

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОСНОВЫ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Элементная база квантовых технологий**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**  
Кафедра: **электронных приборов (ЭП)**  
Курс: **3**  
Семестр: **5**  
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	60	60	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	5

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является овладение основными понятиями современных областей квантовых технологий, освоение соответствующих теоретических методов описания и получение представлений об экспериментальных методах и наблюдаемых явлениях.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Познакомиться и изучить фундаментальные основы квантовых технологий.
2. Познакомиться с основами технологий квантовых вычислений.
3. Познакомиться с основами квантовых коммуникаций.
4. Познакомиться с основами квантовых измерений и метрологии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.13.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	ПК-2.1. Знает методики экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	Студент должен знать методики экспериментальных исследований таких приборов, как лазеры, оптические интерферометры, оптические модуляторы
	ПК-2.2. Умеет проводить экспериментальные исследования характеристик приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	Студент должен уметь проводить экспериментальные исследования таких установок как лазеры, оптические интерферометры, оптические детекторы, оптические модуляторы
	ПК-2.3. Владеет современными методами расчета и проектирования приборов и установок различного функционального назначения, использующих квантовые технологии	Студент должен владеть методами проектирования и расчета таких установок, как оптические интерферометры, оптические модуляторы, оптические детекторы

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	60	60
Подготовка к тестированию	30	30
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	30	30
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	36	36
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	4	4

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в

таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>						
1 Основные квантовые принципы	10	18	8	36	72	ПК-2
2 Квантовые вычисления	2	-	4	12	18	ПК-2
3 Квантовые коммуникации	4	-	-	6	10	ПК-2
4 Квантовые сенсоры	2	-	-	6	8	ПК-2
Итого за семестр	18	18	12	60	108	
Итого	18	18	12	60	108	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>			
1 Основные квантовые принципы	Дискретность (квантованность) уровней энергии (квантово-размерный эффект, квантовый эффект Холла)	2	ПК-2
	Принцип неопределённости Гейзенберга	2	ПК-2
	Квантовая суперпозиция чистых состояний систем	2	ПК-2
	Квантовое туннелирование через потенциальные барьеры	2	ПК-2
	Квантовая сцепленность состояний	2	ПК-2
	Итого	10	
2 Квантовые вычисления	Основные понятия и принципы квантовых вычислений	2	ПК-2
	Итого	2	
3 Квантовые коммуникации	Основные понятия и принципы квантовых коммуникаций	2	ПК-2
	Структура схем квантовых коммуникаций	2	ПК-2
	Итого	4	
4 Квантовые сенсоры	Основные принципы создания квантовых сенсоров	2	ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>			
1 Основные квантовые принципы	Волновая оптика. Интерференция. Дифракция. Поляризация	6	ПК-2
	Квантовая природа света. Законы теплового излучения. Фотоэффект	6	ПК-2
	Волновые свойства частиц и уравнение Шредингера	6	ПК-2
	Итого	18	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>			
1 Основные квантовые принципы	Изучение модели интерферометра Маха-Цандера	4	ПК-2
	Интерферометрические эксперименты с фотонами, частицами и волнами	4	ПК-2
	Итого	8	
2 Квантовые вычисления	Эксперимент с отложенным выбором	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

#### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>5 семестр</b>				
1 Основные квантовые принципы	Подготовка к тестированию	12	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	36		

2 Квантовые вычисления	Подготовка к тестированию	6	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
3 Квантовые коммуникации	Подготовка к тестированию	6	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
4 Квантовые сенсоры	Подготовка к тестированию	6	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
<b>5 семестр</b>				
Лабораторная работа	10	20	10	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	30	20	100
Нарастающим итогом	20	50	70	100

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5

От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Валиев, Камиль Ахметович. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2004. - 319, [1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.).

### 7.2. Дополнительная литература

1. Байков, Ю. А. Квантовая механика : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 294 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/151548>.

2. Моргунов, Р. Б. Физические основы квантовых вычислений : учебное пособие / Р. Б. Моргунов, О. В. Коплак, О. С. Дмитриев. — Тамбов : ТГТУ, 2017. — 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/319688>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210797>.

2. Квантовые коммуникации : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022 — Часть 1 : Изучение квантовых явлений — 2022. — 62 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/279344>.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

### **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

#### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Компьютерная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Доска 3-х элементная;
- Шкаф - 2 шт.;
- Шкаф для одежды;
- Тумба выкатная - 2 шт.;
- Тумба;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- GIMP;
- OpenOffice;
- Ubuntu 11;

#### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Компьютерная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Доска 3-х элементная;
- Шкаф - 2 шт.;
- Шкаф для одежды;
- Тумба выкатная - 2 шт.;
- Тумба;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- GIMP;
- OpenOffice;
- Ubuntu 11;



#### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

#### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные квантовые принципы	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

2 Квантовые вычисления	ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Квантовые коммуникации	ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Квантовые сенсоры	ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
--------	---

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Модель квантовых вычислений эффективнее, чем модель двоичных?
  - а. Да, кванты позволяют выполнять операции быстрее.
  - б. Нет, кванты хорошо подходят только для определённых задач.
2. Главное отличие квантового компьютера от обычного — он работает с помощью кубитов. А чем кубит отличается от классического бита?
  - в. Кубит находится в состоянии суперпозиции.
  - г. Кубит работает в троичной системе: ноль, единица, время.
  - д. Кубит находится в состоянии памяти: хранит все совершённые операции с нулями и единицами.
3. Если кубит находится в состоянии суперпозиции, то как будут между собой взаимодействовать несколько кубитов?
  - е. Они будут проводить вычисления независимо друг от друга.
  - ё. Вся система будет находиться в состоянии суперпозиции.
4. В компьютерах биты реализованы с помощью транзисторов. Кубитам же нужна другая аппаратная часть — квантовый объект. Как он устроен?
  - ж. Объект удерживают кванты, и в течение некоторого времени на нём выполняются операции.
  - з. В объекте находятся два кванта, которым задаёт значение оператор.
  - и. Объект вращается вокруг оси, создаёт гравитацию и производит вероятностные вычисления.
5. С какой целью кванты «удерживаются» для вычислений в специальных объектах?
  - к. Для вычислений подходят только определённые кванты.
  - л. На кванты влияет практически всё вокруг, поэтому они нестабильны.
  - м. В квантовом компьютере образуется антиматерия, которая сталкивается с обычной материей и исчезает.
6. Один из способов измерить мощность квантового компьютера — это достигнуть «квантового превосходства», когда устройство может решить проблему, недоступную обычному компьютеру. Прецеденты уже были?
  - н. Да, но есть нюансы.
  - о. Ещё нет и не скоро будут.
7. Будет ли дискредитирована современная криптография в случае изобретения

- полноценного квантового компьютера?  
п. Нет, такого не будет.  
р. Да, такое может быть.
8. Квантовые вычисления можно делать даже на домашнем ноутбуке?  
с. Да, можно.  
т. Не получится — слишком разные системы.
9. Квантовые компьютеры прямо сейчас объединяют в сети: они могут передавать друг другу квантовую информацию на расстоянии?  
у. Всё так, только передают не квантовые единицы информации, а двоичные.  
ф. Таких систем ещё нет.
10. Если квантовые компьютеры работают с вероятностями, то в них не бывает ошибок, верно?  
х. Да, ошибок нет, потому что можно копировать информацию с помощью квантов и отслеживать их изменения.  
ц. Нет, ошибки возможны, потому что кванты устойчивы только в логических блоках.

### **9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Кубит.
2. Основные элементы квантового компьютера.
3. Квантовая телепортация.
4. Квантовый код, исправляющий амплитудные или фазовые ошибки, с тремя кубитами
5. Условия, необходимые для выполнения квантовых вычислений
6. Линейный оптический квантовый компьютер. Фотонные интегральные схемы.

### **9.1.3. Темы лабораторных работ**

1. Изучение модели интерферометра Маха-Цандера
2. Интерферометрические эксперименты с фотонами, частицами и волнами
3. Эксперимент с отложенным выбором

## **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП  
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5- a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440- b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc- 922a-3c3f168876e6

### РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ЭП	Е.С. Шандаров	Разработано, 49c1c598-8928-4336- 9a58-2b98bf049d3e
--------------------------------	---------------	--