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 учебной работе
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8	8	часов
Практические занятия	4	4	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144 4	часов з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	8	
Контрольные работы	8	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 81866

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для теоретического анализа, практического построения оптических систем для передачи квантовых сигналов и работы с протоколами квантового распределения ключей.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить теорию, конструкции и характеристики современных приборов и устройств для приема и передачи квантовых сигналов.
2. Изучить базовые протоколы квантового распределения ключей, физические принципы заложенные в основу КРК и методы калибровки оборудования квантового распределения ключей.

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.01.10.
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
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 81866

ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает методы расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Знает методы расчета ключевых параметров при проектировании сетей КРК.
	ПК-3.2. Умеет выполнять расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Умеет производить расчет ключевых параметров при проектировании сетей КРК.
	ПК-3.3. Владеет методами расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	Владеет инструментарием для расчета ключевых параметров при проектировании сетей КРК.
ПК-5. Способен разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания на разработку составных частей систем квантовых коммуникаций	ПК-5.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций	Знает как производить расчеты характеристик компонентов систем квантового распределения ключей, включая: характеристики канала, источников излучения, детекторов и других компонентов применяемых в квантовых коммуникациях.
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать эскизные и технические проекты, технические задания на разработку составных частей систем квантовых коммуникаций	Умеет производить расчеты характеристик компонентов систем квантового распределения ключей, включая: характеристики канала, источников излучения, детекторов и других компонентов применяемых в квантовых коммуникациях.
	ПК-5.3. Владеет методами расчета и проектирования элементов и составных частей систем квантовых коммуникаций	Владеет инструментарием для проведения расчетов характеристик компонентов систем квантового распределения ключей, включая: характеристики канала, источников излучения, детекторов и других компонентов применяемых в квантовых коммуникациях.

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.

Согласована на портале № 81866

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	32	32
Лекционные занятия	8	8
Практические занятия	4	4
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, всего	108	108
Проработка лекционного материала	16	16
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	64	64
Подготовка к лабораторной работе	20	20
Написание отчета по лабораторной работе	2	2
Подготовка к контрольной работе	6	6
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	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.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
8 семестр								

Согласована на портале № 81866

1 Введение	2	-	-	2	1	34	39	ПК-3, ПК-5
2 Компонентная база, применяемая в квантовых коммуникациях	1	-	-		2	8	11	ПК-3, ПК-5
3 Актуальные задачи развития квантовых коммуникаций	1	-	-		2	8	11	ПК-3, ПК-5
4 Квантовые коммуникации по ВОЛС	1	4	8		2	38	53	ПК-3, ПК-5
5 Квантовые коммуникации в свободном пространстве и в космосе	1	-	-		1	10	12	ПК-3, ПК-5
6 Протоколы квантового распределения ключей	2	-	-		2	10	14	ПК-3, ПК-5
Итого за семестр	8	4	8	2	10	108	140	
Итого	8	4	8	2	10	108	140	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	СРП, ч	Формируемые компетенции
8 семестр				
1 Введение	История развития квантовых коммуникаций. Направления применения квантовых коммуникаций.	2	1	ПК-3, ПК-5
	Итого	2	1	
2 Компонентная база, применяемая в квантовых коммуникациях	Источники одиночных фотонов, детекторы одиночных фотонов, виды квантовых каналов: влияние компонентной базы на параметры получаемых ключей. Оптические компоненты применяемые при изготовлении оборудования для квантовых сетей.	1	2	ПК-3, ПК-5
	Итого	1	2	
3 Актуальные задачи развития квантовых коммуникаций	Увеличение скорость и дальность систем квантовой коммуникации. Увеличение спектральной эффективности систем квантовой коммуникации. Разработка квантовых повторителей. Повышение эффективности источников и приёмников одиночных фотонов.	1	2	ПК-3, ПК-5
	Итого	1	2	

Согласована на портале № 81866

4 Квантовые коммуникации по ВОЛС	Концепция квантовой сети. Мультиплексирование в системах квантовой коммуникации. Квантовые коммуникации и передача данных по одному каналу. Квантовые повторители.	1	2	ПК-3, ПК-5
	Итого	1	2	
5 Квантовые коммуникации в свободном пространстве и в космосе	Квантовая коммуникация по атмосферному каналу связи в условиях прямой видимости. Квантовая коммуникация между движущимся и наземным объектами. Квантовая коммуникация между наземными и низкоорбитальными летательными объектами.	1	1	ПК-3, ПК-5
	Итого	1	1	
6 Протоколы квантового распределения ключей	Зачем нужна квантовая криптография. С чего началось. Какие проблемы решает квантовая криптография. Основные протоколы систем квантовой криптографии. Принцип работы установок квантовой криптографии.	2	2	ПК-3, ПК-5
	Итого	2	2	
Итого за семестр		8	10	
Итого		8	10	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-3
Итого за семестр		2	
Итого		2	

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
8 семестр			
4 Квантовые коммуникации по ВОЛС	Измерение дисперсионных характеристик в оптических волокнах.	4	ПК-3, ПК-5
	Исследование оптических и конструктивных параметров ОВ и ОК.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Согласована на портале № 81866

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
4 Квантовые коммуникации по ВОЛС	Расчет параметров ВОЛС.	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	6	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	28	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	34		
2 Компонентная база, применяемая в квантовых коммуникациях	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	8		
3 Актуальные задачи развития квантовых коммуникаций	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 81866

4 Квантовые коммуникации по ВОЛС	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе	20	ПК-3, ПК-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-3, ПК-5	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	38		
5 Квантовые коммуникации в свободном пространстве и в космосе	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	10		
6 Протоколы квантового распределения ключей	Проработка лекционного материала	2	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		108		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
Итого		112		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности						Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-5	+		+		+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

Согласована на портале № 81866

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС: Учебное пособие / В. И. Ефанов - 2012. 102 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/803.

7.2. Дополнительная литература

1. Родина, О. В. Волоконно-оптические линии связи : руководство / О. В. Родина. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 400 с. — ISBN 978-5-9912-0109-4. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111094.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС: Методические указания к лабораторным работам / В. И. Ефанов - 2012. 43 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/790.
2. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / В. И. Ефанов - 2012. 50 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/788.
3. Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей : учебник / Н. Н. Васин, В. А. Вострикова, Р. Р. Диязитдинов [и др.]. — Самара : ПГУТИ, 2017. — 222 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/182243.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной 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. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Жиляев, Андрей Евгеньевич. Методика построения сетей квантового распределения ключей смешанной топологии [Электронный ресурс]: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Спец. 05.13.19 - Методы и системы защиты информации, информационная безопасность. - Томск , 2022. - 240 с. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. 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

Согласована на портале № 81866

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

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.

Учебная аудитория для проведения занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для выполнения курсовых работ/проектов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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.

8.3. 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

Согласована на портале № 81866

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 Введение	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Компонентная база, применяемая в квантовых коммуникациях	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Актуальные задачи развития квантовых коммуникаций	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Квантовые коммуникации по ВОЛС	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Квантовые коммуникации в свободном пространстве и в космосе	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Протоколы квантового распределения ключей	ПК-3, ПК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 81866

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 **ориентирования**, 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 **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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.

Согласована на портале № 81866

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой тип поляризации используется в классическом протоколе BB84? 1) Линейная поляризация, 2)Круговая поляризация, 3) Эллиптическая поляризация, 4) Поляризация не учитывается
2. Допустимый предел потерь в квантовом канале? 1) 5%, 2) 10%, 3) 50%, 4) 0%
3. Вносимый злоумышленником процент ошибок в канале? 1) 25%, 2) 50%, 3) 16%, 4) 5%
4. Сколько фотонов излучает квазиоднофотонный источник света? 1) 1, 2) 3, 3) 4, 4) Любое количество из перечисленных возможно
5. Как назывался первый протокол квантового распределения ключей? 1) BB84, 2) B92, 3) BB82, 4) A84
6. Квантовый протокол возможно реализовать только на основе поляризации света? 1) Да, 2) Нет
7. Как изменяет линейную поляризацию света полуволновая пластина? 1) Меняет ее тип, 2) Никак, 3) Изменяет угол наклона, 4) Убирает поляризацию
8. Как изменяет линейную поляризацию четвертьволновая пластина? 1) Меняет ее тип, 2) Никак, 3) Изменяет угол наклона, 4) Убирает поляризацию
9. С какой вероятностью Боб получит от Алисы верный бит передаваемый по протоколу BB84, если ошибок в канале не будет? 1) 50%, 2) 25%, 3) 100%, 4) 15%
10. Нужно ли специализированное волокно для реализации поляризационного протокола? 1) Да, 2) Нет

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

Приведены примеры типовых заданий, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Поляризация света. Виды поляризаций света.
2. Среды распространения оптического излучения.
3. Поляризационный светоделитель.
4. Протокол ББ84 принцип работы.
5. Основные пассивные элементы волоконно-оптических линий связи, их устройство.
6. Какие типы источников фотонов бывают и чем они отличаются?
7. Какое основное условие распространения оптического сигнала по волокну?
8. На чем основана секретность квантового распределения ключа?
9. Что является признаком, по которому можно судить об атаке на квантовый канал?
10. Какие типы ВОЛС существуют?

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Рассчитать характеристики ВОЛС для заданного участка сети.
2. Рассчитать параметры получаемого квантового ключа с учетом заданных характеристик.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение дисперсионных характеристик в оптических волокнах.
2. Исследование оптических и конструктивных параметров ОВ и ОК.

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.

Согласована на портале № 81866

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 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,

Согласована на портале № 81866

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.

Согласована на портале № 81866

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИБЭВС
протокол № 10 от «21» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. КИБЭВС	А.А. Шелупанов	Согласовано, c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. КИБЭВС	А.Ю. Якимук	Согласовано, 4ffdf265-fb78-4863-b293-f03438cb07cc

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. КИБЭВС	А.О. Терехин	Разработано, c364ebbb-c27a-4330-b219-ea43a2f1d5b4

Согласована на портале № 81866