

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 10.09.2025 10:28:06
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

10 марта 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Материалы для полупроводниковых преобразователей энергии»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) - «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники»

Москва 2025 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-2 «Способен разрабатывать процессы жизненного цикла изделий микро- и нанoeлектроники» **сформулирована на основе профессионального стандарта** 40.005 «Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них».

Обобщенная трудовая функция - 40.005 С[7] Процессы жизненного цикла продукции

Трудовая функция - 40.005 С/02.7 Планирование разработки продукции в части, касающейся контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.МППЭ Способен разрабатывать технологический маршрут изготовления материалов для полупроводниковых преобразователей энергии	<i>Научно-исследовательский тип задач:</i> сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи	Знание основных материалов, проблем и тенденций в области термоэлектрического материаловедения. Умение обоснованно выбирать полупроводниковый материал, и технологию его получения для изготовления термоэлектрических преобразователей энергии. Опыт разработки технологических маршрутов и процессов изготовления материалов для полупроводниковых преобразователей энергии; проведения моделирования материалов для полупроводниковых преобразователей энергии и анализа полученных результатов.

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.

Изучение дисциплины «Материалы для полупроводниковых преобразователей энергии» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин

бакалавриата – «Физика», «Химия», «Физическая химия», «Материалы электронной техники», «Общее материаловедение», «Физико-химические основы технологии интегральных микро- и наноструктур», «Полупроводниковые преобразователи энергии».

Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются выполнением индивидуальных заданий НИР и практики 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)		
2	3	4	144	-	-	32	76	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Классификация и требования к термоэлектрическим материалам.	-	-	4	15	Тестирование
2. Термоэлектрические материалы.	-	-	6	17	Тестирование
3. Получение термоэлектрических материалов.	-	-	10	21	Тестирование
4. Исследование термоэлектрических материалов.	-	-	12	23	Тестирование Защита индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Области применения термоэлектрических устройств.
	2	2	Классификация и требования к термоэлектрическим материалам.
2	3	2	Низкотемпературные термоэлектрические материалы.
	4	2	Среднетемпературные и высокотемпературные термоэлектрические материалы.
	5	2	Перспективные термоэлектрические материалы.
3	6	2	Способы получения термоэлектрических материалов. Способы синтеза термоэлектрических материалов.
	7	2	Способы структурирования термоэлектрических материалов.
	8-9	4	Получение термоэлектрических материалов искровым плазменным спеканием.
	10	2	Перспективы повышения добротности термоэлектрических материалов.
4	11	2	Исследование структуры и состава термоэлектрических материалов.
	12	2	Исследование физико-химических свойств термоэлектрических материалов.
	13	2	Исследование тепло- и электрофизических параметров термоэлектрических материалов.
	14	2	Исследование механических свойств термоэлектрических материалов.
	15	2	Способы получения ветвей термоэлементов и способы подготовки поверхности.
	16	2	Исследование термической стабильности термоэлектрических материалов.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-4	15	Изучение теоретического материала по теме практических занятий.
1-4	15	Подготовка к практическим занятиям.
1-4	6	Подготовка к тестированию по модулям.
1-4	40	Подготовка индивидуального задания по анализу технологии изготовления и методов исследования свойств материалов для полупроводниковых преобразователей энергии.

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, <http://orioks.miet.ru/>):

Сценарий обучения по дисциплине

Модуль 1 «Классификация и требования к термоэлектрическим материалам»

- ✓ Учебно-методические материалы для изучения теоретического материала, подготовки к практическим занятиям, подготовки к тестированию, подготовки индивидуального задания, изучения материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 2 «Термоэлектрические материалы»

- ✓ Учебно-методические материалы для изучения теоретического материала, подготовки к практическим занятиям, подготовки к тестированию, подготовки индивидуального задания, изучения материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 3 «Получение термоэлектрических материалов»

- ✓ Учебно-методические материалы для изучения теоретического материала, подготовки к практическим занятиям, подготовки к тестированию, подготовки индивидуального задания, изучения материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 4 «Исследование термоэлектрических материалов»

- ✓ Учебно-методические материалы для изучения теоретического материала, подготовки к практическим занятиям, подготовки к тестированию, подготовки индивидуального задания, изучения материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии : Учеб. пособие. Ч. 1 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М. : МИЭТ, 2006. - 164 с.
2. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии : Учеб. пособие. Ч. 2 / А.А. Шерченков, Б.Г. Будагян. - М. : МИЭТ, 2007. - 280 с.
3. Материалы электронной техники : Лабораторный практикум: В 2-х ч. Ч. 1 / Б.Г. Будагян, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 2001. - 56 с.
4. Материалы электронной техники : Лабораторный практикум: В 3-х ч. Ч. 3 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М. : МИЭТ, 2004. - 88 с.
5. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 367 с.
6. Материалы электронной техники : Учеб. пособие / Б.Г. Будагян, Ю.И. Штерн, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 1997. - 140 с.
7. Аморфный гидрогенизированный кремний и приборы на его основе : Учеб. пособие / А.А. Айвазов, Б.Г. Будагян. - М. : МИЭТ, 1996. - 72 с.

8. Наноматериалы и нанотехнологии : Учебник для вузов / Е. И. Прякин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2023. - 372 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/323648> (дата обращения: 03.02.2025)

9. Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. - М. : ДМК Пресс, 2011. - 136 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3021> (дата обращения: 22.02.2025).

10. Дирекция по экономике отраслей ТЭК. Развитие солнечных технологий в мире : Информационная справка (Октябрь, 2013) / Аналитический центр при правительстве РФ. - М., 2013. - 10 с. - URL : <https://ac.gov.ru/files/publication/a/896.pdf> (дата обращения: 22.02.2025).

11. Introduction to Thermoelectricity / J.H. Goldsmid. - Springer, 2010. - (Springer Series in materials science. Volume 121). - URL : http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00716-3_1 - 27.09.2018.

12. Физика полупроводников : учебник / К.В. Шалимова. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210524> (дата обращения: 09.02.2025).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека:** сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 22.02.2025). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. **Российская государственная библиотека:** сайт. – Москва, 1999-2020. – URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 22.02.2025)

3. **GoogleScholar:** сайт. – США, 2004: - URL: <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 22.02.2025). – Режим доступа: свободный.

4. **ASC Publications :** сайт. - URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 22.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

5. **IOPSCIENCE :** сайт. – URL: <https://iopscience.iop.org/partner/ecs> (дата обращения: 22.02.2025)

6. **Springer:** сайт. – URL: <http://link.springer.com> (дата обращения: 22.02.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **традиционное обучение**.

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.

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	Операционная система Microsoft Windows, Microsoft Office, браузер, Acrobat reader DC
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, Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-2.МППЭ «Способен разрабатывать технологический маршрут изготовления материалов для полупроводниковых преобразователей энергии».

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

Дисциплина «Материалы для полупроводниковых преобразователей энергии» состоит из четырех модулей. Модули 1 и 2 знакомят студентов с общими требованиями к материалам термоэлектрических преобразователей энергии. Модули 3 и 4 дают студентам сведения о свойствах и методах получения материалов термоэлектрических преобразователей энергии.

Студенты должны осуществлять поиск дополнительной информации по темам практических занятий в научных источниках с последующим обсуждением результатов поиска с преподавателем и одногруппниками.

Выполнение индивидуального задания на СРС предполагает формирование у обучающихся подкомпетенций по индикаторам умений и приобретения опыта деятельности. Оно включает в себя изучение современных методов для исследований параметров термоэлектрических материалов.

Контроль выполнения студентами индивидуального задания проводится на практических занятиях. Студенты выступают с докладом на семинаре, излагая содержание

проделанной работы, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

Подготовкой материалов для итоговой аттестации необходимо начать заниматься с первых дней семестра, не устранившись от активного участия в активных видах занятий.

Студентам рекомендуется активно посещать предусмотренные расписанием консультации с преподавателем.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система,

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре и итоговая аттестация (в сумме - 100 баллов).

Для сдачи экзамена по дисциплине разработаны ФОСы, включающие практико-ориентированное задание по проверке сформированности подкомпетенций с методическими указаниями по их выполнению и критериями оценки.

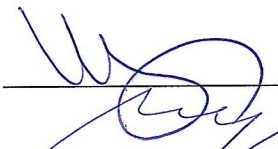
Структура и график контрольных мероприятий приведены в журнале успеваемости на ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru/>).

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

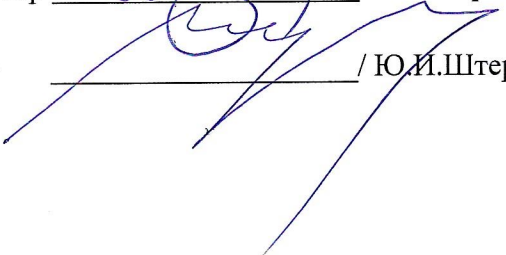
Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 70	3
71 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИКИ:

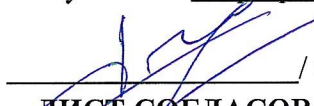
Профессор Института ПМТ, д.т.н., профессор

 /А.А.Шерченков /

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

 / Ю.И.Штерн /

Рабочая программа дисциплины «Материалы для полупроводниковых преобразователей энергии» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Материалы и технологии микро- и нанoeлектроники» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 28 февраля 2025 года, протокол № 18.

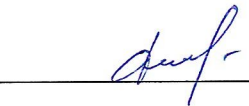
Директор Института ПМТ  / С.В.Дубков /

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 /