

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 16:18:55
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c878bca882b8c8b2

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


И.Г. Игнатова

« 2 » сентября 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование и технология термоэлектрических приборов»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) - «Микроэлектроника и твердотельная электроника»

Москва 2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»**

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

Трудовая функция D/01.7 Анализ и выбор перспективных технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<p>ПК-1.КТТП Способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные средства для получения термоэлектрических материалов</p>	<p>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.</p>	<p>Знание: - теоретических основ производства термоэлектрических материалов; - экспериментальных средств необходимых для получения термоэлектрических материалов. Умение: - реализовывать полученные знания при разработке технологических процессов с использованием теоретических и экспериментальных средств получения термоэлектрических материалов. Опыт деятельности: - участие в разработке технологических процессов получения термоэлектрических материалов</p>

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 бакалавриата в дисциплинах «Физика», «Химия», «Физическая химия», «Общее материаловедение», «Материалы электронной техники», «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	3	108	-	-	32	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
1. Термоэлектрические эффекты.	-	-	8	19	Опрос Рубежный контроль 1
2. Приборы на основе эффекта Зеебека	-	-	8	19	Опрос Рубежный контроль 2
3. Приборы на основе эффекта Пельтье	-	-	8	19	Опрос Рубежный контроль 3
4. Конструкция и технология термоэлектрических приборов	-	-	8	19	Опрос Защита индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	4	Термоэлектрические эффекты. Требования к термоэлектрическим материалам. Методы исследования электрофизических параметров ТЭМ.
	2	4	Структура термоэлектрической системы (ТЭС). Тепловые процессы в термоэлементах. Тепловой баланс идеального термоэлемента.
2	3	4	Классификация термоэлектрических генераторов (ТЭГ). Эффективность, области применения.
	4	4	Конструкция термоэлементов и модулей Зеебека. Основные режимы работы термоэлемента. Работа реального термоэлектрического устройства. Тепловые потери.
3	5	4	Термоэлектрические приборы на основе эффекта Пельтье. Перспективные области применения термоэлектрического способа охлаждения.
	6	4	Конструкция термоэлементов и модулей Пельтье. Коммутационные матрицы. Материалы и технология коммутационных матриц.
4	7	4	Конструкция и технология ТЭГ. Основные операции технологии термоэлектрических модулей. Основные направления совершенствования технологии термоэлектрических приборов. Проблемы расчета и конструирования термоэлектрических устройств. Методики расчета термоэлектрических устройств. Экстремальные режимы работы термоэлемента. Уравнение теплового баланса термоэлемента.
	8	4	Технология металл - диэлектрических коммутационных матриц. Проблемы адгезии тонких металлических пленок в технологии термоэлектрических модулей. Влияние контактов на эффективность ТЭМ. Способы получения омконтактов к термоэлементам. Исследование и свойства омических контактов к термоэлектрическим материалам, полученных вакуумным нанесением металлов. Влияние параметров электропитания на эффективность термоэлектрических систем. Каскадные термоэлектрические устройства. Технология герметизации термоэлектрических модулей

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Подготовка к рубежному контролю 1
	8	Подготовка к практическим занятиям
	5	Подготовка к опросу по модулю
2	3	Подготовка к рубежному контролю 2
	8	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к опросу по модулю
	5	Подготовка индивидуального задания
3	3	Подготовка к рубежному контролю 3
	8	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к опросу по модулю
	5	Подготовка индивидуального задания
4	6	Подготовка индивидуального задания и подготовка к его защите
	8	Подготовка к практическим занятиям
	5	Подготовка к опросу по модулю

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/>):

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

Модуль 2 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка индивидуального задания, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью материалов семинаров по модулю №2, материалов для самостоятельной работы студентов

Модуль 3 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка индивидуального задания, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью материалов семинаров по модулю №3, материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 4 Изучение теоретического материала для самостоятельной работы. Подготовка к практическим занятиям, подготовка индивидуального задания, подготовка к

опросам по модулям осуществляется с помощью материалов семинаров по модулю №4, материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Физика полупроводников: Учебник / К.В. Шалимова. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2010. - 400 с.
2. Физика полупроводников: Учеб. пособие / А.А. Горбачев, 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: 23.05.2018).
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: 29.09.2020).
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: 11.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. **Российская государственная библиотека**: сайт. - Москва, 1999-2020. - URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 10.09.2020).
3. **GoogleScholar**: сайт. - США, 2004: - URL: <https://scholar.google.ru>. - (дата обращения: 10.09.2020). - Режим доступа: свободный.
4. **ASC Publications** : сайт. - URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 11.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
5. **IOPSCIENCE** : сайт. - URL: <https://iopscience.iop.org/partner/ecs> (дата обращения: 29.09.2020).
6. **Springer**: сайт. - URL: <http://link.springer.com> (дата обращения: 29.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

7. **SCOPUS: Библиографическая и реферативная база данных научной периодики:** сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. **Web of Science:** сайт. – Компания Clarivate, 2021. – URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 29.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ

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).

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	Компьютер, проекционная установка	ОС Microsoft Windows, MS Office
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows, MS Office, Браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-1.КТТП «Способен обоснованно выбрать теоретические и экспериментальные средства для получения термоэлектрических 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

Дисциплина «Конструирование и технология термоэлектрических приборов» 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 индивидуального задания 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 индивидуального задания 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 приборов», по направлению подготовки – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) – «Микроэлектроника и твердотельная электроника» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39.

Зам.директора Института ПМТ



/ А.В. Железнякова /

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 /