

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.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование и технология термоэлектрических 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-3 «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов, в т.ч. при разработке технологических маршрутов» сформулирована на основе **стандарта** Профстандарт 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 В [7] Менеджмент ресурсов

Трудовая функция 40.005 В/02.7 Рациональное расходование основных, вспомогательных и расходных материалов, используемых при их разработке и выборе

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.КТТПЭ Способен планировать и проводить экспериментальные исследования термоэлектрических преобразователей энергии	Разработка программ, рабочих планов и методик, организация и проведение экспериментов, исследований и испытаний материалов, обработка и анализ их результатов с целью выработки технологических рекомендаций при внедрении процессов в производство, подготовка отдельных заданий для исполнителей.	Знание: - основных параметров термоэлектрических материалов; - конструкции термоэлектрических преобразователей энергии. Умение разрабатывать методику исследования термоэлектрических преобразователей энергии. Опыт проведения моделирования и исследования термоэлектрических преобразователей энергии.

Компетенция ПК-4 «Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения» сформулирована на основе **профессиональных стандартов:**

40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»

Обобщенная трудовая функция 40.058 D[7] Разработка групповых технологических процессов и модернизация производства изделий микроэлектроники

Трудовая функция D/03.7 Разработка и адаптация групповых технологических процессов производства изделий микроэлектроники

40.006 «Инженер-технолог в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция A[7] Обеспечение функционирования нанoeлектронного производства в соответствии с технологической документацией. Поддержка и улучшение

существующих технологических процессов и необходимых режимов производства выпускаемой организацией продукции

Трудовые функции А/04.7 Разработка предложений по модернизации технологического процесса

А/05.7 Разработка рекомендаций по модернизации технологического оборудования и технологической оснастки на выпускаемую организацией продукцию

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4.КТТПЭ Способен анализировать результаты экспериментальных исследований термоэлектрических преобразователей энергии	– сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности заданий для исполнителей.	Знание: - основных параметров термоэлектрических структур; - методов исследования термоэлектрических материалов и преобразователей энергии. Умение проводить поиск научно-технической информации по методам исследования термоэлектрических преобразователей энергии. Опыт анализа результатов экспериментальных исследований термоэлектрических преобразователей энергии.

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:

Изучению модуля предшествует формирование компетенций бакалавриата в дисциплинах «Физика», «Химия», «Физическая химия», «Общее материаловедение», «Материалы электронной техники», «Полупроводниковые преобразователи энергии».

Формируемые в процессе изучения модуля 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)	В том числе - Практическая подготовка при выполнении курсовой работы (проекта)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)			
2	3	4	144	-	-	48	96	24	ЗаО, КП

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	В том числе - Практическая подготовка при выполнении курсовой работы (проекта)	Формы текущего контроля
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
1. Использование термоэлектрических эффектов для преобразования энергии. Структура термоэлектрических систем.	-	-	8	19	8	Рубежный контроль 1
2. Термоэлектрическая добротность материалов. Основные термоэлектрические материалы (ТЭМ). Технология получения ТЭМ.	-	-	8	19	8	Рубежный контроль 2

3. Термоэлектрический способ охлаждения. Конструкция термоэлемента, термоэлектрического модуля Пельтье и приборов на их основе.	-	-	12	19	4	Рубежный контроль 3
4. Приборы и оборудование, работающие на эффекте Зеебека. КПД термоэлектрических генераторов. Способы повышения эффективности ТЭГ.	-	-	20	19	4	Рубежный контроль 4 Защита курсового проекта

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Современное состояние термоэлектричества. Основные пути и проблемы повышения эффективности термоэлементов.
	2	2	Структура термоэлектрических систем. Эффект Пельтье. Зонная энергетическая диаграмма контакта металл-полупроводник.
	3	2	Эффект Зеебека. Причины возникновения термоЭДС. Вывод коэффициента термоЭДС из кинетического уравнения. Эффект Томсона. Эффект Джоуля – Ленца. Зависимость термоЭДС от температуры и концентрации носителей. Использование термоэлектрических эффектов для преобразования энергии.
	4	2	Использование термоэлектрических эффектов для преобразования энергии.
2	5	2	Физические основы выбора термоэлектрических материалов. Концентрационная зависимость термоэлектрических параметров.
	6	2	Термоэлектрическая добротность материалов. Основные термоэлектрические материалы (ТЭМ).
	7	2	Технологии синтеза ТЭМ с рабочими температурами от 200 до 1200 К. Прямой синтез. Индукционная плавка. Механохимический синтез.
	8	2	Технологии направленной кристаллизации ТЭМ. Зонная плавка. Экструзия. Холодное и горячее прессование. Бездиффузионная

			кристаллизация. Искровое плазменное спекание.
3	9	2	Термоэлектрический способ охлаждения. Применение, преимущества, недостатки и перспективы.
	10	2	Конструкция термоэлемента и термоэлектрического модуля Пельтье. Тепловой баланс термоэлемента. Режимы работы термоэлемента. Холодопроизводительность.
	11	2	Конструкция, свойства и технология коммутационных матриц термоэлектрических модулей. Металл – диэлектрические коммутационные матрицы. Технология сборки термоэлектрических модулей Пельтье.
	12	2	Технология герметизации термоэлектрических модулей. Тепло- и электрофизические параметры термоэлектрических модулей. Методики для исследования термоэлектрических модулей.
	13	2	Конструкция и технические характеристики термоэлектрического оборудования для прецизионного регулирования температуры. Конструкция и технические характеристики термоэлектрических устройств для обеспечения тепловых режимов вычислительной техники. Конструкция термоэлектрических модулей и устройств специального назначения. Термоэлектрические тепловые насосы.
	14	2	Параметры и конструкция источников постоянного тока для термоэлектрических устройств. Микропроцессорные системы регулирования и стабилизации температуры. Разработка и использование высокоточных средств измерения температуры для термоэлектрического оборудования.
4	15	2	Приборы и оборудование, работающие на эффекте Зеебека. Термоэлектрические генераторы (ТЭГ), основные элементы конструкции, классификация ТЭГ. КПД термоэлектрических генераторов. Способы повышения эффективности ТЭГ. Конструкция генераторного термоэлемента.
	16	2	Многосекционные термоэлементы (МСТ). Особенности конструкции МСТ. Моделирование конструкции МСТ. Контактные системы МСТ. Функции контактных систем (КС). Требования к КС. Влияние контактов металл-полупроводник на эффективность термоэлементов. Подготовка поверхности ТЭМ для формирования КС. Структура и материалы КС. Формирование контактов вакуумным напылением. Получение КС химическим осаждением металлов и сплавов на их основе. Получение КС электрохимическим осаждением металлов и сплавов на их основе. Получение КС с высокими значениями адгезионной прочности.
	17	2	Омические контакты, получение контактов с удельным контактным сопротивлением на уровне 10^{-9} Ом·м ² . Диффузионно-барьерные слои. Способы компенсации термических напряжений в структуре МСТ. Защитные покрытия для высокотемпературных термоэлементов. Коммутация секций и ветвей термоэлементов.
	18	2	Конструкция и проблемы создания генераторных термоэлектрических

			батарей. Перспективы применения ТЭГ. Безальтернативное применение ТЭГ. Радиоизотопные ТЭГ, конструкция, применение. Радиоизотопные термокаталитические ТЭГ.
	19	2	Методы и результаты исследования элементного и фазового состава ТЭМ. Методики исследования тепло- и электрофизических параметров ТЭМ. Методы исследования теплоемкости. Методы исследования термического коэффициента линейного расширения. Метод исследования плотности. Исследование микротвердости ТЭМ.
	20	2	Методы исследования термической стабильности ТЭМ и структур на их основе. Дифференциально-термический анализ. Метод термогравиметрии. Исследование концентрации и подвижности носителей заряда. Адгезия. Механизмы адгезии. Методы исследования адгезионной прочности. Методы исследования удельного сопротивления контактов и удельного сопротивления КС.
	21-24	8	Публичная защита КП.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	3	Подготовка к рубежному контролю 1
	8	Подготовка к практическим занятиям
	8	Выполнение курсового проекта
2	3	Подготовка к рубежному контролю 2
	8	Подготовка к практическим занятиям
	8	Выполнение курсового проекта
3	3	Подготовка к рубежному контролю 3
	12	Подготовка к практическим занятиям
	4	Выполнение курсового проекта
4	4	Выполнение курсового проекта и подготовка к защите
	12	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к рубежному контролю 4

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Современное состояние термоэлектричества. Основные пути и проблемы повышения эффективности термоэлементов.
2. Альтернативные источники энергии. Основные способы получения электрической энергии.

3. Перспективы развития термоэлектрического материаловедения, направления повышения эффективности термоэлектрических материалов.
4. Прецизионные термоэлектрические системы регулирования и стабилизации температуры.
5. Использование термоэлектрических эффектов для преобразования энергии.
6. Технология получения термоэлектрических материалов.
7. Перспективные направления применения термоэлектрических устройств.
8. Проблемы конструирования термоэлектрических систем с высокой холодопроизводительностью.
9. Конструкция, свойства и технология коммутационных матриц термоэлектрических модулей.
10. Методики для исследования термоэлектрических модулей.
11. Тепловые насосы. Термоэлектрические тепловые насосы.
12. Эффективность различных видов преобразования энергии.
13. КПД термоэлектрических генераторов. Способы повышения эффективности ТЭГ.
14. Многосекционные термоэлементы (МСТ). Особенности конструкции МСТ.
15. Контактные системы МСТ. Функции контактных систем (КС). Требования к КС.
16. Структура и материалы контактных систем.
17. Формирование контактов вакуумным напылением.
18. Получение КС химическим осаждением металлов и сплавов на их основе.
19. Получение КС электрохимическим осаждением металлов и сплавов на их основе.
20. Адгезия. Механизмы адгезии. Методы исследования адгезионной прочности.
21. Омические контакты, получение контактов с удельным контактным сопротивлением на уровне 10^{-9} Ом·м².
22. Диффузионно-барьерные слои в структуре термоэлемента.
23. КТЛР ТЭМ. Способы компенсации термических напряжений в структуре МСТ.
24. Способы предотвращения сублимации ТЭМ в термоэлементах.
25. Технология коммутации секций и ветвей термоэлементов.
26. Конструкция и проблемы создания генераторных термоэлектрических батарей.
27. Перспективы применения ТЭГ. Безальтернативное применение ТЭГ.
28. Радиоизотопные ТЭГ, конструкция, применение.
29. Радиоизотопные термокаталитические ТЭГ.
30. Современные методы и результаты исследования элементного и фазового состава ТЭМ.
31. Методики и промышленное оборудование для исследования тепло- и электрофизических параметров ТЭМ.
32. Методы исследования теплоемкости.
33. Методы исследования термического коэффициента линейного расширения
34. Метод исследования плотности. Исследование микротвердости ТЭМ.
35. Методы исследования термической стабильности ТЭМ и структур на их основе.
36. Методы исследования концентрации и подвижности носителей заряда.
37. Методы исследования удельного сопротивления контактов и удельного сопротивления КС.

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

Модуль 1 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью учебно-методических материалов семинаров по модулю №1, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 2 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка курсового проекта, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью учебно-методических материалов семинаров по модулю №2, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов

Модуль 3 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка курсового проекта, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью учебно-методических материалов семинаров по модулю №3, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 4 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка курсового проекта, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью учебно-методических материалов семинаров по модулю №4, учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. 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).

2. Физика полупроводников: Учеб. пособие / А.А. Горбацевич, М.Н. Журавлев. - М.: МИЭТ, 2017. - 136 с.

3. Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин: Учеб. пособие / А.И. Походун, А.В. Шарков. - СПб. : СПбГУ ИТМО, 2006. - 87 с. - URL: http://books.ifmo.ru/book/210/_eksperimentalnye_metody.htm (дата обращения: 23.02.2025).

4. Термометрия: Учеб. пособие / Ю.И. Штерн, А.А. Шерченков, Р.Е. Миронов. - М.: МИЭТ, 2013. - 256 с.

5. Методы и средства измерений: Учебник / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. - 336 с.

6. Introduction to Thermoelectricity / H.J. Goldsmid - 2nd Edition. - Springer, 2016. – 278 p. - URL: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-49256-7> (дата обращения: 29.01.2025).

7. Материалы электронной техники: Лабораторный практикум: В 3-х ч. Ч. 3 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М.: МИЭТ, 2004. - 88 с.

8. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии: Учеб. пособие. Ч. 1 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М.: МИЭТ, 2006. - 164 с.

9. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии: Учеб. пособие. Ч. 2 / А.А. Шерченков, Б.Г. Будагян. - М.: МИЭТ, 2007. - 280 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека:** сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 20.02.2025). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. **Электронные ресурсы Российской государственной библиотеки:** сайт. – Москва, 1999-2020. – URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 20.02.2025).

3. **Бесплатная поисковая система «Google Scholar»:** сайт. – США, 2004: - URL: <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 20.02.2025). – Режим доступа: свободный.

4. **База American Chemical Society (ACS):** Некоммерческое научное издательство. – Американское химическое общество, 2021. – URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 20.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

5. **Электронная версия базы данных ECS издательства Electrochemical Society:** Научное издательство IOP Publishing, 2021. – URL: <https://iopscience.iop.org/partner/ecs> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ

6. **Издательство Springer:** сайт. – URL: <http://link.springer.com> (дата обращения: 20.02.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

7. **Научная библиотека открытого доступа «КИБЕРЛЕНИНКА»:** сайт. – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения 15.02.2025).

8. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»:** сайт. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения 15.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

9. **Учебные издания НИУ ИТМО:** сайт. – URL: <http://books.ifmo.ru/> (дата обращения 15.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

10. **Научно-образовательный портал Znanium:** сайт. – URL: <https://znanium.ru/> (дата обращения 15.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

11. **Электронно-библиотечная система BOOK.ru:** сайт. – URL: <https://book.ru/> (дата обращения 15.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

12. **Электронно-библиотечная система РУКОНТ:** сайт. – URL: <https://lib.rucont.ru/search> (дата обращения 15.02.2025). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Применяется модель обучения, предполагающая обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях и самостоятельное выполнение индивидуальных практико-ориентированных заданий с проверкой, обсуждением, доработкой и подведением итогов как на очных учебных занятиях, так с использованием онлайн-ресурсов и сервисов.

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 «Лаборатория НИРС»	Компьютер, проекционная установка VIEWSONIC PRO-8500.	OC Microsoft Windows, MS Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	OC Microsoft Windows, MS Office, Браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-3.КТТПЭ «Способен планировать и проводить экспериментальные исследования термоэлектрических преобразователей энергии».

2. ФОС по подкомпетенции ПК-4.КТТПЭ «Способен анализировать результаты экспериментальных исследований термоэлектрических преобразователей энергии».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены 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 «Конструирование и технология термоэлектрических преобразователей энергии» состоит из четырех модулей. В первом модуле рассматриваются требования к термоэлектрическим материалам, методы исследования электрофизических параметров материалов, тепловой баланс идеального термоэлемента. Во втором модуле рассматриваются приборы, работающие на эффекте Зеебека, перспективы и проблемы их применения, как альтернативных источников энергии. Третий модуль посвящен приборам и термоэлектрическим системам, предназначенным для охлаждения и регулирования, в том числе прецизионного, температуры в основном изделий электронной техники. В четвертом модуле рассматриваются конструкционные особенности приборов Пельтье и Зеебека, основные технологические операции их изготовления. Рассматриваются перспективные направления повышения эффективности

термоэлектрических приборов и технологические проблемы совершенствования этих приборов.

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

Выполнение курсового проекта на СРС предполагает формирование у обучающихся подкомпетенций по индикаторам умений и приобретения опыта деятельности. Оно включает в себя изучение термоэлектрических материалов и методов их исследования, конструкции термоэлектрических устройств. Контроль выполнения студентами курсового проекта проводится на семинарах. 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 получения зачета 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. Студенты должны осуществить поиск дополнительной информации по темам семинаров в научных источниках с последующим обсуждением результатов поиска с преподавателем и одногруппниками.

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 зачёта с оценкой 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/>).

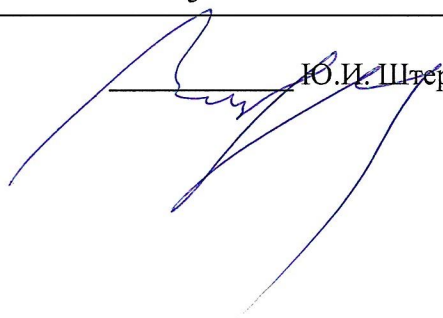
При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

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

РАЗРАБОТЧИК:

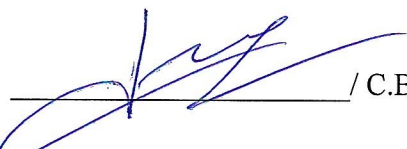
Профессор Института ПМТ, д.т.н., доц.

Ю.И. Штерн



Рабочая программа дисциплины «Конструирование и технология термоэлектрических преобразователей энергии», по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Материалы и технологии микро- и наноэлектроники» 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

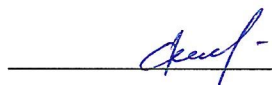
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 / И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 / Т.П.Филиппова /