МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

КГЭУ

Подписан: ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Владелец: Беляев Эдуард Ирекович
Директор Института цифровых технологий и экономики
Сертификат: 04D981B1000AAFA5AF42F8DF88C974D181
Действителен с 08.09.2022 по 08.09.2023

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЦТЭ
_____ Э.И. Беляев
«__30__» _____мая_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.05 Квантовые компьютеры

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

(Код и наименование направления подготовки)

Профиль: Математическое и программное обеспечение систем искусственного интеллекта

Квалификация Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Цифровые системы и модели	доцент, к.ф.-м.н.	Носков Максим Игоревич

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Цифровые системы и модели	19.05.2023	5	Зав.каф.,к.ф.-м.н., доц. Смирнов Ю. Н.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	7	Директор института, к.т.н., доц. Беляев Э.И.
Одобрена	Ученый совет институт	30.05.2023	9	Директор института, к.т.н., доц. Беляев Э.И.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Квантовые компьютеры» является обучение студентов основным представлениям квантовой теории информации и квантовых вычислений, а также ознакомление студентов с различными реализациями квантовых вычислительных систем.

Задачами дисциплины являются: получение базовых теоретических представлений о современных квантовых информационных технологиях, а также особенностей различных реализаций квантовых компьютеров.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен предлагать к внедрению актуальные цифровых решения задач предприятия	ПК-1.1 Способен выбирать актуальные цифровые решения задач предприятия
	ПК-1.2 Способен внедрять и сопровождать актуальные цифровые решения задач предприятия

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:
Информационные технологии
Вычислительная техника
Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:
Сквозные цифровые технологии

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	1,38	56	56
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,38	50	50
Лекции	0,44	16	16
Практические (семинарские) занятия	0	0	0
Лабораторные работы	0,94	34	34
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,61	58	58

Проработка учебного материала	1,61	58	58
Подготовка к промежуточной аттестации			
Промежуточная аттестация:			З

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Основные понятия квантовой теории информации	20	4	10	0	6	ТК1	ПК-1.1
Раздел 2. Квантовые логические элементы	34	4	24	0	6		ПК-1.1
Раздел 3. Квантовые операции и измерения	18	4	0	0	14	ТК2	ПК-1.1
Раздел 4. Квантовые вычисления	18	2	0	0	16		ПК-1.1
Раздел 5. Реализации квантовых компьютеров	18	2	0	0	16	ТК3	ПК-1.2
Зачет	0	0	0	0	0	**ОМ1**	ПК-1.2
Итого за 4 семестр	**108**	**16**	**34**	**0**	**58**		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия квантовой теории информации.

Тема 1.1. Основы квантовой физики.

Фундаментальные положения квантовой физики. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Уравнение Шредингера.

Тема 1.2. Введение в квантовую информатику

Введение в квантовую информатику. Кубит и его геометрическое представление. Чистые и смешанные состояния. Перепутанные состояния двух кубитов.

Раздел 2. Квантовые логические элементы

Тема 2.1 Понятие квантового вентиля. Однокубитовые и двухкубитовые квантовые вентили. Универсальные наборы квантовых вентилей.

Тема 2.2. Простейшие квантовые алгоритмы. Генерация перепутанных состо-

яний.

Раздел 3. Квантовые операции и измерения

Тема 3.1 Эволюция открытой квантовой системы. Динамическое описание.

Тема 3.2 Квантовые измерения. Квантовые каналы.

Раздел 4 Квантовые вычисления

Тема 4.1 Модель квантовых вычислений. Вычисление функций. Квантовые алгоритмы.

Раздел 5. Реализация квантовых компьютеров

Тема 5.1 Оптические квантовые компьютеры.

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.5. Тематический план виртуальных лабораторных работ

1. Элементарные квантовые системы и алгоритмы
2. Однокубитовые квантовые схемы
3. Двухкубитовые квантовые схемы
4. Оптический квантовый вентиль

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

<table>
<tr><td rowspan="2">Код компетенции</td><td rowspan="2">Код индикатора компетенции</td><td rowspan="2">Запланированные результаты обучения по дисциплине</td><td colspan="4">Уровень сформированности индикатора компетенции</td></tr>
<tr><td>Высокий</td><td>Средний</td><td>Ниже среднего</td><td>Низкий</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>от 85 до 100</td><td>от 70 до 84</td><td>от 55 до 69</td><td>от 0 до 54</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">Шкала оценивания</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>отлично</td><td>хорошо</td><td>удовлетворительно</td><td>неудовлетворительно</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">зачтено</td><td>не зачтено</td></tr>
<tr><td>ПК-1</td><td>ПК-1.1</td><td colspan="5">знать:</td></tr>
</table>

		основные положения квантовой теории информации.	знает в совершенстве	знает основные принципы	знает отдельные принципы	имеет представление
		уметь:				
		различать квантовые и классические состояния объектов	умеет в совершенстве	умеет с некритичными ошибками	дпускает отдельные грубые ошибки	не может без посторонней помощи использовать
		владеть:				
		необходимым математическим аппаратом квантовой логики	владеет в совершенстве	владеет отдельными навыками	владеет отдельными навыками с недочетами	не владеет без посторонней помощи
ПК-1	ПК-1.2	знать:				
		основные модели квантовых компьютеров и их реализации.	знает в совершенстве	знает основные принципы	знает отдельные принципы	имеет представление
		уметь:				
		ориентироваться в современных квантовых информационных технологиях	умеет в совершенстве	умеет с некритичными ошибками	дпускает отдельные грубые ошибки	не может без посторонней помощи использовать
		владеть:				
		навыками составления простейших квантовых алгоритмов	владеет в совершенстве	владеет отдельными навыками	владеет отдельными навыками с недочетами	не владеет без посторонней помощи

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1.Шень, А. Х. Классические и квантовые вычисления/ : учебное пособие / А. Х. Шень, М. Н. Вялый. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 273 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/100617

БИБЛИОТЕКА КГЭУ

2. Аливердиев, А. А. Основы квантовой информации / составители А. А. Аливердиев [и др.]. — Махачкала : ДГУ, 2018. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158482.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : учебное пособие / Д. И. Блохинцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0554-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210197.

2. Каширская, Е. Н. Криптографические системы : учебное пособие / Е. Н. Каширская, А. П. Кушнир. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/182424.

3. Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / В. К. Прилипко, И. И. Коваленко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-3383-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/205985.

БИБЛИОТЕКА КГЭУ

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	ЭБС IBOOKS.RU	https://ibooks.ru
2	ЭБС LANBOOK.COM	https://e.lanbook.com

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Общероссийский математический портал	http://www.mathnet.ru/	http://www.mathnet.ru/
3	КиберЛенинка	В https://cyberleninka.ru/	В https://cyberleninka.ru/
4	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
5	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http:// techlibrary. ru

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

не требуется

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Лабораторные работы	Компьютерный класс с выходом в Интернет Д-418, Д-420, Д-424, Д-427	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, моноблоки 25 ше.), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультиме-дийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультиме-дийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www// kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунк-

тов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и ин-

тересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

Приложение к рабочей программе дисциплины

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

К Г Э У

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Б1.В.ДЭ.01.01.05 Квантовые компьютеры

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1.Технологическая карта

Семестр 4

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Основные понятия квантовой теории информации	**ТК1**	**20**	**15**					**20-35**	
Защита лабораторной работы		5							
Отчет по самостоятельной работе		5							
Раздел 2. Квантовые логические элементы									
Защита лабораторной работы		5							
Отчет по самостоятельной работе		5							
Раздел 3. Квантовые операции и измерения	**ТК2**			**20**	**15**			**20-35**	
Отчет по самостоятельной работе				10					
Раздел 4. Квантовые вычисления									
Отчет по самостоятельной работе				10					
Раздел 5. Реализации квантовых компьюетеров	**ТК3**					**15**	**15**	**15-30**	
Отчет по самостоятельной работе						15			
Промежуточная аттестация (зачет)	**ОМ1**								**0-45**
В устной форме									0-45

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	знать:				
		основные положения квантовой теории информации.	знает в совершенстве	знает основные принципы	знает отдельные принципы	имеет представление
		уметь:				
		различать квантовые и классические состояния объектов	умеет в совершенстве	умеет с некритичными ошибками	дпускает отдельные грубые ошибки	не может без посторонней помощи использовать
		владеть:				
		необходимым математическим аппаратом квантовой логики	владеет в совершенстве	владеет отдельными навыками	владеет отдельными навыками с недочетами	не владеет без посторонней помощи
ПК-1	ПК-1.2	знать:				
		основные модели квантовых компьютеров и их реализации.	знает в совершенстве	знает основные принципы	знает отдельные принципы	имеет представление
		уметь:				
		ориентироваться в современных квантовых информационных технологиях	умеет в совершенстве	умеет с некритичными ошибками	дпускает отдельные грубые ошибки	не может без посторонней помощи использовать
		владеть:				

		навыками составления простейших квантовых алгоритмов	владеет в совершенстве	владеет отдельными навыками	владеет отдельными навыками с недочетами	не владеет без посторонней помощи

Оценка **«отлично»** выставляется за владение в полной мере понятийным аппаратом дисциплины, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения типовых задач и практических заданий более высокого уровня сложности.

Оценка **«хорошо»** выставляется за владение понятийным аппаратом дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания при решении типовых задач, допускает незначительные ошибки при решении практических заданий более высокого уровня сложности.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за частичное владение теоретическими основами дисциплины, фрагментарную способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, в ряде случаев затрудняется применять теоретические знания при решении типовых задач, не всегда способен решить практические задания более высокого уровня сложности.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за не соответствие любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении типовых расчетных задач либо не имеет представления о способе их решения.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации облучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Отчет по самостоятельной работе	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам:

1. Кубит и его геометрическое представление
2. Перепутанные состояния двух кубитов
3. Однокубитовые квантовые вентили
4. Двухкубитные квантовые вентили
5. Квантовые алгоритмы
6. Необходимые условия для квантовых вычислений
7. Оптический квантовый компьютер
8. Основные элементы квантового компьютера

Контрольные вопросы к отчетам по самостоятельной работе:

1. Волновая функция и ее физический смысл
2. Принцип суперпозиции
3. Уравнение Шредингера
4. Основные модели квантовых каналов
5. Эволюция открытой квантовой системы
6. Модель квантовых вычислений