

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

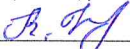
Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«26» 06 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

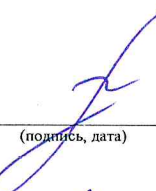


В.И. Казаков  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23  
«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)



А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)



Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Квантовые технологии»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности	Лазерная техника и лазерные технологии
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Квантовые технологии» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Квантовые технологии»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими и практическими вопросами реализации протоколов квантовой криптографии, а также вычислениям на квантовом компьютере.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний в области квантовой криптографии, квантовых вычислений и организации передачи квантового ключа по волоконно-оптическому каналу связи, а также закрепление полученных студентами знаний и навыков при разработке устройств квантового шифрования.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-6 Квантовые технологии	ПК-6.3.1 знать принципы работы и построения систем квантовой криптографии и квантовых вычислений ПК-6.3.2 знать элементную базу и ее назначение в системах квантовой криптографии и вычислений ПК-6.3.3 знать основные протоколы передачи информации в системах квантовой криптографии ПК-6.У.1 уметь настраивать системы квантовой криптографии, выявлять неисправность и устранять ее ПК-6.У.2 уметь проводить измерения параметров оптических схем квантовой криптографии ПК-6.У.3 уметь составлять алгоритмы для квантовых вычислений ПК-6.В.1 владеть навыками работы с современным программным обеспечением для квантовых вычислений ПК-6.В.2 владеть навыками работы с оптическим оборудованием для сборки и монтажа оптических схем квантовой криптографии

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Основы оптики»,
- «Волоконно-оптические компоненты»,
- «Основы квантовой электроники»,
- «Лазерные измерения».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Современные оптические системы передачи информации»,
- «Основы конструирования оптических и лазерных приборов и систем».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	13	13
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Монтаж волоконно-оптического канала связи Тема 1.1. Оптические волокна. Сварка оптоволокон. Тема 1.2. Рефлектометр. Методы оптической рефлектометрии. Основные параметры рефлектометра. Метод OTDR.	4	2	2		3
Раздел 2. Квантовое распределение ключа Тема 2.1 Схема распределения квантового ключа на основе интерферометра Маха-Цандера. Тема 2.2 Двухпроходная автокомпенсационная схема Plug&Play Тема 2.3 Ослабление лазерных импульсов	4	2	2		3

Раздел 3. Практическая реализация схемы распределения квантового ключа Тема 3.1. Принцип работы и оптическая схема «Боба» Тема 3.2 Принцип работы и оптическая схема «Алисы» Тема 3.3 Генерация квантового ключа	4	2	2		3
Раздел 4. Процедуры настройки устройства квантовой криптографии Тема 4.1. Настройка времени ожидаемого прихода импульсов на детекторы Боба и Алисы Тема 4.2. Настройка напряжения на фазомодуляторах Боба и Алисы Тема 4.3. Возможность генерации квантового ключа с использованием одного детектора одиночных фотонов	4	2	2		3
Раздел 5. Введение в квантовые вычисления Тема 5.1. Проблемы, приведшие к идее квантового компьютера. Ограничения технологического характера. Тепловой предел Рольфа Ландауэра. Тема 5.2. Обратимая логика Тоффоли, Фредкина. Теорема Ч.Беннета. Квантовый компьютер Фейнмана. Тема 5.3. Аксиомы квантовой механики. Основные положения алгебры квантовых систем. Тема 5.4 Формализм Дирака: бра- и кет- векторы. Кубит-основной объект квантовых вычислений. Классификация квантовых состояний Тема 5.5. Однокубитовые логические вентили (гейты) Паули Адамара Сдвига фазы, поворотов и др. Тема 5.6. Основные квантовые алгоритмы –Дойча, Гровера и Шора. Сложение чисел на квантовом компьютере.	18	9	9		9
Итого в семестре:	34	17	17		13
Итого	34	17	17	0	13

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Передача оптического сигнала по волокну. Типы волокон. Сварка оптического волокна
2	Рефлектометрические измерения. Метод OTDR
3	Схемы построения распределения квантового ключа
4	Компонентная база оптических схем передачи и приема квантового ключа

4	Настройка элементной базы устройств квантовой криптографии
5	Бит и кубит. Введение в квантовые вычисления

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Расчет параметров волоконно-оптического тракта	Расчетное задание	2	2	1
2	Расчет параметров трейна	Расчетное задание	3	3	2
3	Расчет уровня средней оптической мощности для достижения 0,3 фотона на импульс на выходе оптической схемы «Алисы».	Расчетное задание	3	3	3
4	Расчет ослабления на переменном оптическом аттенюаторе для достижения 0,3 фотона на импульс на выходе оптической схемы «Алисы».	Расчетное задание	3	3	3
5	Расчет времени ожидаемого прихода импульсов на детекторы Боба и Алисы	Расчетное задание	3	3	4
6	Расчет величины напряжения на фазомодуляторах Боба и Алисы	Расчетное задание	3	3	4
Всего			17	17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Сварка оптического волокна. Знакомство со сварочным аппаратом	1	1	1
2	Исследование волоконно-оптического тракта методом OTDR	1	1	1
3	Сборка оптической схемы Боба на оптической плате	3	3	3
4	Сборка оптической схемы Алисы на оптической плате	3	3	3
5	Исследование потерь в оптических волокнах	1	1	2
6	Представление кубита на сфере Блоха	1	1	5
7	Однокубитовые логические вентили (гейты)	1	1	5
8	Двухкубитовые вентили. Квантовые схемы. Условные элементы.	2	2	5
9	Основные квантовые алгоритмы – Дойча, Гровера и Шора	2	2	5
10	Сложение чисел на квантовом компьютере	2	2	5
Всего		17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	13	13

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.391 О-62	Оптические устройства в радиотехнике: учебное пособие / А. Ю. Гринев, К. П. Наумов, Л. Н. Пресленев и др.; Ред. В. Н. Ушаков. - М. : Радиотехника, 2005. - 240 с.	Студ. отдел (50) ФО (3)
681.7 К 17	Оптические волокна и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи [Текст] : учебное пособие / В. А. Калинин, Л. Н. Пресленев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2008. - 80 с.	Студ. отдел (69) ФО (3)
530 П 76	Физические основы квантовых вычислений: практикум / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: В. К. Прилипко, Ю. А. Новикова. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 39 с.	Студ. отдел (5) ГС (3)
53 П 76	Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита [Текст] : монография / В. К. Прилипко, И. И. Коваленко. - СПб. : Лань, 2019. - 214 с. : рис. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Загл. обл. : Магистратура. - Библиогр.: с. 20	ФО (4)
530 П 76	Физические основы квантовых вычислений : от битов к кубитам: учебное пособие / В. К. Прилипко, И. И. Коваленко ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 179 с.	Студ. отдел (4) ГС (3)
530.1 К 15	Кайе, Ф. Введение в квантовые вычисления / Ф. Кайе, Р. Лафлам, М. Моска ; пер. Т. С. Никитина ; ред. А. В. Анохин. - Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" 2009. - 346 с.	ФО (2)
530.1 Н 66	Нильсен, М. Квантовые вычисления и квантовая информация / М. Нильсен, И. Чанг ; пер.: М. Н. Вялый, П. М. Островский ; авт. предисл. К. А. Валиев. - М. : Мир, 2006. - 822 с.	ФО (6)



7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 25, 26, 27, от 31.01.2024 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023
<a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>	Доступ в БД по договору SU-675/2024/746 от 27.12.2023 г.

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	51-06-03
2	Специализированная лаборатория «Фотоники и квантовой криптографии»	51-06-05
3	Оптический рефлектометр	51-06-05
4	Аппарат для сварки волокон	51-06-05
5	Набор пассивных волоконно-оптических компонентов	51-06-05
6	Установка квантового распределения ключа (уникальное оборудование)	51-06-05

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты. Комплекты оценочной документации (К.О.Д.)

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Рефлектометрические измерения. Метод OTDR	ПК-6.3.1
2	Квантовые вычисления. Основные аксиомы	ПК-6.3.1
3	Квантовые вычисления. Гейты.	ПК-6.3.1
4	Квантовые вычисления. Базовые алгоритмы.	ПК-6.3.1
5	Схема распределения квантового ключа на основе интерферометра Маха-Цандера.	ПК-6.3.2
6	Двухпроходная автокомпенсационная схема Plug&Play	ПК-6.3.2
7	Протокол BB84. Принцип работы и оптическая схема «Боба»	ПК-6.3.3
8	Протокол BB84. Принцип работы и оптическая схема «Алисы»	ПК-6.3.3
9	Задача: Произвести настройку установки квантового распределения ключа, минимизировать уровень ошибок в системе.	ПК-6.У.1
10	Задача: Выполнить расчет затухания на оптическом аттенуаторе для достижения заданного значения фотонов в импульсе.	ПК-6.У.2
11	Задача: Выполнить расчет параметров трейна для заданных параметров системы: частоты следования импульсов, длины квантового канала.	ПК-6.У.2
12	Задача: Реализовать предложенный алгоритм квантовых вычислений	ПК-6.У.3
13	Современные онлайн-платформы, предоставляющие доступ к квантовым вычислениям. Сравнительный анализ.	ПК-6.В.1
14	Задача: Произвести сборку оптической схемы Боба, измерить затухание в ней	ПК-6.В.2
15	Задача: Произвести сборку оптической схемы Алисы, измерить затухание в ней	ПК-6.В.2
16	Решить задачу: рассчитать количество фотонов в лазерном импульсе. Дано: длина волны, мощность и частота следования импульсов.	ПК-6.В.2
17	Рассчитать параметры трейна. Дано: длина квантового канала и накопительной линии, длина волны, частота следования импульсов.	ПК-6.В.2
18	Рассчитать требуемое значение ослабления лазерных импульсов для достижения требуемого уровня «фотонов/импульс». Дано: мощность лазера, частота следования импульсов, затухание в квантовом канале.	ПК-6.В.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Назовите из приведенных шифр с абсолютной криптографической стойкостью: А) Шифр Вернама (одноразовый блокнот) Б) Моноалфавитный шифр В) Полиалфавитный шифр Г) Шифр Энигмы	ПК-6.У.1
2	Какое количество фотонов должно быть в импульсе для сохранения безопасности при передаче информации в системе квантового распределения ключа: А) 1 Б) 2 В) >1 Г) не имеет значения	ПК-6.У.2
3	Как обычно называют передатчик в системе квантового распределения ключа: А) Алиса Б) Боб В) Ева Г) нет верного ответа	ПК-6.У.2
4	Роль квантового канала в системе квантового распределения ключа выполняет: А) оптическое волокно Б) атмосфера В) может быть и то, и другое Г) нет верного ответа	ПК-6.У.3
5	Самый первый протокол квантового распределения ключа назывался: А) BB84 Б) B92 В) SARG04 Г) нет верного ответа	ПК-6.В.1
6	Сколько базисов для шифрования используется в протоколе BB84?	ПК-6.В.2

	А) 1 Б) 2 В) 4 Г) нет верного ответа	
7	Какое назначение выполняет зеркало Фарадея в схеме Plug and Play: А) отражение и поворот плоскости поляризации лазерных импульсов Б) фазовый сдвиг лазерных импульсов В) отражение сигнала Г) нет верного ответа	ПК-6.В.2
8	Какова роль накопительной линии в автокомпенсационной схеме Plug and Play системы квантового распределения ключа: А) вместить в себя весь трейн, чтобы убрать из обработки паразитные отражения Б) увеличение скорости шифрования В) внести дополнительную задержку сигнала Г) нет верного ответа	ПК-6.В.2
9	Основное достоинство схемы Plug and Play системы КРК: А) нет необходимости производить настройку оборудования Б) все искажения импульсов от Боба к Алисе компенсируются при обратном распространении В) высокая скорость шифрования Г) нет верного ответа	ПК-6.В.2
10	Какой максимальный уровень QBER допустим при корректной работе системы КРК: А) 10% Б) 0% В) 5% Г) нет верного ответа	ПК-6.В.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Передача оптического сигнала по волоконно-оптическому тракту. Сварка волокон. Рефлектометрия тракта;
- Реализация квантового ключа. Оптические схемы шифрования;
- Работа на установке распределения квантового ключа;
- Вычисления на квантовом компьютере.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Задания выполняются согласно индивидуально выданному варианту каждому студенту.

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются бригадой студентов, состоящей из 2-3 человек. Протокол ведется в 1 экземпляре на бригаду.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

*Отчет должен содержать: название и цель работы, схему измерения, результаты измерений, результаты расчетов, выводы, графические материалы*

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

*Отчет оформляется согласно требованиям, размещенным на сайте ГУАП.*

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

*Текущий контроль успеваемости проводится в форме тестирования с индивидуальным расчетным заданием.*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

*Экзамен в форме практикоориентированного экзамена проводится в соответствии с комплектом оценочной документации, содержащим примерные оценочные материалы, размещенным на сайте: <https://fs.worldskills.ru/competencies/kvantovye-tehnologii/> ..*



Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой