

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохин Андрей Александрович

Должность: И.о. директора института перспективной инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 15:01:28

Уникальный программный ключ:

990bea3aecc48c23bd8699e48288f8d1986c609

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

и.о. директора Института
перспективной инженерии
канд. тех. наук, доц.
Порохин А.А.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА НАНОСТРУКТУР

Направление подготовки	28.03.02 Наноинженерия
Направленность (профиль)	Нанотехнологии и наноматериалы
Год начала обучения	2026
Форма обучения	очная
Реализуется в семестре	5

Введение

1. Назначение для организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации при оценивании уровня приобретенных компетенций у будущих бакалавров по дисциплине «Квантовая теория»

2. ФОС является приложением к программе дисциплины «Квантовая теория»

3. Разработчик: доцент кафедры теоретической и математической физики Волкова В.И.

4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Председатель:

Волкова В.И., доцент кафедры теоретической и математической физики.

Члены комиссии:

Закинян А.Р., зав. кафедрой теоретической и математической физики.

Смерек Ю.Л., доцент кафедры теоретической и математической физики.

Представитель организации-работодателя: заместитель директора по науке ООО СХК Гончаренко А.А.

Экспертное заключение рекомендовано к использованию в учебном процессе

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

1. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции, индикаторы	Уровни сформированности компетенций			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования				
ИД-1 _{ОПК-1} Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин;	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; основные положения квантовой физики. Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; основные положения квантовой физики. Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения
ИД-2 _{ОПК-1} Использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности.				

		уравнений Шредингера; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полуэмпирические методы изучения электронного строения атомов и молекул; применять методы адиабатического и самосогласованного приближения Владеет основами квантовой теории твердого тела;	Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения координатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики.	уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения координатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полуэмпирические методы изучения электронного строения атомов и молекул; применять методы адиабатического и самосогласованного приближения Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики.
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные				
ИД-ЗПК-2 Умеет проводить экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты	Знает способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин;	Знает способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид	Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать опе-	Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики

экспериментов;		операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций;	ратор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул;	
ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и инженерных дисциплин, сопряженных с областями применения нанотехнологий и способен их использовать в профессиональной деятельности				

ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и общетеоретических дисциплин, сопряженных с областями применения нанотехнологий и способен их использовать в профессиональной деятельности	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин;	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полупэмпирические методы изучения электронного строения атомов и молекул; применять методы адиабатического и самосогласованного приближения основами квантовой теории твердого тела; основные постулаты квантовой механики; Знает способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы;	Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; основные положения квантовой физики. Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения урав-
---	--	--	--

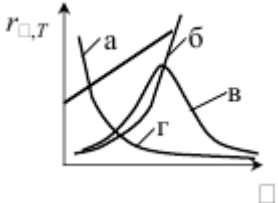
		записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полумэмпирические методы изучения электронного строения атомов и молекул; применять методы адиабатического и самосогласованного приближения Владеет основами квантовой теории твердого тела; Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; основные положения квантовой физики. применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения координатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики.	нений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения координатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полумэмпирические методы изучения электронного строения атомов и молекул; применять методы адиабатического и самосогласованного приближения Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики. Знает основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волно-
--	--	--	--

		основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; Знает явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретации соотношений неопределенностей и волновых функций; основные положения квантовой физики. Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения координатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики.	вых функций; основные положения квантовой физики. Умеет применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения координатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полупэмпирические методы изучения электронного строения атомов и мо-
--	--	---	--

			лекул; применять методы адиабатического и самосогласованно- го приближения Владеет основами квантовой теории твердого тела; методами совре- менной квантовой механики.
--	--	--	--

Оценивание уровня сформированности компетенции по дисциплине осуществляется на основе «Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» в актуальной редакции.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
Семестр 6			
1.	а	Уравнение Шредингера а) $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi$ б) $-i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi$ в) $\frac{i}{\hbar} \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi$	ОПК-1
2.	в	1. Какой из графиков (см. рис.) соответствует закону смещения Вина? 	ОПК-1
3.	д	У какого из тел поглощательная способность равна единице? а) матового; б) серого; в) прозрачного; г) зеркального; д) черного.	ОПК-1
4.	3)	Поглощательная способность серого тела зависит от: а) температуры; б) материала; в) состояния поверхности; г) частоты падающего излучения. 1) а, в, г; 2) а, б, в, г; 3) а, б, в; 4) а, б, г; 5) б, в, г.	ОПК-1
5.	5)	2. У какого из тел отражательная способность равна нулю?	ОПК-1

		1) прозрачного; 2) серого; 3) зеркального; 4) матового; 5) черного.	
6.	1)	3. Какая из приведенных формул соответствует закону смещения Вина? 1) $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$, 2) $f(\omega, T) = \frac{\lambda^2}{2\pi c} \varphi(\lambda, T)$, 3) $\frac{r_{\omega}}{a_{\omega}} = f(\omega, T)$, 2) 4) $R^* = \frac{1}{4} c w$	ОПК-1
7.	5)	Яркостная температура – это 1) правильного ответа нет; 2) температура, соответствующая максимальной спектральной плотности энергетической светимости черного тела; 3) температура, соответствующая максимальной спектральной плотности энергетической светимости исследуемого тела; 4) температура черного тела, при которой его энергетическая светимость равна энергетической светимости исследуемого тела; 5) температура черного тела, при которой для определенной длины волны его спектральная плотность энергетической светимости равна спектральной плотности энергетической светимости исследуемого тела.	ОПК-1
8.	б	Какой из графиков на рис. выражает закон Стефана – Больцмана в указанной системе координат?	ОПК-3

9.	1)	Какое из приведенных высказываний противоречит квантовой теории света? 1) интенсивность света не зависит от плотности потока фотонов и их энергии; 2) свет может излучаться и распространяться только отдельными порциями – квантами; 3) энергия кванта зависит от частоты падающего света; 4) скорость движения квантов фотонов равна скорости света; 5) процесс поглощения энергии кванта веществом происходит мгновенно.	ОПК-3
10.	1)	Импульс фотона имеет минимальное значение в диапазоне частот... 1) инфракрасного излучения; 2) видимого излучения; 3) рентгеновского излучения; 4) ультрафиолетового излучения; 5) во всех диапазонах частот импульс фотона имеет одинаковое значение.	ОПК-3
11.	1-3	Какое (-ие) из приведенных высказываний о свойствах фотона является правильным (-ими)? 1) Фотон существует только в движении. 2) Фотон движется в веществе со скоростью меньшей скорости света.	ОПК-3

		3) Заряд фотона равен нулю.	
12.	5	Как изменится скорость фотоэлектронов при выходе их из металла, если интенсивность света, вызывающего фотоэффект, увеличится? 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) сначала увеличится, а затем уменьшится; 4) не изменится, так как скорость выхода не зависит от интенсивности падающего света, а зависит только от природы металла; 5) не изменится, так как скорость фотоэлектронов не зависит от интенсивности света, а зависит от его частоты.	ОПК-3
13.	1	Сила тока насыщения при фотоэффекте при уменьшении светового потока падающего света постоянной длины волны... 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) сначала уменьшается, затем увеличивается; 4) сначала увеличивается, затем уменьшается; 5) не изменяется.	ОПК-3
14.	2	Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ, соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света... 1) правильного ответа нет; 2) будет увеличиваться число фотоэлектронов; 3) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света; 4) будет увеличиваться как кинетическая энергия, так и количество фотоэлектронов; 5) будет увеличиваться кинетическая энергия фотоэлектронов.	ОПК-3
15.	A	Имеются три одинаковые металлические пластины А, Б и В.	ПК-2

		Пластина А несет положительный электрический заряд, пластина Б имеет отрицательный электрический заряд, а пластина В не имеет электрического заряда. При одинаковом освещении этих пластин ультрафиолетовым светом в вакууме максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов будет после удаления от пластин 1) А, 2) Б, 3) В	
16.	2	Эффект Комптона – это 1) упругое рассеяние электромагнитного излучения на атомах вещества, сопровождающееся увеличением длины волны фотона; 2) упругое рассеяние электромагнитного излучения на свободных электронах вещества, сопровождающееся увеличением длины волны фотона; 3) неупругое рассеяние электромагнитного излучения на свободных электронах вещества, сопровождающееся увеличением длины волны фотона; 4) упругое рассеяние электромагнитного излучения на свободных электронах вещества, сопровождающееся уменьшением длины волны фотона; 5) неупругое рассеяние электромагнитного излучения на свободных электронах вещества, сопровождающееся уменьшением длины волны фотона.	ПК-2
17.	2)	Сила светового давления, с квантовой точки зрения, зависит от: А) числа фотонов в световом пучке; Б) энергии фотона; В) коэффициента отражения поверхности. 1) А, В; 2) А, Б, В; 3) Б, В; 4) А, Б; 5) только Б.	ПК-2
18.	1)	Давление света объясняется: 1) как волновой, так и квантовой теорией света;	ПК-2

		2) только квантовой теорией света; 3) свет не оказывает давления; 4) только волновой теорией света;	
19.	1)	Какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атомов к излучению и поглощению энергии? Атомы могут: 1) поглощать и излучать лишь некоторый дискретный набор значений энергии; 2) поглощать и излучать любую порцию энергии; 3) в зависимости от условий атом поглощает и излучает либо дискретный набор значений энергии, либо любую порцию энергии; 4) поглощать любую порцию энергии, а излучать лишь некоторый дискретный набор значений энергии; 5) излучать любую порцию энергии, а поглощать лишь некоторый дискретный набор значений энергии.	ПК-2
20.	4)	Энергия ионизации атома водорода – это: 1) энергия, соответствующая разности энергий между двумя соседними уровнями; 2) энергия, излучаемая атомом при переходе электрона на 1-ю боровскую орбиту; 3) энергия, которую нужно сообщить электрону, чтобы перевести его на более высокий энергетический уровень; 4) энергия, которую нужно сообщить электрону, чтобы оторвать его от атома; 5) энергия, достаточная для распада атома водорода.	ПК-2

2. Критерии оценивания компетенций

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.