



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра Общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.01 Материалы нанoeлектроники

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) подготовки Электроника и нанoeлектроника

Квалификация выпускника - магистр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 5 от «21» февраля 2025 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н.
/ А.А. Гаврилюк

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3. Содержание учебного материала	9
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	Ошибка! Закладка не определена.
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	Ошибка! Закладка не определена.
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	Ошибка! Закладка не определена.
6.2. Программное обеспечение:	Ошибка! Закладка не определена.
6.3. Технические и электронные средства:	Ошибка! Закладка не определена.
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Курс «Материалы нанoeлектроники» предназначен для ознакомления магистрантов с основными концепциями и методами, используемыми в нанoeлектронике, а также с основными материалами, применяемыми в нанoeлектронных устройствах и обеспечивает магистрантов необходимыми знаниями и навыками для работы в быстроразвивающейся области нанoeлектроники и способствует их профессиональному развитию и исследовательским усилиям в этой области.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Материалы нанoeлектроники» входит в модуль **Б1.В.01**, относящийся к вариативной части цикла Б1 основной образовательной программы по направлению: **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль “Электроника и нанoeлектроника”**.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Современные направления развития физического материаловедения;*
- *Процессы микро- и нанотехнологий;*
- *Методы исследования материалов и структур электроники.*

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1: Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники	ИД-1. ПК-1 Знать тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники	Знать: тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. Уметь: выявлять тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. Владеть: навыками прогнозирования тенденций и перспектив развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники.

техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ИД-2. ПК-1 Уметь формулировать актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы.	Знать: актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы. Уметь: формулировать актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы. Владеть: Навыками актуализировать цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы.
	ИД-3. ПК-1 Владеть навыками обоснованного выбора методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и нанoeлектроники.	Знать: методы теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и нанoeлектроники. Уметь: совершать обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и нанoeлектроники. Владеть: навыками обоснованного выбора методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и нанoeлектроники.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 7 зачетные единицы, 252 часов, в том числе 172 часов контактной работы.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 18 часов.

Из них 18 часов – практическая подготовка.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельна я работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.1 Введение в нанoeлектронику и ее роль в современных технологиях.	3	20	6	6	9	1	2	Экспресс-опрос

2	1.2 Основы квантовой механики и их применение в нанoeлектронике.	3	20	6	6	9	1	2	Экспресс-опрос. Собеседование
3	1.3 Нанoeлектронные материалы и их свойства.	3	20	6	5	6	1	2	Экспресс-опрос. Собеседование
4	2.1 Карбоновые наноматериалы: графен и углеродные нанотрубки.	3	16	6	5	6	1	2	Экспресс-опрос. Собеседование
5	2.2 Наночастицы и наноструктуры.	3	16	3	5	6	1	2	Экспресс-опрос. Собеседование
6	2.3 Сверхпроводники и их применение в нанoeлектронике.	3	16	3	5	6	1	2	Экспресс-опрос. Собеседование
7	3.1 Основы молекулярной электроники.	3	16	3	5	6	0,5	2	Экспресс-опрос. Собеседование
8	3.2 Транзисторы на одиночных молекулах.	3	16	3	5	6	0,5	2	Экспресс-опрос. Собеседование
9	3.3 Квантовые точки и их использование в оптонанoeлектронике.	3	16	3	5	6	0,5	2	Экспресс-опрос. Собеседование
10	4.1 Литография и нанoобработка поверхностей.	3	16	3	5	6	0,5	2	Экспресс-опрос. Собеседование
11	4.2 Спектроскопические методы исследования наноматериалов.	3	16	3	5	6	0,5	2	Экспресс-опрос. Собеседование
12	4.3 Производство и интеграция наноматериалов в микро- и нанoeлектронику.	3	16	3	5	6	0,5	2	Экспресс-опрос. Собеседование
13	5.1 Тенденции в развитии нанoeлектроники и будущие перспективы.	3	16	3	5	6	0,5	1	Экспресс-опрос. Собеседование
14	5.2 Этические и социальные аспекты нанотехнологий.	3	16	3	5	6	0,5	1	Экспресс-опрос. Собеседование
Экзамен		3	16						
Итого часов			252	54	72	90	10	26	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	1.1 Введение в нанoeлектронику и ее роль в современных технологиях.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	1.2 Основы квантовой механики и их применение в нанoeлектронике.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	1.3 Нанoeлектронные материалы и их свойства.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	2.1 Карбоновые наноматериалы: графен и углеродные нанотрубки.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	2.2 Наночастицы и наноструктуры.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	2.3 Сверхпроводники и их применение в нанoeлектронике.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	3.1 Основы молекулярной электроники.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	3.2 Транзисторы на одиночных молекулах.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	3.3 Квантовые точки и их использование в оптонанoeлектронике.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	4.1 Литография и нанoобработка поверхностей.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	4.2 Спектроскопические методы исследования наноматериалов.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	4.3 Производство и интеграция наноматериалов в микро- и нанoeлектронику.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	5.1 Тенденции в развитии нанoeлектроники и будущие перспективы.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	2	Экспресс-опрос	[1-4]
3	5.2 Этические и социальные аспекты нанотехнологий.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	0	Экспресс-опрос	[1-4]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				26		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				-		

4.3. Содержание учебного курса

1. Введение в наноэлектронику

- Введение в наноэлектронику и ее роль в современных технологиях.
- Основы квантовой механики и их применение в наноэлектронике.
- Наноэлектронные материалы и их свойства.

2. Наноматериалы

- Карбоновые наноматериалы: графен и углеродные нанотрубки.
- Наночастицы и наноструктуры.
- Сверхпроводники и их применение в наноэлектронике.

3. Наноэлектронные устройства

- Основы молекулярной электроники.
- Транзисторы на одиночных молекулах.
- Квантовые точки и их использование в оптонаноэлектронике.

4. Наноэлектронные технологии

- Литография и нанообработка поверхностей.
- Спектроскопические методы исследования наноматериалов.
- Производство и интеграция наноматериалов в микро- и наноэлектронику.

5. Тенденции и перспективы

- Тенденции в развитии наноэлектроники и будущие перспективы.
- Этические и социальные аспекты нанотехнологий.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			всего часов	из них практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	Введение в наноэлектронику и ее роль в современных технологиях. Основы квантовой механики и их применение в наноэлектронике. Наноэлектронные материалы и их свойства.	18	9	Экспресс-опрос.	ПК-1
2	Раздел 2	Карбоновые наноматериалы: графен и углеродные нанотрубки. Наночастицы и наноструктуры. Сверхпроводники и их применение в наноэлектронике.	18	9	Экспресс-опрос. Оценки за практическую работу	ПК-1
3	Раздел 3	Основы молекулярной электроники. Транзисторы на одиночных молекулах. Квантовые точки и их использование в оптонаноэлектронике.	18	9	Экспресс-опрос. Оценки за практическую работу	ПК-1
4	Раздел 4	Литография и нанообработка поверхностей. Спектроскопические методы исследования наноматериалов. Производство и интеграция наноматериалов в микро- и наноэлектронику.	18	9	Экспресс-опрос.	ПК-1
5	Раздел 5	Тенденции в развитии наноэлектроники и будущие перспективы. Этические и	18	9	Экспресс-опрос.	ПК-1

		социальные аспекты нанотехнологий.				
--	--	------------------------------------	--	--	--	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	1.1 Введение в наноэлектронику и ее роль в современных технологиях.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
2	1.2 Основы квантовой механики и их применение в наноэлектронике.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
3	1.3 Нанoeлектронные материалы и их свойства.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
4	2.1 Карбоновые наноматериалы: графен и углеродные нанотрубки.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
5	2.2 Наночастицы и наноструктуры.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
6	2.3 Сверхпроводники и их применение в наноэлектронике.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
7	3.1 Основы молекулярной электроники.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
8	3.2 Транзисторы на одиночных молекулах.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
9	3.3 Квантовые точки и их использование в оптонанoeлектронике.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3

10	4.1 Литография и нанообработка поверхностей.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
11	4.2 Спектроскопические методы исследования наноматериалов.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3
12	4.3 Производство и интеграция наноматериалов в микро- и наноэлектронику.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-1	ИД-1; ИД-2; ИД-3

4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

I. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) перечень литературы

1. Морозов В.Г. Физика низкоразмерных структур [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Морозов В.Г. — М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2019, 122 с.
2. Рембеза С.И. Низкоразмерные структуры для микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие/С.И. Рембеза, Е.С. Рембеза, Н.Н. Кошелева - Воронежский государственный технический университет, Воронеж 2015. 114 с.
3. Аграфонов Ю.В. Физика конденсированного состояния вещества. Метод функций распределения [Электронный ресурс]: - Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. – Электрон. текстовые дан. – Иркутск: Изд-во НБ ИГУ, 2005
4. Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]. – 2011. Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ.

б) периодические издания

<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>



в) список авторских методических разработок

г) Базы данных, поисково-справочные и информационные системы

- Книгафонд - библиотека онлайн чтения. www.knigafund.ru
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «РУКОНТ» <http://rucont.ru>
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

II. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области физики низкоразмерных структур.

III. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований магнитного состояния вещества.

На практических занятиях студенты используют авторские задачи. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности для изучения магнитных веществ.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

V. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

Оценочные материалы для входного контроля:

Проводится опрос на первом занятии.

Оценочные материалы текущего контроля:

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

Примерный список вопросов к экзамену:

1. *Что такое наноэлектроника и какие роли она играет в современных технологиях?*
2. *Какие основные концепции квантовой механики применяются в наноэлектронике?*
3. *Какие наноматериалы широко используются в наноэлектронике, и какие у них особенности?*
4. *Что такое графен, и какие у него уникальные электронные свойства?*
5. *Какие приложения углеродных нанотрубок в наноэлектронике?*
6. *Какие методы исследования наноматериалов позволяют анализировать их свойства на наномасштабе?*
7. *Что такое сверхпроводники, и какие у них электронные свойства?*
8. *Какие принципы лежат в основе молекулярной электроники, и какие молекулярные устройства могут быть созданы?*
9. *Как работают одиночные молекулярные транзисторы?*
10. *Какие свойства квантовых точек делают их полезными для оптонаноэлектроники?*
11. *Какие технологии используются для производства наноэлектронных устройств, включая литографию и нанобработку поверхностей?*
12. *Какие существуют спектроскопические методы исследования наноматериалов?*
13. *Какие современные тенденции в развитии наноэлектроники и какие перспективы для этой области?*

14. Какие этические и социальные аспекты связаны с использованием нанотехнологий в наноэлектронике?

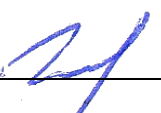
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника.

Разработчик:

 д.ф.-м.н. профессор А.А. Гаврилюк

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
«21» февраля 2025 г.

Протокол № 5

Зав. кафедрой  д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и экспериментальной физики

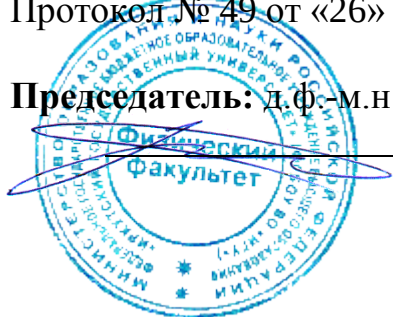
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине Б1.В.01 Материалы нанoeлектроники
направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
направленность (профиль) Электроника и нанoeлектроника

Иркутск, 2025

Одобен
УМК физического факультета
Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
_____ Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с
приказом 22 сентября 2017 г. № 959 об
утверждении федерального
государственного образовательного
стандарта высшего образования -
магистратура по направлению
подготовки 11.04.04 электроника и
наноэлектроника
с учетом требований проф. стандартов
40 - Сквозные виды профессиональной
деятельности в промышленности
40.104 Специалист по измерению
параметров и модификации свойств
наноматериалов и наноструктур

Разработчик:

_____ д.ф.-м.н. А.А. Гаврилюк

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.01 Материалы нанoeлектроники

Направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленности (профили) подготовки Электроника и нанoeлектроника

Квалификация выпускника магистр

Форма обучения очная

1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 2 семестр 3):

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1: 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	ИД-1. ПК-1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники	Знать: тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. Уметь: выявлять тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. Владеть: навыками прогнозирования тенденций и перспектив развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники.
	ИД-2. ПК-1 Умеет формулировать актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы.	Знать: актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы. Уметь: формулировать актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы. Владеть: Навыками актуализировать цели и задачи научных исследований в области электроники и нанoeлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы.

	ИД-3. ПК-1 Владеет навыками обоснованного выбора методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и наноэлектроники.	Знать: методы теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и наноэлектроники. Уметь: совершать обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и наноэлектроники. Владеть: навыками обоснованного выбора методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и наноэлектроники.
--	---	--

2. Текущий контроль

2.1. Программа оценивания контролируемой компетенции ПК-1

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
				ТКЗ	ПА ⁴
Раздел 1-5	ПК-1:	Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники Умеет формулировать актуальные цели и задачи научных исследований в области электроники и наноэлектроники на основе анализа российской и зарубежной научной литературы. Владеет навыками обоснованного выбора методов теоретических и экспериментальных исследований как средства решения задач в области электроники и наноэлектроники.	См. «Тестовые задания»	собеседование, тестирование, экзамен	Тест 1

3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов.

Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина

Направление подготовки

1. Как работают одиночные молекулярные транзисторы?
2. Какие приложения углеродных нанотрубок в нанoeлектронике?
3. Какие технологии используются для производства нанoeлектронных устройств, включая литографию и нанoобработку поверхностей?

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

«26» марта 2024 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный
 университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

Вопросы для собеседования

1. Что такое наноэлектроника и какую роль она играет в современных технологиях?
2. Какие основные концепции квантовой механики применяются в наноэлектронике?
3. Какие наноматериалы широко используются в наноэлектронике, и какие у них особенности?
4. Что такое графен, и какие у него уникальные электронные свойства?
5. Какие приложения углеродных нанотрубок в наноэлектронике?
6. Какие методы исследования наноматериалов позволяют анализировать их свойства на наномасштабе?
7. Что такое сверхпроводники, и какие у них электронные свойства?
8. Какие принципы лежат в основе молекулярной электроники, и какие молекулярные устройства могут быть созданы?
9. Как работают одиночные молекулярные транзисторы?
10. Какие свойства квантовых точек делают их полезными для оптонаноэлектроники?
11. Какие технологии используются для производства наноэлектронных устройств, включая литографию и нанообработку поверхностей?
12. Какие существуют спектроскопические методы исследования наноматериалов?
13. Каковы современные тенденции в развитии наноэлектроники, каковы перспективы для этой области?

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк

(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк

(подпись)

«26» марта 2025 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
 - оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
 - оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
 - оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов;
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценок «отлично»-«удовлетворительно»;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценки «неудовлетворительно».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет**

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тест №1 (пример)

Тестовое комплексное задание для контроля знаний по дисциплине **Б1.О.01
Управление исследовательской и проектной деятельностью**

Инструкция:

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

БЛОК А.

Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:

1. Что такое наноэлектроника?

- А) Изучение маленьких животных.
- В) Изучение электронных явлений на наномасштабе.
- С) Изучение электронных устройств внутри наносистем.

Ответ: В

2. Какие свойства наноматериалов делают их особенно интересными для наноэлектроники?

- А) Они большие и прочные.
- В) Они имеют уникальные свойства на наномасштабе.
- С) Они дешевы в производстве.

Ответ: В

3. Что такое графен?

- А) Минерал, содержащий графит.
- В) Двумерный материал, состоящий из атомов углерода.
- С) Электронное устройство.

Ответ: В

4. Какие наноматериалы широко используются в наноэлектронике?

- А) Стекло и дерево.
- В) Медь и алюминий.
- С) Графен и углеродные нанотрубки.

Ответ: С

5. Какие методы исследования наноматериалов позволяют анализировать их свойства на наномасштабе?

- А) Магнитометрия.
- В) Рентгеновская дифракция и сканирующая туннельная микроскопия.
- С) Метод конечных элементов.

Ответ: В

6. Что такое сверхпроводники?

- А) Материалы, в которых электрическое сопротивление равно нулю при низких температурах.
- В) Материалы, которые проводят электричество очень хорошо при высоких температурах.
- С) Материалы, которые не проводят электричество.

Ответ: А

7. Какие принципы лежат в основе молекулярной электроники?

- А) Исследование молекул в макроскопических масштабах.
- В) Использование молекул в качестве активных элементов электронных устройств.
- С) Создание молекулярных батарей.

Ответ: В

8. Какие устройства являются примерами молекулярных электронных устройств?

- А) Лампочки.
- В) Одиночные молекулярные транзисторы.
- С) Генераторы.

Ответ: В

9. Что такое квантовые точки?

- А) Очень маленькие точки на карте.
- В) Места, где электроны находятся в квантовых состояниях.
- С) Наномасштабные полупроводниковые структуры.

Ответ: С

10. Какие технологии используются для производства наноэлектронных устройств?

- А) Лесопильные станки.
- В) Литография и нанобработка поверхностей.
- С) Вязание.

Ответ: В

11. Какие современные тенденции в развитии нанoeлектроники и какие перспективы для этой области?

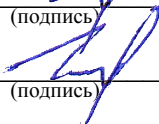
- А) Уменьшение интереса к нанотехнологиям.
- В) Рост интереса к биоэлектронике.
- С) Развитие квантовых вычислений и наноматериалов.

Ответ: С

12. Какие этические и социальные аспекты связаны с использованием нанотехнологий в нанoeлектронике?

- А) Нет этических вопросов в этой области.
- В) Контроль за развитием нанотехнологий и обеспечение безопасности.
- С) Эффективное использование энергии.

Ответ: В

Педагогический работник	 (подпись)	А.А. Гаврилюк
Заведующий кафедрой	 (подпись)	А.А. Гаврилюк

«26» марта 2025 г.

Критерии оценивания теста:

Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.

Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.

Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.

Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.