов
	2	4	Микроструктура сплавов цветных металлов
2	3	4	Микроструктура припоев, используемых в микроэлектронике
	4	4	Определение толщины пленок и глубины залегания р-п-перехода методом сферического шлифа

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Изучение теоретического материала в объеме лекций
1	8	Подготовка к лабораторным работам
1	4	Подготовка к рубежному тестированию
1	4	Выполнение курсовой работы
2	10	Изучение теоретического материала в объеме лекций
2	8	Подготовка к лабораторным работам
2	10	Подготовка к рубежному тестированию
2	12	Выполнение и подготовка к защите курсовой работы

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Сверхпроводящие материалы. Современные технологии ВТСП. Применение сверхпроводников.
2. Современное развитие технологии интегральных схем. Закон Мура.
3. Технология медной коммутации элементов в СБИС.
4. Способы направленной кристаллизации полупроводниковых материалов.
5. Способы и эффективные материалы с высокой теплопроводностью для монтажа активных элементов в электронных приборах (например: клеи, в том числе электропроводящие, теплопроводные пасты)
6. Современные теплоизоляционные материалы.
7. Тонкопленочные контактные системы к полупроводниковым материалам. Свойства тонких пленок металлов.
8. Материалы для металлических термометров сопротивления.
9. Современные материалы для герметизации изделий электронной техники.
10. Материалы защитных покрытий для полупроводниковых структур (например термоэлементов)
11. Методы и оборудование для исследования теплопроводности материалов.
12. Методики расчета составляющих теплопроводности полупроводниковых материалов
13. Методы и оборудование для исследования термоэлектрических параметров материалов.
14. Методы определения ширины запрещенной зоны полупроводников, в том числе до 1,0 эВ
15. Термоэлектрические материалы, способы увеличения их термоэлектрической добротности.
16. Полупроводниковые преобразователи энергии.

17. Адгезия. Методы и оборудование для исследования адгезионной прочности тонких пленок.
18. Методы определения теплового расширения твердых тел.
19. Современные методы определения химического состава и структуры твердых тел.
20. Методы исследования теплоемкости твердых тел.
21. Методы исследования плотности твердых тел.
22. Методы исследования концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках.
23. Методы исследования удельного сопротивления (электропроводности) металлических тонких пленок.
24. Способы направленной кристаллизации полупроводниковых материалов и их свойства
25. Методы и оборудование для исследования электропроводности и термоЭДС полупроводниковых материалов.
26. Перспективы использования наноматериалов в термоэлектрических полупроводниковых преобразователях энергии.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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

Модуль 1. «Основные понятия и сведения о материалах электронной техники»

Изучение теоретического материала в объеме лекций по модулю №1. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к рубежному тестированию. Подготовка к курсовой работе. Подготовка к экзамену. Осуществляется с помощью лекций к модулю №1, материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 2. «Конструкционные и проводниковые материалы»

Изучение теоретического материала в объеме лекций по модулю №2. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к рубежному тестированию. Подготовка к курсовой работе. Подготовка к экзамену. Осуществляется с помощью лекций к модулю №2, материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Материалы электронной техники [Текст] : Лабораторный практикум: В 2-х ч. Ч. 1 / Б.Г. Будагян, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 2001. - 56 с. - Имеется электронная версия издания. - б.ц.
2. Материалы электронной техники [Текст] : Лабораторный практикум: В 2-х ч. Ч. 2 / Б.Г. Будагян [и др.]. - М. : МИЭТ, 2001. - 88 с. - Имеется электронная версия издания.
3. Материалы электронной техники [Текст] : Лабораторный практикум: В 3-х ч. Ч. 3 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М. : МИЭТ, 2004. - 88 с. - Имеется электронная версия издания

4. Штерн Ю.И Термометрия [Текст] : Учеб. пособие / Ю.И. Штерн, А.А. Шерченков, Р.Е. Миронов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 256 с. - ISBN 978-5-7256-0730-7
5. Будагян, Б.Г. Материалы электронной техники [Текст] : Учеб. пособие / Б.Г. Будагян, Ю.И. Штерн, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 1997. - 140 с. - ISBN 5-7256-0153-6.
6. Будагян Б.Г. Материалы твердотельной электроники [Текст] : Учеб. пособие / Б.Г. Будагян, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 1999. - 118 с. - ISBN 5-7256-0220-6
7. Пасынков В.В. Материалы электронной техники [Текст] / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 367 с.
8. Горелик С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков [Текст] / С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. - М. : Металлургия, 1988. - 574 с.

Периодические издания

1. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 -.
2. Известия вузов. Материалы электронной техники : Научный рецензируемый журнал / ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС". - М. : МИСиС, 1998 -.
3. Физика и техника полупроводников = SEMICONDUCTORS / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе; Гл. ред. Р.А. Сурис. - СПб. : Наука, 1967 -. - Переводная версия SEMICONDUCTORS <https://link.springer.com/journal/11453>
4. Российские нанотехнологии = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : Российские нанотехнологии, 2006 -. - Переводная версия NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA <https://link.springer.com/journal/12201>
5. Материаловедение = Materials Sciences Transactions : Научно-технический журнал / Издательство "Наука и технологии". - М. : Наука и технологии, 1997 -
6. Неорганические материалы / РАН. - М. : Наука, 1965 -. - Переводная версия INORGANIC MATERIALS <https://link.springer.com/journal/10789>
7. Журнал неорганической химии / Российская академия наук, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. - М. : РАН, Наука, 1956 -
8. Журнал технической физики / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе. - СПб. : Наука, 1931 -.
9. Журнал экспериментальной и теоретической физики : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. :РАН, Наука, 1873 -. Переводная версия JOURNAL OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL PHYSICS <https://link.springer.com/journal/11447>
10. Измерительная техника :Ежемес. науч.-техн. журн. / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы" и др. - М. : Стандартинформ, 1939.

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. **База AmericanChemicalSociety (ACS):** Некоммерческое научное издательство. – Американское химическое общество, 2020. – URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 11.12.2024). – Режим доступа: свободный.
3. **Электронная версия базы данных ECS издательства Electrochemical Society:** Научное издательство IOP Publishing, 2020. – URL: <http://ecsd1.org/> (дата обращения: 20.11.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение** (основано на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде).

Обучение может реализовываться в полном объеме с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОС «Домашние задания», электронная почта и т.д.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах видеолекций, тестирования в ОРИОКС и ZOOM.

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»	Компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ, беспроводная клавиатура + мышь, проектор, микроскопы: фазоконтрастный - Neophot-2,	ОС Microsoft Windows MS Office Internet браузер

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	интерференционно-контрастный – МИИ-4, металлографический – МИМ-7, поляризационный – МП-2, люминесцентный – МЛ-2, инфракрасный – МИК-4. ИК Фурье – спектрометр ФСМ1201, микроскопы: МИИ4-М, микроскопы металлографические «МЕТАМ РВ21-1», инвертируемый микроскоп «Axiovert 40»	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows MS Office Internet браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-3.ОМ** «Способен использовать знания об основных свойствах веществ и материалов».

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

В учебной программе дисциплины предусмотрено 2 модуля. Модуль 1 дает студентам основные сведения о материалах электронной техники, основных классах современных материалов и является базовым для всех последующих модулей. В модуле 2 даны сведения о конструкционных и проводниковых материалах.

Приступать к лабораторным работам необходимо после изучения теоретического материала, рекомендованного преподавателем в рамках самостоятельной работы и изучения описания соответствующей лабораторной работы. Студенты получают допуск к лабораторной работе после ознакомления с описанием лабораторной работы. Для получения допуска необходимо правильно ответить на контрольные вопросы к теоретической части, приведенные в конце описания лабораторной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется по результатам выполнения курсовой работы, результатам тестирования по модулям 1-2, защит лабораторных работ с учетом посещаемости аудиторных занятий.

Выполнение *курсовой работы* студентами проходит по следующей схеме.

1. Ознакомление с проблематичными тематиками дисциплины и выбор темы для исследования.

2. Проработка теоретического материала и подготовка доклада с использованием современной периодики, информационных ресурсов и вычислительных программ.

3. Доклад в группе в отведенное время. Обсуждение докладов, сделанных одноклассниками.

4. Защита задания преподавателю. Формирование сборника тезисов докладов и презентаций.

Оцениваться будет не только качество выполнения научного исследования и доклада, но и активное участие в обсуждении тем, представленных одноклассниками.

При подведении итоговой оценки успеваемости на экзамене будет действовать накопительная балльная система оценки знаний, когда учитывается не только ответ на экзамене, но и сумма баллов, полученных в течение семестра. Для итоговой аттестации целесообразно использовать портфолио, включающий: конспект лекций и конспект материалов, подготовленных в рамках самостоятельной работы, протоколы тренингов на осознание собственных действий (сопоставление проекта с результатом), примеры собственных вариантов тестов по предмету, представление заданной преподавателем отдельной задачи курса в виде презентации.

Студентам рекомендуется активно посещать предусмотренные расписанием консультации с преподавателем.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ, активность и посещаемость семинаров, активность и посещаемость лекций, выполнение курсовой работы, тестирование, экзамен.

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:

Профессор Института ПМТ, д.т.н., доцент



Ю.И. Штерн

Рабочая программа дисциплины «Общее материаловедение» 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 19 декабря 2024 года, протокол № 16

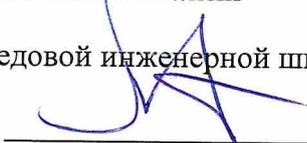
Директор Института ПМТ


/С.В.Дубков/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ


/А.Л.Переверзев /

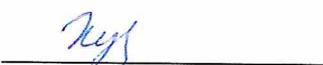
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК


/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки


/Т.П.Филиппова/