

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:54:13
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736f76e975ca821b8602

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

«Полупроводниковые преобразователи энергии»

Направление подготовки – 28.03.03 «Наноматериалы»

Направленность (профиль) – «Инженерия наноматериалов»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-2 «Способен организовывать и аналитически сопровождать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.008** «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами».

Обобщенная трудовая функция 40.008 А[6] Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике.

Трудовая функция 40.008 А/01.6 Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.ППЭ Способен проводить анализ и осуществлять модернизацию существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	Организация и контроль технологического процесса выпуска изделий микроэлектроники	Знание основных материалов полупроводниковых преобразователей энергии и их характеристик Умение обоснованно выбирать материалы для конкретного использования в термоэлектрических и фотоэлектрических преобразователях энергии Опыт деятельности по проведению измерений параметров материалов и структур электронной техники

Компетенция ПК-7 «Способен осуществлять научно-техническое и методическое сопровождение в производстве полупроводниковых приборов и систем с использованием нанотехнологий» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.008** «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами».

Обобщенная трудовая функция 40.008 А[6] Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике.

Трудовая функция 40.008 А/01.6 Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-7.ППЭ Способен осуществлять научно-техническое сопровождение в производстве полупроводниковых преобразователей энергии с использованием нанотехнологий	Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов	Знание: основных характеристик и понятий термоэлектрических и фотоэлектрических преобразователей энергии Умение: обоснованно выбирать методы измерения и расчета характеристик термоэлектрических и фотоэлектрических преобразователей энергии Опыт деятельности по расчету систем для реализации технологических операций

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 модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Физика», «Химия», «Кристаллография», «Материалы электронной техники», «Общее материаловедение», «Физико-химические основы технологии интегральных микро- и наноструктур».

Формируемые в процессе изучения модуля 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)		
4	7	4	144	16	16	16	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Термоэлектрические преобразователи энергии.	8	8	8	30	Тестирование
					Защита лабораторных работ
2. Фотоэлектрические преобразователи энергии.	8	8	8	30	Тестирование
					Защита лабораторных работ
					Защита индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона. Зависимость термоЭДС от температуры и концентрации носителей.
	2	2	Термоэлектрическая эффективность полупроводниковых материалов. Низкотемпературные термоэлектрические материалы. Среднетемпературные термоэлектрические материалы. Высокотемпературные термоэлектрические материалы.
	3	2	Термоэлектрическая эффективность полупроводниковых материалов. Низкотемпературные термоэлектрические материалы. Среднетемпературные термоэлектрические материалы. Высокотемпературные термоэлектрические материалы. (Продолжение)
	4	2	Термоэлектрические приборы, работающие на эффекте Зеебека. Термоэлектрическое охлаждение.
2	5	2	Солнечный элемент под освещением. Основные параметры солнечного элемента.
	6	2	Классификация фотоэлектрических преобразователей энергии. Солнечные элементы на основе моно- и поликристаллического кремния.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	7	2	Солнечные элементы на основе соединений типа $A^{III}B^V$.
	8	2	Солнечные элементы на основе тонких пленок аморфного гидрогенизированного кремния.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Термоэлектрические генераторы. Термоэлектрические датчики температуры.
	2	2	Коэффициент полезного действия термоэлектрического генератора.
	3	2	Термоэлектрическое охлаждение. Тепловой баланс термоэлемента Пельтье.
	4	2	Режимы работы термоэлемента. Каскадные термоэлектрические охлаждающие устройства.
2	5	2	Солнечное излучение.
	6	2	Физические явления и процессы, лежащие в основе фотоэлектрического преобразования энергии.
	7	2	Параметры идеальных и реальных солнечных элементов.
	8	2	Использование органических материалов в солнечных элементах

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Определение вольт-амперных характеристик термоэлектрических модулей
	2	4	Исследование холодопроизводительности термоэлектрических модулей
2	3	4	Измерение вольт-амперных характеристик солнечных элементов
	4	4	Исследование механизмов токопереноса в солнечных батареях

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-2	18	Изучение теоретического материала в объеме лекций
1-2	12	Подготовка к лабораторным работам
1-2	10	Подготовка к тестированию
1-2	20	Выполнение индивидуального задания по анализу технологий изготовления термоэлектрических и фотоэлектрических 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/>):

Модуль 1 «Термоэлектрические преобразователи энергии»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным работам, подготовка к тестированию по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №1, материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 2 «Фотоэлектрические преобразователи энергии»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию по модулям, подготовка выполнения индивидуального задания осуществляется с помощью лекций к модулю №2, лабораторного практикума, материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. - М. : ДМК Пресс, 2011. - 144 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/905> (дата обращения: 14.12.2020).

2. Дирекция по экономике отраслей ТЭК. Развитие солнечных технологий в мире : Информационная справка (Октябрь, 2013) / Аналитический центр при правительстве РФ. - М., 2003. - 10 с. - URL : <http://ac.gov.ru/publications/report/> (дата обращения: 14.12.2020).

3. Основы электроснабжения : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 480 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/4544> (дата обращения: 07.04.2020).
4. Неорганические наноматериалы : Учеб. пособие / Э.Г. Раков. - 2-е изд., электронное. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 480 с. - (Нанотехнологии). - URL: <https://e.lanbook.com/book/70727> (дата обращения: 15.12.2020).
5. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии : Учеб. пособие. Ч. 1 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М. : МИЭТ, 2006. - 164 с.
6. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии : Учеб. пособие. Ч. 2 / А.А. Шерченков, Б.Г. Будагян. - М. : МИЭТ, 2007. - 280 с.
7. Материалы электронной техники : Лабораторный практикум: В 2-х ч. Ч. 1 / Б.Г. Будагян, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 2001. - 56 с.
8. Материалы электронной техники : Лабораторный практикум: В 3-х ч. Ч. 3 / А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. - М. : МИЭТ, 2004. - 88 с.
9. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 367 с.
10. Материалы электронной техники : Учеб. пособие / Б.Г. Будагян, Ю.И. Штерн, А.А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 1997. - 140 с.
11. Аморфный гидрогенизированный кремний и приборы на его основе : Учеб. пособие / А.А. Айвазов, Б.Г. Будагян. - М. : МИЭТ, 1996. - 72 с.
12. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : Учеб. пособие / В.Г. Лабейш. - СПб. : СЗТУ, 2003. - 79 с. - URL : <http://window.edu.ru/resource/928/24928> (дата обращения: 14.12.2020).

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 зарегистрир. 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. **База American Chemical Society (ACS):** Некоммерческое научное издательство. – Американское химическое общество, 2020. – URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 11.09.2020). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
5. **Electrochemical Society:** Научное издательство IOP Publishing, 2020. – URL: <https://iopscience.iop.org/partner/ecs> (дата обращения: 29.09.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
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, 2020. – 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 VIEWSONIC PRO-8500.	ОС Microsoft Windows, MS Office
Учебная аудитория № 43386 «Лаборатория неупорядоченных полупроводниковых пленок»	Лабораторный комплекс по измерению электрофизических параметров полупроводниковых материалов и тонкопленочных структур	ОС Microsoft Windows, MS Office
Учебная аудитория №4134 «Лаборатория НИРС»	Информационно-измерительный комплекс для исследования, измерения параметров и демонстрации работы датчиков физических величин (датчиков Пельтье, температуры, давления, расхода жидкостей, газов и др.)	ОС Microsoft Windows, MS Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Microsoft Windows, MS Office, Браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-2.ППЭ «Способен проводить анализ и осуществлять модернизацию существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур».

2. ФОС по подкомпетенции ПК-5.ППЭ «Способен осуществлять научно-техническое сопровождение в производстве полупроводниковых 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 «Полупроводниковые преобразователи энергии» состоит из двух модулей. Модуль 1 дает студентам основные сведения о термоэлектрических преобразователях энергии. В модуле 2 даны сведения о фотоэлектрических преобразователях энергии.

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

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.

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 основных параметров функциональных материалов, используемых в энергосберегающих системах.

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 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 экзамен (в сумме - 100 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института ПМТ, д.т.н., профессор _____ /А.А. Шерченков /

Профессор Института ПМТ, д.т.н., доцент _____ / Ю.И. Штерн /

Рабочая программа дисциплины «Полупроводниковые преобразователи энергии» по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы», направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39

Зам. директора Института к.т.н., доцент


_____/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 /