МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	30	30	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3990

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ЭП _____ Быков В. И.

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

председатель методической комиссии кафедры ЭП, профессор каф. ЭП _____ Орликов Л. Н.

председатель методической комиссии ФЭТ, доцент каф. ФЭ _____ Чистоедова И. А.

Согласована на портале № 3990

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения курса является изучение основополагающих понятий понимания процессов микромира, касающихся строения атома, молекул, основанных на статистических и вероятностных закономерностях квантовой физики.

1.2. Задачи дисциплины

- изучение основ квантовой механики;
- знакомство с некоторыми важными приложениями теории квантовых переходов;
- изучение и освоение специфического математического аппарата квантовой механики;
- изучение методов решения квантово-механических задач, включая некоторые приближенные методы; изучение фундаментальных результатов квантовой теории.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Квантовая механика» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Материалы электронной техники, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Квантовая и оптическая электроника, Методы математической физики, Физика конденсированного состояния.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
- ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** физические основы механики, электричества и магнетизма, физики колебаний и волн, квантовой физики, электродинамики, статистической физики и термодинамики, атомной и ядерной физики; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;
- **уметь** применять методы математического анализа и моделирования; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;
- **владеть** методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств .

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16

Согласована на портале № 3990

Из них в интерактивной форме	30	30
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Подготовка к контрольным работам	10	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Возникновение квантовой механики. Математический аппарат квантовой механики	4	4	4	12	24	ОПК-1, ПК-1
2	Элементы теории представлений. Матричная форма квантовой механики.	2	2	0	6	10	ОПК-1, ПК-1
3	Основные постулаты квантовой механики; стационарное уравнение Шредингера; временное уравнение Шредингера	4	4	4	12	24	ОПК-1, ПК-1
4	Туннельный эффект; гармонический осциллятор	4	4	4	12	24	ОПК-1, ПК-1
5	Атом водорода; спин	6	4	4	12	26	ОПК-1, ПК-1
	Итого	20	18	16	54	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			

Согласована на портале № 3990

1 Возникновение квантовой механики. Математический аппарат квантовой механики	Корпускулярно-волновой дуализм света. Гипотеза де Бройля. Волновая функция де Бройля. Операторы и их свойства в квантовой механике.	4	ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
2 Элементы теории представлений. Матричная форма квантовой механики.	Понятие о теории представлений. Вектор состояния. Совектор состояния. Гильбертово пространство. Оператор вматричной форме.	2	ОПК-1, ПК-1
	Итого	2	
3 Основные постулаты квантовой механики; стационарное уравнение Шредингера; временное уравнение Шредингера	Физический смысл волновой функции. Постулаты квантовой механики. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Соотношение неопределенностей.	4	ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
4 Туннельный эффект; гармонический осциллятор	Простейшие задачи квантовой механики. Частица в прямоугольной потенциальной яме с бесконечными стенками. Прохождение частицы через барьер. Туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор	4	ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
5 Атом водорода; спин	Электрон в атоме водорода. Квантовые числа. Собственный момент электрона. Магнитный собственный момент.Многоэлектронный атом. Таблица Менделеева.	6	ОПК-1, ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		20	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
		1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины						
1	Математика	+	+	+	+	+
2	Материалы электронной техники		+		+	
3	Физика	+	+	+	+	
Последующие дисциплины						
1	Квантовая и оптическая электроника	+	+			+
2	Методы математической физики	+	+	+	+	

Согласована на портале № 3990

3	Физика конденсированного состояния	+	+		+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			10	10
Решение ситуационных задач	4			4
Работа в команде	6	10		16
Итого	10	10	10	30

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			

Согласована на портале № 3990

1 Возникновение квантовой механики. Математический аппарат квантовой механики	Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна.	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Основные постулаты квантовой механики; стационарное уравнение Шредингера; временное уравнение Шредингера	Проверка соотношения неопределённостей для фотонов	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Туннельный эффект; гармонический осциллятор	Туннельный эффект в вырожденном p-n – переходе	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Атом водорода; спин	Исследование спектра атома водорода	4	ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Возникновение квантовой механики. Математический аппарат квантовой механики	Тепловое излучение. Фотоэффект. Волна де Бройля	4	ОПК-1
	Итого	4	
2 Элементы теории представлений. Матричная форма квантовой механики.	Вектор состояния. Совектор состояния. Матричная форма операторов.	2	ОПК-1, ПК-1
	Итого	2	
3 Основные постулаты квантовой механики; стационарное уравнение Шредингера; временное уравнение Шредингера	Свойства операторов. Дифракция электрона.	4	ОПК-1
	Итого	4	
4 Туннельный эффект; гармонический осциллятор	Частица в яме. Прохождение частицы через барьер. Туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор	4	ОПК-1
	Итого	4	
5 Атом водорода; спин	Атом водорода. Квантовые числа. Спин.	4	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 3990

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Возникновение квантовой механики. Математический аппарат квантовой механики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
2 Элементы теории представлений. Матричная форма квантовой механики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	6		
3 Основные постулаты квантовой механики; стационарное уравнение Шредингера; временное уравнение Шредингера	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
4 Туннельный эффект; гармонический осциллятор	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		

Согласована на портале № 3990

5 Атом водорода; спин	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Конспект самоподготовки	5	7	8	20
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	7	8	20
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	34	36	100
Нарастающим итогом	30	64	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов,	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 3990

	учитывает успешно сданный экзамен	
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Введение в квантовую механику [Текст] : учебное пособие / А. Л. Магазинников, В. А. Мухачев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Факультет дистанционного обучения. - Томск : Эль Контент, 2012. - 112 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
2. Мухачёв В. А. Атомная физика: учеб. пособие / В. А. Мухачёв. – Томск: ТМЦ ДО, 2007. – 116 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Основы теоретической физики : учебник для вузов: В 2 т. / И. В. Савельев. - СПб. : Лань, 2005 - Т. 2 : Квантовая механика. - СПб. : Лань, 2005. – 430 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов: В 10 т. – М. : Физматлит, 2004. – Т. 3 : Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. : Л. П. Питаевский. – 5-е изд., стереотип. – М. : Физматлит, 2004. – 800 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)
3. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике : полный курс общей физики: Пер. с англ. / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – 3-е изд., испр. – М. : УРСС, 2004. – Вып. 8, 9 : Квантовая механика. 523 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Магазинников А. Л. Введение в квантовую механику: учеб. пособие / А. Л. Магазинников, В. А. Мухачёв. – Томск: Эль Контент, 2012. – 112 с. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе на стр. 21, 32, 53, 59, 85, 92, 93. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
2. Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна: Методические указания к лабораторной работе / Федоров М. В., Бурдовицин В. А. - 2009. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/851, свободный.
3. Исследование спектра атома водорода: Методические указания к лабораторной работе / Захаров Н. А., Кириллов А. М. - 2011. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/917, свободный.
4. Галанский В.Л. Проверка соотношения неопределённостей для фотонов: руководство к лабораторным работам для студентов всех специальностей / В. Л. Галанский, А. Л. Магазинников. – Томск: ТУСУР, 2005. - 9 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
5. Туннельный эффект в вырожденном p–n – переходе: Руководство к лабораторной работе / Федоров М. В., Лячин А. В. - 2009. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/852, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Библиотека университета
2. http://ru.wikipedia.org - Свободная энциклопедия «Википедия».

Согласована на портале № 3990

3. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler и др.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

учебные лабораторные помещения;
аудитории с мультимедийным оборудованием;
демонстрационные материалы.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 3990

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Квантовая механика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- доцент каф. ЭП Быков В. И.

Зачет: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3990

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Должен знать физические основы механики, электричества и магнетизма, физики колебаний и волн, квантовой физики, электродинамики, статистической физики и термодинамики, атомной и ядерной физики; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;; Должен уметь применять методы математического анализа и моделирования; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;; Должен владеть методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств .;
ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 3990

Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	представлять и анализировать адекватные современному уровню знаний физические принципы и естественнонаучную сущность проблем квантовой механики на основе знания критериев перехода от рассмотрения явлений на основе классической физики к квантовой; основные понятия, законы и уравнения квантовой механики и математики, а также статистической физики	выявлять адекватную современному уровню знаний квантово-механическую сущность явлений на основе анализа и основных положений и методов квантовой механики и математики; анализировать динамику движения электронов, атомов и микрообъектов уравнениями квантовой механики; исследовать свойства макроскопических систем методами равновесной статистической механики	соответствующим математическим аппаратом квантовой механики; представлять адекватную научную картину квантово-механических явлений мира на основе основных положений математики и квантовой механики, законов; владеть опытом решений простейших задач квантовой механики и статистической физики
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Согласована на портале № 3990

	• Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Конспект самоподготовки; • Зачет;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• основные понятия квантовой механики; воспроизводит теоретический материал без использования учебного пособия; свободно излагает материал в устной форме; анализирует и воспроизводит взаимосвязь химических понятий и законов ;	• отлично ориентироваться в теоретическом материале без использования учебного пособия; свободно умеет применять полученные знания для решения творческих практических задач и интерпретации результатов эксперимента ; ;	• самостоятельно определяет цели и задачи эксперимента исходя из теоретических предпосылок; ;
Хорошо (базовый уровень)	• основные понятия квантовой механики; воспроизводит теоретический материал с использованием теоретических знаний или учебного пособия; частично излагает материал в устной форме; ;	• ориентироваться в теоретическом материале без учебного пособия или с использованием учебного пособия; применять теоретические знания для решения стандартных практических задач и интерпретации результатов эксперимента ;	• определяет цели и задачи эксперимента исходя из теоретических предпосылок с помощью преподавателя; ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• основные понятия квантовой механики; воспроизводит теоретический материал с использованием учебного пособия. ;	• ориентироваться в теоретическом материале с использованием учебного пособия; применяет теоретические знания для решения базовых практических задач и интерпретации и результатов эксперимента с помощью преподавателя; ;	• определяет цели и задачи эксперимента, исходя из теоретических предпосылок, с помощью плана работы и преподавателя ; ;

2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального

Согласована на портале № 3990

назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные принципы физического и математического моделирования приборов и устройств электроники стандартные программные средства компьютерного моделирования	выбирать средство для построения модели, в том числе стандартные программы компьютерного моделирования	навыками построения модели для решения конкретной задачи
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методику и технику моделирования простых приборов и устройств электроники; знает возможности стандартных программных средств для построения физических и математических моделей;	• аргументированно выбирать средство для построения модели в нестандартной ситуации;	• способен проанализировать и оценить результаты работы; владеет навыками построения физических и математических моделей приборов и устройств электроники;

Согласована на портале № 3990

Хорошо (базовый уровень)	• возможности стандартных программных средств для построения моделей;	• моделировать приборы и устройства с помощью стандартных программных средств;	• способен корректировать работу с программными средствами по построению моделей в соответствии с обстоятельствами;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• некоторые программные средства для компьютерного моделирования;	• создавать простейшие модели в стандартной программной среде;	• способен выполнять стандартные действия в заданной программной среде;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Теория Бора. Элементарная квантовая теория излучения. Черное излучение. Пространственное квантование. Иллюстрации к соотношению неопределенностей. Одномерные задачи на отыскание собственных чисел энергии и волновых функций. Прохождение прямоугольного потенциального барьера. Собственные значения и собственные функции оператора Гамильтона гармонического осциллятора Энергетический спектр и волновые функции частицы в сферически симметричной потенциальной яме непрямоугольной формы. Вероятность перехода в единицу времени. Излучение характеристических линейчатых спектров атомами. Движение в кулоновском поле.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Фотоэффект. Эффект Комптона. Волны де Бройля. Правило квантования Бора – Зоммерфельда. Атом Бора. Соотношение неопределенностей. Операторы. Средние значения физических величин. Коммутационные соотношения. Одномерные задачи на отыскание собственных чисел энергии и волновых функций. Скачок потенциала Отражение и прохождение волн. Бесконечная потенциальная яма. Конечная потенциальная яма. Дискретный и непрерывный спектры значений энергии. Резонансы. Прохождение прямоугольного потенциального барьера. Коэффициент прозрачности потенциального барьера Определение значений энергии и волновых функций частицы в сферически симметричной потенциальной яме Атом водорода и водородоподобные атомы. Излучение характеристических спектров атомными системами.

3.3 Темы контрольных работ

– 1. Возникновение квантовой механики. Движение в поле центральной силы Математический аппарат квантовой механики. Основные постулаты квантовой механики 2. Стационарное уравнение Шредингера. Временное уравнение Шредингера Туннельный эффект Гармонический осциллятор. 3. Теория квантовых переходов. Спин. Излучение атомными системами Молекулы.

3.4 Темы лабораторных работ

– Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна.
– Проверка соотношения неопределённостей для фотонов
– Туннельный эффект в вырожденном p-n – переходе
– Исследование спектра атома водорода

3.5 Зачёт

– Корпускулярно-волновой дуализм света. Гипотеза де Бройля. Волновая функция де Бройля. Операторы и их свойства в квантовой механике. Физический смысл волновой функции. Постулаты квантовой механики. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.

Согласована на портале № 3990

Соотношение неопределенностей. Простейшие задачи квантовой механики. Частица в прямоугольной потенциальной яме с бесконечными стенками. Прохождение частицы через барьер. Туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор. Электрон в атоме водорода. Квантовые числа. Собственный момент электрона. Магнитный собственный момент. Многоэлектронный атом. Таблица Менделеева. Понятие о теории представлений. Вектор состояния. Совектор состояния. Гильбертово пространство. Оператор в матричной форме.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Введение в квантовую механику [Текст] : учебное пособие / А. Л. Магазинников, В. А. Мухачев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Факультет дистанционного обучения. - Томск : Эль Контент, 2012. - 112 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
2. Мухачёв В. А. Атомная физика: учеб. пособие / В. А. Мухачёв. – Томск: ТМЦ ДО, 2007. – 116 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Основы теоретической физики : учебник для вузов: В 2 т. / И. В. Савельев. - СПб. : Лань, 2005 - Т. 2 : Квантовая механика. - СПб. : Лань, 2005. – 430 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов: В 10 т. – М. : Физматлит, 2004. – Т. 3 : Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. : Л. П. Питаевский. – 5-е изд., стереотип. – М. : Физматлит, 2004. – 800 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)
3. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике : полный курс общей физики: Пер. с англ. / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – 3-е изд., испр. – М. : УРСС, 2004. – Вып. 8, 9 : Квантовая механика. 523 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Магазинников А. Л. Введение в квантовую механику: учеб. пособие / А. Л. Магазинников, В. А. Мухачёв. – Томск: Эль Контент, 2012. – 112 с. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе на стр. 21, 32, 53, 59, 85, 92, 93. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
2. Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна: Методические указания к лабораторной работе / Федоров М. В., Бурдовицин В. А. - 2009. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/851, свободный.
3. Исследование спектра атома водорода: Методические указания к лабораторной работе / Захаров Н. А., Кириллов А. М. - 2011. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/917, свободный.
4. Галанский В.Л. Проверка соотношения неопределённостей для фотонов: руководство к лабораторным работам для студентов всех специальностей / В. Л. Галанский, А. Л. Магазинников. – Томск: ТУСУР, 2005. - 9 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
5. Туннельный эффект в вырожденном p–n – переходе: Руководство к лабораторной работе / Федоров М. В., Лячин А. В. - 2009. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/852, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Библиотека университета
2. http://ru.wikipedia.org - Свободная энциклопедия «Википедия».
3. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler и др.

Согласована на портале № 3990