

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор ФГУП

Дата подписания: 01.09.2023 15:02:17

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



Проректор по учебной работе

И.Г.Игнатова

«01» сентября 2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Материалы электронной техники»

Направление подготовки – 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) – «Интегральная электроника и нанoeлектроника»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

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
1-4	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 техники».	Компьютер, проектор, лабораторные стенды: - Определения удельного сопротивления материалов	ОС Microsoft Windows MS Office браузер

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория №4136 «Лаборатория микроскопии».	- Исследование температурной зависимости электропроводности материалов - Исследование температурной зависимости подвижности электронов и дырок в полупроводниках - Исследование термоэлектрических явлений в материалах, используемых в электронной техники - Исследование температурной зависимости теплопроводности материалов, используемых в электронной технике	
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 нанoeлектроники 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 наноэлектроника», направленности (профилю) «Интегральная электроника и наноэлектроника» разработана в Институте перспективных материалов и технологий и утверждена на заседании Ученого совета Института 30 сентября 2020 года, протокол № 39

Директор института ПМТ _____  /С.А.Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ИЭМС

Заведующий кафедрой _____  /Ю.А. Чаплыгин/

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/