

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 01.07.2025 11:02:40
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
«01» июля 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы наноэлектроники и наносистем»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность (профиль) - «Технологии материалов микроэлектроники»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-3 «Способен прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов» сформулирована на основе профессионального стандарта **26.006** «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов»

Обобщенная трудовая функция- А [6] Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов

Трудовые функции - А/01.6 Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами, А/02.6 Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.ФОНэНс Способен оценивать влияние различных физических аспектов микро- и наноструктуры на свойства материалов	<i>Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности:</i> - Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов	Знание основных классов современных наноматериалов и наноструктур, их свойства и области применения Умение выбирать материалы для заданных условий эксплуатации для решения задач профессиональной деятельности Опыт прогнозирования свойств наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах

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 в дисциплине «Физика конденсированного состояния». Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются изучением дисциплины «Физико- химия наноструктурированных материалов» 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)		
3	5	2	72	-	-	32	40	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Размерные явления в наноструктурах.	-	-	10	12	Контрольная работа 1
2. Гетероструктуры	-	-	10	12	Контрольная работа 2
3. Устройства наноэлектроники	-	-	12	16	Контрольная работа 3 Защита индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
	1	2	Предмет, цель и задачи курса. Основные термины. Нанотехнология. Наноэлектроника. Исторические научные открытия. Элементы наноразмерных структур.

1	2	2	Основные квантовые числа. Фундаментальные размерные явления в наноразмерных структурах. Свободная поверхность и межфазные границы. Гетероструктуры.
	3	2	Квантовая яма. Квантово-размерный эффект. Баллистический транспорт носителей заряда. Туннелирование носителей заряда. Спиновые эффекты.
	4	2	Размерные явления и их влияние на свойства материалов: температурные, магнитные, механические, оптические, химические свойства.
	5	2	Контрольная работа №1
2	6	2	ВАХ наноразмерных структур. Квантовые ямы в гетероструктурах. Фотоника и нанофотоника. Полупроводниковый лазер. Квантовые каскадные лазеры.
	7	2	Фотоэлектрический эффект. Полупроводниковые фотоприемники. Фотоприемные устройства с квантовыми ямами. <i>Решение задач по теме «Фотоприемные гетероструктуры»</i>
	8	2	Одномерные, двумерные, трехмерные фотонные кристаллы. Фотонная запрещенная зона. Устройства на основе фотонных наноструктур.
	9	2	Квант электрического сопротивления. <i>Решение задач по теме «Квантовые точки»</i>
	10	2	Контрольная работа №2
3	11	2	Викторина «Физические основы наноэлектроники» (интерактивное занятие)
	12	2	<i>Решение задач по теме «Туннельный эффект»</i>
	13	2	Основные понятия магнетизма. Коэрцитивная сила. Эффект Джоуля. Эффект Виллари. Наномагнитные материалы.
	14	2	Наномагнетизм. Гигантское магнитосопротивление. Спиновый вентиль. Эффект Кондо.
	15	2	<i>Решение задач по теме «Гигантское магнитосопротивление»</i>
	16	2	Контрольная работа №3

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-3	16	Подготовка к практическим занятиям: изучение учебной литературы, работа с электронными ресурсами Интернет
	6	Подготовка к контрольным работам 1-3

	6	Выполнение домашних заданий по темам семинаров
	8	Выполнение индивидуального задания (анализ современной публикации по заданному плану и представление отчета в виде электронной презентации и аннотации в печатной или письменной форме).
	4	Подготовка к зачету

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов, представленное в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модули 1-3

- ✓ *Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине: «Физические основы нанoeлектроники и наносистем»*
- ✓ *Методические указания студенту по выполнению индивидуального задания на СРС*
- ✓ *Презентации Семинаров*
- ✓ *Примеры выполнения Индивидуального задания*

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. *Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Е.А. Уткин.* Нанoeлектроника. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 369 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/84103> (дата обращения: 15.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. *Щука А.А.* Нанoeлектроника [Текст] : Учеб. пособие / А. А. Щука ; Под ред. А.С. Сигова. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 344 с. – (Нанотехнологии). – URL: <https://e.lanbook.com/book/84102> (дата обращения: 16.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. *Шишкин Г.Г.* Нанoeлектроника. Элементы. Приборы. Устройства : Учеб. пособие / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. - 4-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. - 411 с. - (Нанотехнологии). - URL: <https://e.lanbook.com/book/152031> (дата обращения: 16.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. *Барыбин А.А.* Электроника и микрoeлектроника. Физико-технологические основы. – М.: Физматлит, 2006. - 424 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека:** сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru>(дата обращения: 10.12.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. **Электронные ресурсы Российской государственной библиотеки:** сайт. – Москва, 1999-2020. – URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 10.12.2024).
3. **Академия Google – научная поисковая система:** сайт. – URL: <http://scholar.google.ru>(дата обращения: 10.12.2024).
4. **SCOPUS: библиографическая и реферативная база данных научной периодики:** сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 20.11.2024). - режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется традиционное обучение.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС(<http://orioks.miet.ru>).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта, платформы для проведения онлайн видеоконференций.

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 № 4136 «Лаборатория микроскопии»	Проектор Epson EB-G5600, мультимедийный комплекс, компьютеры, принтеры, интернет	ОС Microsoft Windows M S Office браузер, MS Visio
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная систем a Microsoft Windows Microsoft Of fice браузер Acrobatreader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-3.ФОНэНс«Способен оценивать влияние различных физических аспектов микро- и наноструктуры на свойства 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

Все содержание дисциплины разбито на 3 модуля. Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

Контрольные работы проводятся на семинарских работах и включают в себя проверку знаний и умений по темам Модулей в форме:

КР 1 – тестовых вопросов, КР 2 – расчетных заданий, КР 3 – контрольных вопросов

Выполнение домашнего индивидуального задания включает в себя: проведение анализа современной публикации по заданному плану и представление отчета в виде электронной презентации и аннотации в печатной или письменной форме. Выполнение данного задания направлено на достижение индикатора опыта деятельности – опыта прогнозирования свойств наноматериалов, основываясь на современных представлениях о размерно-зависимых эффектах, а также на формировании практических навыков, необходимых при подготовке к оформлению и защите выпускной квалификационной работы.

Контроль выполнения студентами индивидуальных заданий проводится на 17-18 неделях. Студенты выступают с докладом и электронной презентацией, излагая содержание написанной аннотации, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ и электронной почты.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система. Баллами оценивается выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 63 балла), активность и посещаемость занятий в семестре (в сумме 24 балла) и ответ на зачете (максимально 13 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

Для итоговой аттестации студент должен предоставить портфолио, включающее: конспект обязательной литературы, материалы выполненного в рамках самостоятельной работы домашнего задания, результаты индивидуального задания.

Баллы, отводимые на зачет, могут быть добавлены как премиальные, если студент в установленный срок выполнил все задания в рамках контрольных мероприятий и набрал минимально необходимое количество баллов.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

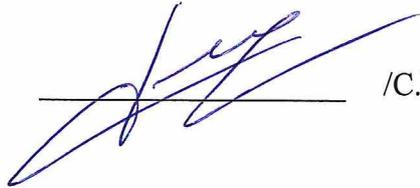
Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ, к.т.н.  /С.В. Дубков/

Рабочая программа дисциплины «Физические основы наноэлектроники и наносистем» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов микроэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 19 декабря 2024 года, протокол № 16

Директор Института ПМТ


_____/С.В.Дубков/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ


_____/А.Л.Переверзев /

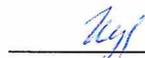
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК


_____/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки


_____/Т.П.Филиппова/