

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:11:42 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d78c81b6ca882b88802 «Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г.Игнатова

« 2 » октября 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Материалы электронной техники»

Направление подготовки – 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Квантовые приборы и нанoeлектроника»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040 «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков».

Обобщенная трудовая функция А «Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки».

Трудовая функция А/01.6 «Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.МЭТ Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования материалов для схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	Научно-исследовательский тип задач. Задачи: участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике	Знание основных свойств материалов электронной техники и нанoeлектроники, а также способов их измерения. Умение осуществлять выбор методов исследования (измерения) характеристик объектов, в том числе для конкретных условий эксплуатации. Опыт проведения экспериментального исследования свойств материалов для схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

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.

Входные требования к дисциплине - знание основ математики, атомной физики и строения вещества, химии.

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	5	180	32	32	-	80	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.	4	16	-	24	Опрос Защита лабораторных работ Выполнение и контроль индивидуального задания
2. Конструкционные и проводниковые материалы.	8	4	-	17	Опрос Защита лабораторных работ Выполнение и контроль индивидуального задания
3. Физические процессы в полупроводниках и их свойства.	14	12	-	24	Опрос Защита лабораторных работ Выполнение и контроль индивидуального задания
4. Физические процессы в диэлектриках и их свойства.	6	-	-	15	Опрос Защита лабораторных работ Выполнение и контроль индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Классификация и особенности материалов электронной техники.
	2	2	Элементы зонной теории твердого тела.
2	3-4	4	Проводящие материалы. Особенности тонкопленочных металлов.
	5-6	4	Проводящие материалы в микроэлектронике.
3	7-8	4	Классификация полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники. Примеси в полупроводниках.
	9-10	4	Монокристаллический кремний, его применение, получение, свойства. Примеси и микродефекты. Тенденции в развитии производства полупроводникового кремния.
	9	2	Поликристаллический кремний. Применение, свойства, получение.
	10	2	Полупроводниковый карбид кремния – применение, свойства, особенности технологии.
	11	2	Полупроводниковые соединения типа $A^{III}B^V$.
	12	2	Полупроводниковые соединения типа $A^{II}B^{VI}$.
	13	2	Материалы и технология устройств фазовой памяти.
4	14	2	Диэлектрические материалы. Основные понятия. Свойства диэлектриков. Классификация диэлектрических материалов.
	15	2	Стекловидные диэлектрические материалы. Стекла. Ситаллы и ситаллоцементы. Керамические материалы.
	16	2	Активные диэлектрики. Сегнето-, пьезо- и пьезоэлектрики. Электро-, магнито- и акустооптические материалы. Жидкие кристаллы.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Обозначение плоскостей в кубических и гексагональных кристаллах
	2	4	Обозначение направлений в кубических и гексагональных кристаллах
	3	4	Кристаллохимический анализ типичных кристаллических структур полупроводниковых материалов
	4	4	Исследование дефектности полупроводниковых материалов
2	5	4	Исследование температурной зависимости коэффициента теплопроводности конструкционных материалов
3	6	4	Исследование температурной зависимости электропроводности материалов электронной техники.
	7	4	Исследование температурной зависимости подвижности электронов и дырок в полупроводниках
	8	4	Исследование термоэлектрических явлений в материалах, используемых в электронной технике.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-4	24	Изучение теоретического материала в объеме лекций
1-3	20	Подготовка к лабораторным работам
1-4	6	Подготовка к опросам по модулям
1-2	2	Подготовка к рубежному тестированию
1-4	12	Выполнение и подготовка к защите индивидуального задания

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 «Основные понятия и сведения о материалах электронной техники»

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

Модуль 2 «Конструкционные и проводниковые материалы»

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

Модуль 3 «Физические процессы в полупроводниках и их свойства»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным работам, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №3, лабораторного практикума, материалов для самостоятельной работы студентов.

Модуль 4 «Физические процессы в диэлектриках и их свойства»

✓ Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям, подготовка к опросам по модулям осуществляется с помощью лекций к модулю №4, лабораторного практикума, материалов для самостоятельной работы студентов.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Материаловедение: Учебник / В. Н. Гадалов [и др.]. - М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2014. - 272 с.
2. Материаловедение: Учебник / А. А. Воробьев [и др.]. - М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2014. - 304 с.
3. Попенко Н.И. Структура реальных кристаллов: Учеб. пособие / Н. И. Попенко, А. В. Железнякова, Ю. И. Шилиева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 120 с.
4. Фазовая память: современное состояние и перспективы использования: Учебно-методическое пособие / А. А. Шерченков [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2016. - 136 с.
5. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : Учеб. / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2015. - 448 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/67462> (дата обращения: 16.08.2020). - ISBN 978-5-8114-2003-2
6. Материалы электронной техники: Лабораторный практикум: В 2-х ч. Ч. 1 / Б. Г. Будагян, А. А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 2001. - 56 с.

7. Материалы электронной техники : Лабораторный практикум: В 2-х ч. Ч. 2 / Б. Г. Будагян [и др.]. - М. : МИЭТ, 2001. - 88 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. Будагян Б.Г. Материалы электронной техники: Учеб. пособие / Б. Г. Будагян, Ю. И. Штерн, А. А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 1997. - 140 с.
10. Будагян Б.Г. Материалы твердотельной электроники: Учеб. пособие / Б. Г. Будагян, А. А. Шерченков. - М. : МИЭТ, 1999. - 118 с.
11. Пасынков В.В. Материалы электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 367 с.
12. Горелик С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков / 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 - . - URL: <http://met.misis.ru/jour> (дата обращения: 16.08.2020)
3. Физика и техника полупроводников : научный журнал / Российская академия наук, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук. - Санкт-Петербург : Наука : ФТИ им. А. Ф. Иоффе, 1967 - . - URL: <http://journals.ioffe.ru/ftp> (дата обращения: 31.03.2020).
4. Российские нанотехнологии / Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт". - Москва : ИКЦ Академкнига, 2006 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10601> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: по подписке
5. Неорганические материалы / РАН. - М. : Наука, 1965 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7918> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: по подписке
6. Журнал неорганической химии / Российская академия наук, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. - М. : РАН, Наука, 1956 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7794> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: по подписке
7. Журнал технической физики / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе. - СПб. : Наука, 1931 - . - URL: <http://journals.ioffe.ru/jtf> (дата обращения: 31.03.2020).
- 8 Журнал экспериментальной и теоретической физики : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. :РАН, Наука, 1873 - . - URL: <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index/scope> (дата обращения: 31.03.2020).
9. 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 - . - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/576179/info> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: по подписке

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. **База American Chemical Society :** [Некоммерческое научное издательство] : сайт. – Американское химическое общество, 2020. – URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 11.09.2020). – Режим доступа: свободный.
3. **ECS Digital Library :** [научное издательство IOP Publishing] : сайт. - 2020. – URL: <http://ecsdsl.org/> (дата обращения: 20.09.2020)

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	Мультимедийное оборудование	ОС Microsoft Windows MS Office браузер
Учебная аудитория №4139 «Лаборатория материалов электронной	Компьютер, проектор, лабораторные стенды: - Определения удельного	ОС Microsoft Windows MS Office

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
техники». Учебная аудитория №4136 «Лаборатория микроскопии».	сопротивления материалов - Исследование температурной зависимости электропроводности материалов - Исследование температурной зависимости подвижности электронов и дырок в полупроводниках - Исследование термоэлектрических явлений в материалах, используемых в электронной технике - Исследование температурной зависимости теплопроводности материалов, используемых в электронной технике	браузер
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 компетенции/подкомпетенции ПК-2. МЭТ «Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования материалов для схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения».

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 рамках рассматриваемого курса предусмотрены следующие формы учебных занятий:

- **лекции**, цель которых состоит в рассмотрении теоретических основ дисциплины
- **лабораторные занятия**, цель проведения которых – экспериментальное подтверждение и проверка существующих теоретических положений, формирование профессиональных компетенций, умений и навыков проведения экспериментов, ознакомление с современными приборами и аппаратурой.

- **внеаудиторная самостоятельная работа**, цель которой – закрепление полученных знаний, подготовка к практическим (лабораторным) занятиям, приобретение опыта самостоятельной работы с различными источниками информации. Самостоятельная работа студентов планируется по каждой из тем лекционного курса.

В учебной программе дисциплины предусмотрено 4 модуля. Модуль 1 дает студентам основные сведения о материалах электронной техники, основных классах современных материалов и является базовым для всех последующих модулей. В модулях 2, 3 и 4 даны сведения соответственно о конструкционных и проводниковых материалах, физических процессах в полупроводниках и их свойствах, физических процессах в диэлектриках и их свойствах. Порядок освоения модулей 2, 3 и 4 может быть произвольным, но после модуля 1.

Приступать к лабораторным работам необходимо после изучения теоретического материала, рекомендованного преподавателем в рамках самостоятельной работы и изучения описания соответствующей лабораторной работы.

Для выполнения лабораторного практикума в библиотеке МИЭТ имеются учебно-методические пособия. Можно воспользоваться также разработками лабораторных работ, находящихся на кафедре. 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 самостоятельной работы, результатам опроса по модулям 1-4, выполнения индивидуального задания и участия в активных и интерактивных формах проведения занятий с учетом посещаемости аудиторных занятий.

Выполнение теоретического задания студентами проходит по следующей схеме.

1. Ознакомление с проблематичными тематиками дисциплины.
2. Проработка теоретического материала и подготовка доклада с использованием современной периодики, информационных ресурсов и вычислительных программ, справочных источников.
3. Доклад в группе в отведенное время. Обсуждение докладов, сделанных одноклассниками, обсуждение, формирования логических взаимосвязей и выводов.

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 накопительно -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.

Подготовкой портфолио 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

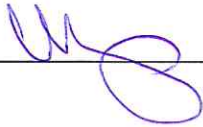
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ (32 балла), активность и посещаемость лекций (20 баллов), выполнение индивидуального задания (27 баллов), итоговый контроль (21 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий приведены ниже в таблице и доступны 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., профессор  /А.А.Шерченков/

Рабочая программа дисциплины «Материалы электронной техники» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Квантовые приборы и нанoeлектроника» 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 выпускающей кафедрой КФН

Заведующий кафедрой  /А.А. Горбачевич/

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/