

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 08.11.2023 10:02:33  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:  
Руководитель ООП  
Н.А. Семькина  
  
«4» 09  


Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## Основы квантовой физики и информатики

Специальность

10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация

Математические методы защиты информации

Для студентов 5 курса очной формы обучения

Составитель: Малышкина О.В.

Тверь 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Цель дисциплины «Основы квантовой физики и информатики» состоит в изучении основных понятий этой дисциплины, необходимых для освоения ООП и последующей профессиональной деятельности. Задачей освоения дисциплины является приобретение устойчивых навыков работы с изученными понятиями.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Основы квантовой физики и информатики» входит в вариативную часть ООП.

### **3. Объём дисциплины: 2 зачетные единицы, 72 академических часов.**

контактная аудиторная работа: лекции – 34 часов, в т.ч. практическая подготовка – 0 часов;

практические занятия – 34 часов, в т.ч. практическая подготовка – 4 часа;  
самостоятельная работа: 4 часа.

### **5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. _Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.4. _Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
	УК-1.5. Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их

	устранения
<b>ПК-1.</b> Способен участвовать в теоретических и экспериментальных научно-исследовательских работах по оценке защищенности информации в компьютерных системах, составлять научные отчеты, обзоры по результатам выполнения исследований	<b>ПК-1.1.</b> Разрабатывает методики выполнения аналитических работ
	<b>ПК-1.2.</b> Проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере разработки средств и систем защиты информации

**6. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения в 10 семестре – зачет.**

**7. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции и	Практические занятия	
			всего	
Глава 1. Основы квантовой физики.	4		2	2
1.1. Основные понятия квантовой механики.	8	4	4	
1.2. Обозначения Дирака и геометрическая интерпретация квантовой механики.	8	4	4	

1.3. Основные понятия квантовой оптики.	10	4	4		
Глава 2. Основы квантовой информатики	4			2	2
2.1. Вероятностная интерпретация Гильбертова пространства. Соотношение неопределенности.	8	4	4		
2.2. Основные принципы квантовой информатики.	8	6	4		
2.3. Спин электрона как средство хранения и переноса информации	8	4	4		
2.4. Квантовые схемы. Перепутанные состояния. Квантовая телепортация.	14	8	6		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Основные понятия квантовой механики.	лекция	проблемная лекция.
Основные понятия квантовой механики.	практическое	Дискуссионные технологии
Обозначения Дирака и геометрическая интерпретация квантовой механики.	лекция	проблемная лекция.
Обозначения Дирака и геометрическая интерпретация квантовой механики.	практическое	Дискуссионные технологии
Основные понятия квантовой оптики.	лекция	проблемная лекция.
Основные понятия квантовой оптики.	практическое	Дискуссионные технологии,

Вероятностная интерпретация Гильбертова пространства.	лекция	проблемная лекция.
Вероятностная интерпретация Гильбертова пространства.	практическое	Дискуссионные технологии,
Соотношение неопределенности.	лекция	проблемная лекция.
Соотношение неопределенности.	практическое	Дискуссионные технологии,
Основные принципы квантовой информатики.	лекция	проблемная лекция.
Основные принципы квантовой информатики.	практическое	Дискуссионные технологии,
Спин электрона как средство хранения и переноса информации	лекция	проблемная лекция.
Спин электрона как средство хранения и переноса информации	практическое	Дискуссионные технологии,
Квантовые схемы.	лекция	проблемная лекция.
Квантовые схемы.	практическое	Дискуссионные технологии,
Перепутанные состояния.	лекция	проблемная лекция.
Перепутанные состояния.	практическое	Дискуссионные технологии,
Квантовая телепортация.	лекция	проблемная лекция.
Квантовая телепортация.	практическое	Дискуссионные технологии,

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

##### ***Оценочные материалы для проведения текущей аттестации***

##### ***Задания для практических (семинарских) занятий***

1. Частица приведена в состояние с волновой функцией

$$\Psi(x) = \begin{cases} A \sin \frac{\pi x}{a} & \text{при } 0 \leq x \leq a; \\ 0 & \text{при } x < 0 \text{ или } x > a. \end{cases}$$

Вычислить нормировочную константу  $A$ .

2. Нормировать волновые функции

$$\Psi_1(\theta, \varphi) = A_1; \quad \Psi_2(\theta, \varphi) = A_2 \cos \theta$$

на единичной сфере.

3. Вывести «сочетательный закон» для операторов:

$$\hat{A}\hat{B}\hat{C} = \hat{A}(\hat{B}\hat{C}) = (\hat{A}\hat{B})\hat{C}.$$

4. Вычислить коммутатор

$$[x, \hat{p}_x].$$

5. Было приготовлено одно из состояний  $\{|0\rangle, |1\rangle\}$ .

Посчитать вероятность каждого из исходов при измерении его наблюдаемой вероятности

$$a) M_+ : M_+^0 = |0\rangle\langle 0|, M_+^1 = |1\rangle\langle 1|,$$

$$b) M_\times : M_\times^0 = \frac{1}{2}(|0\rangle + |1\rangle)(\langle 0| + \langle 1|),$$

$$M_\times^1 = \frac{1}{2}(|0\rangle - |1\rangle)(\langle 0| - \langle 1|).$$

В каком состоянии окажется система после измерения в обоих случаях?

6. Оператор плотности кубита, как и любой эрмитовый оператор размерности  $2 \times 2$ , можно представить в виде линейной комбинации четырех базисных операторов  $\{I, \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z\}$  в пространстве Лиувилля. Показать, что

$$\rho = \frac{1}{2}(I + \mathbf{r}\boldsymbol{\sigma}),$$

где  $\mathbf{r} = \sum_i p_i \mathbf{r}_i$  и векторы Блоха  $\mathbf{r}_i$  соответствуют чистым состояниям  $|\psi_i\rangle$  ансамбля, порождающего  $\rho$ . Отсюда покажите, что  $0 \leq |\mathbf{r}| \leq 1$ , причем равенство  $|\mathbf{r}| = 1$  равносильно тому, что кубит находится в чистом состоянии  $|\psi\rangle$ . Запишите матрицу  $\rho$  в собственном базисе через компоненты вектора  $\mathbf{r}$ .

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

**Примерные вопросы к зачету**

**Вид и способ** проведения промежуточной аттестации: индивидуальный устный опрос сочетается с самостоятельной практической работой студента.

**Критерии** оценивания и шкала оценивания:

Максимально возможное количество баллов – **3** балла. Для получения зачета необходимо ответить на вопросы теста и дать ответ на теоретический вопрос с суммарной оценкой не менее 2-х баллов.

**3 балла:**

Ответ на вопрос демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы. Имеется решение теста верное от 85 – 100% всех заданий.

**2 балла:**

Ответ на вопрос демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Ответ не содержит фактических ошибок. Верно даны ответы на 70-84% тестовых заданий.

**1 балл:**

Ответ демонстрирует знание и корректное использование терминологии. Правильные решения тестовых заданий составляют от 41-69%.

**0 баллов:**

В ответе преобладают рассуждения общего характера И/ИЛИ содержит существенные фактические ошибки, искажающие смысл. Правильные тестовые ответы составляют менее 40%.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

б) дополнительная литература:

### **2) Программное обеспечение**

Google Chrome

бесплатно

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows

Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022

Lazarus

бесплатно

OpenOffice	бесплатно
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

### **3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> Договор № 4-е/23 от 02.08.2023 г.
2. ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/> Договор № 1106 эбс от 02.08.2023 г.
3. ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru> Договор № 02-06/2023 от 02.08.2023 г.
4. ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/> Договор № 5-е/23 от 02.08.2023 г.
5. ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/> Договор № 3-е/23К от 02.08.2023 г.

### **4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

<https://cyberleninka.ru/> научная электронная библиотека «Киберленинка».

<http://www.intuit.ru/> Национальный Открытый Университете «ИНТУИТ»

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### *Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов*

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью изучения дисциплины. Кроме того, в темах, изучаемых при контактной работе со студентами, есть отдельные учебные вопросы, которые студенты должны изучить самостоятельно. Контроль знаний при самостоятельном изучении тем и вопросов дисциплины осуществляется при проведении текущего контроля в виде устных опросов, письменных контрольных работ и тестирования во время рейтинг-контроля. Вопросы для самостоятельной работы также включаются в темы рефератов, которые студенты защищают на

семинарских занятиях, и в перечень вопросов для зачёта.

При работе над текстом лекции студенту необходимо обратить особое внимание на проблемные вопросы, поставленные преподавателем при чтении лекции, а также на его задания и рекомендации. Работая над текстом лекции, необходимо иметь под рукой справочные издания: словарь-справочник, энциклопедический экономический словарь, в которых можно найти объяснение многим встречающимся в тексте терминам, содержание которых студент представляет себе весьма туманно, хотя они ему и знакомы.

В процессе организации самостоятельной работы большое значение имеют консультации с преподавателем, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы.

Для успешного усвоения материала данной учебной дисциплины, в частности, для выработки навыков решения задач необходима систематическая самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, коллоквиумам и к контрольным работам.

**1. Работа с учебными пособиями.** Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

**2. Самостоятельное изучение тем.** Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к экзамену.

**3. Подготовка к практическим занятиям.** При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется изучить лекции и прочитать соответствующую литературу.

**4. Составление конспектов.** В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания использованы схемы и таблицы.

Требования к рейтинг-контролю для студентов очной формы обучения.

Текущая работа студентов очной формы обучения оценивается в 100 баллов, которые распределяются между двумя модулями (периодами обучения) следующим образом:

Мо- дуль (пе- риод обучения)	Максим- альная сумма баллов в модуле	Максим- альная сумма баллов за работу на практических занятиях	Рефериро- вание, представление научной статьи, создание и отладка кода	Максима- льный балл за рейтинговую контрольную работу
1	50	18	12	20
2	50	18	12	20

**VII. Материально-техническое обеспечение**

Учебный процесс по данной дисциплине проводится в аудиториях, оснащенных мультимедийными средствами обучения. Для организации самостоятельной работы студентов необходимо наличие персональных компьютеров с доступом в Интернет.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 314 (Корпус 3, 170002, Тверская обл., г.Тверь,	Набор учебной мебели, меловая доска, Мультимедийный комплект учебного класса	Google Chrome-бесплатно; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows-Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022; Lazarus –бесплатно; OpenOffice – бесплатно; Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО- бесплатно; ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО- бесплатно

<p>пер. Садовый, дом 35)</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория 203, 224, 170002, г.Тверь,</p> <p>Садовый пер-к, д. 35</p>	<p>Столы, стулья, переносной ноутбук, проектор</p>	<p>Google Chrome-бесплатно; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows-Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022; Lazarus –бесплатно; OpenOffice – бесплатно; Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО- бесплатно; ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО- бесплатно</p>
---	--	---

### VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п. п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.			