



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

И.о. зам. директора по учебной и
методической работе ИНТПМ


(подпись)

Нефедев К.В.
(ФИО)



(подпись)

Красицкая С.Г.
(ФИО.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Введение в квантовую теорию информации
Программа бакалавриата
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7

лекции 30 час.

практические занятия не предусмотрены.

лабораторные работы 58 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

самостоятельная работа 20 час.

в том числе на подготовку к экзамену не предусмотрено.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 7 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями
Федерального государственного образовательного стандарта
по направлению подготовки **03.03.02 Физика**,
утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ
от 7 августа 2020 г. № 891.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и
интеллектуальных технологий, протокол № 4 от «25» ноября 2022 г.

Директор Департамента: Нефедев К.В.

Составитель: профессор, д.ф.-м.н. Нефедев К.В.

Владивосток,
2022

Оборотная сторона титульного листа РЦД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: приобретение систематизированных начальных знаний при освоении учебной дисциплины «Введение в квантовую теорию информации». Квантовая информация — основной предмет изучения квантовой информатики — раздела науки на стыке квантовой механики и теории информации, включающей вопросы квантовых вычислений и квантовых алгоритмов, квантовых компьютеров и квантовой телепортации, квантовой криптографии и проблемы декогеренции.

Базовым понятием классической теории информации является бит, принимающий значения 0 или 1. Квантовая информация представляется в кубитах. Кубиты могут находиться в состоянии, являющемся суперпозицией 0 и 1. Несколько кубитов могут быть в запутанном состоянии (англ. entangled). В квантовой теории информации изучаются общие принципы и законы, управляющие динамикой сложных квантовых систем (например, квантовых компьютеров).

Квантовая информатика — относительно новая, быстро развивающаяся область научных исследований, возникшая на стыке квантовой механики, теории информации и программирования. Основными разделами квантовой информатики являются: квантовые вычисления, квантовая связь и квантовая теория информации. Первый посвящен разработке квантовых алгоритмов решения вычислительных задач и физических принципов функционирования квантовых компьютеров, второй — главным образом, разработке безопасных протоколов передачи информации (квантовая криптография) и третий — изучению различных аспектов квантовой информации, таких как меры информации и перепутанности, квантовые каналы и квантовые методы исправления ошибок.

Основная задача курса — знакомство с основными понятиями теории квантовой информатики и принципами функционирования квантовых компьютеров.

Для успешного изучения дисциплины «Введение в квантовую теорию информации» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- УК-1.2 Выбирает современные технические и программные средства и методы поиска, обобщения, обработки и передачи информации при создании документов различных типов, современные программные средства создания и редактирования документов, страниц сайтов, баз данных.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-2 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии
научно-исследовательский	ПК-3 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методы проведения научных исследований
	Умеет применять методы для проведения конкретных научных исследований
ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач	Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач
	Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач
	Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач

2. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль	Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Пр	Лаб	ОК	СР			
1	Раздел 1. Квантовые носители информации. Квантовые биты. Запутанные состояния. Квантовые логические элементы. Управляемые преобразования.	7	5		10				ПК-2.1, ПК-3.1	
2	Раздел 2. Квантовые операции и измерения. Квантовые вычисления. Основные квантовые алгоритмы. Квантовое исправление ошибок		5	-	10	-	20	-		ПК-2.1, ПК-3.1
3	Раздел 3. Элементы квантовой теории информации.		5		10					
4	Раздел 4. Сверхплотное кодирование		5		10					
5	Раздел 5. Сцепленность и локальные состояния.		5		9					

6	Раздел 6. Квантовая теорема кодирования.		5		9				ПК-2.1, ПК-3.1
10	Итого:	7	30	-	58	-	20	-	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия

<p>Раздел 1. Квантовые носители информации. Квантовые биты. Запутанные состояния. Квантовые логические элементы. Управляемые преобразования.</p> <p>Описание квантовых состояний отдельных и составных квантовых систем, чистые, смешанные состояния, квантовая запутанность, ортогональные и обобщенные измерения, очищение квантовых состояний, теорема о запрете копирования, преобразования</p>
<p>Раздел 2. Квантовые операции и измерения. Квантовые вычисления. Основные квантовые алгоритмы. Квантовое исправление ошибок</p> <p>Квантовые гейты.</p>
<p>Раздел 3. Элементы квантовой теории информации.</p> <p>Кубиты, преобразования одного кубита, перепутывание, квантовая неразличимость, логический элемент «управляемое не»</p>
<p>Раздел 4. Сверхплотное кодирование</p> <p>Предположим, что Алиса хочет отправить классическую информацию Бобу, используя квантовые биты (кубиты) вместо классических. Алиса кодирует классическую информацию состоянием кубита, которые затем отправляет Бобу. Боб извлекает классическую информацию, производя измерение состояния кубита. Вопрос: какой объём классической информации можно передать, используя один кубит? Поскольку неортогональные состояния невозможно различить с достоверностью, можно предположить, что Алиса сможет передать лишь один классический бит. Это действительно так согласно теореме Холево. Таким образом, использование кубитов вместо классических битов не дает в данном случае никакого преимущества. Если, однако, предположить, что Алиса и Боб имеют в своем распоряжении запутанное состояние пары кубитов (один — у Алисы, другой — у Боба), оказывается возможным передать не один, а два бита классической информации, используя по прежнему лишь один кубит. Подобное удвоение «эффективности» передачи информации и носит название квантового сверхплотного кодирования.</p>
<p>Раздел 5. Сцепленность и локальные состояния.</p> <p>Элементарные сведения об эволюции квантовой системы. Обратимые эволюции квантовой системы описываются унитарными операторами U: в результате такой эволюции вектор исходного чистого состояния ψ преобразуется в вектор $U\psi$. Соответственно, оператор плотности (смешанное состояние) S преобразуется в USU.</p>
<p>Раздел 6. Квантовая теорема кодирования</p> <p>Пропускная способность классически-квантового канала связи. Формулировка теоремы кодирования.. Верхняя граница. Доказательство слабого обращения. Типичные проекторы. Доказательство прямого утверждения теоремы кодирования. Функция надежности для канала с чистыми состояниями</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы

Лабораторная 1 Элементарные квантовые алгоритмы

Лабораторная 2 Однокубитовые квантовые схемы

Лабораторная 3 Двухкубитовые квантовые схемы

Лабораторная 4 Квантовый алгоритм Гровера

Лабораторная 5 Квантовый вентилятор CNOT

Лабораторная 6 Генерация квантовых ключей

5. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Дата/сроки выполнения	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 недели семестра	Подготовка к лабораторным работам	10 час.	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект
2	4-6 недели семестра	Подготовка к лабораторным работам	9 час.	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект
3	7-8 недели семестра	Подготовка к лабораторным работам	10 час.	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект
4	9-10 недели семестра	Подготовка к лабораторным работам	9 час.	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект
4	11-13 недели семестра	Подготовка к лабораторным работам	10 час.	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект
5	14-15 недели семестра	Подготовка к лабораторным работам	10 час.	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект
6	16-18 недели семестра	Подготовка к	10 час.	ПК-2.1 собеседование;

	лабораторным работам		ПК-3.1 конспект
Итого:		58 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить конспект лекционного материала, соответствующий теме каждого практического занятия и, при необходимости, рассмотреть и детализировать отдельные интересующие или вызывающие затруднения в понимании моменты с помощью рекомендуемой литературы. Отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

При подготовке к устному опросу (ПК-2.1) воспользоваться материалами из рекомендованной литературы. Оцениваются:

- владение материалом;
- умение формулировать свои мысли, отстаивать свою точку зрения;
- умение задавать вопросы оппоненту;
- умение отвечать на вопросы оппонента;
- умение подвести итог по результатам обсуждения.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проводится в письменной и устной форме.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить).

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные

ресурсы, находить требующуюся информацию, применять на практике;

- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

6. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Разделы 1-2	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методы проведения научных исследований Умеет применять методы для проведения конкретных научных исследований	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект	Зачёт (вопросы 1-8)
	Разделы 3-4	ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач	Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект	Зачёт (вопросы 9-16)
	Разделы 5-6	ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач	Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект	Зачёт (вопросы 16-24)

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие результаты обучения, представлены в Приложении

7. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

Бауместер Д., Экерт А., Цайлингер А. Физика квантовой информации. М.: Постмаркет, 2002. 376 с.

Белокуров В. В., Тимофеевская О. Д., Хрусталева О. А. Квантовая телепортация — обыкновенное чудо. Ижевск: РХД, 2000. 172 с.

Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. М.: Мир, 2006. 824 с.

Прескилл Дж. РХД, 2008. 464 с. ISBN 978-5-93972-651-1

Холево А. С. Введение в квантовую теорию информации. М.: МЦНМО, 2002. 128 с. ISBN 5-94057-017-8

Хренников А. Ю. Введение в квантовую теорию информации. М.: Физматлит, 2008. 284 с. ISBN 978-5-9221-0951-2

Квантовая криптография: идеи и практика / под ред. С. Я. Килина, Д. Б. Хорошко, А. П. Низовцева. — Мн., 2008. — 392 с.

Kilin S. Ya. Quanta and information / Progress in optics. — 2001. — Vol. 42. — P. 1-90.

Килин С. Я. Квантовая информация / Успехи Физических Наук. — 1999. — Т. 169. — С. 507—527

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Preskill J. Quantum computation and information (Caltech, 1998); <http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229>

2. Бауместер Д., Экерт А., Цайлингер А. (ред.). Физика квантовой информации: квантовая криптография, квантовая телепортация, квантовые вычисления М.: Постмаркет, 2002.

3. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. М.: Мир, 2006.

4. Горбачев В.Н., Жилиба А.И. Физические основы современных информационных процессов или учебное пособие по квантовой телепортации, квантовым вычислениям и другим вопросам квантовой информации. Санкт-Петербург, 2001.

5. Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. Ижевск: РХД, 2001.

6. Холево А.С. Введение в квантовую теорию информации. М.: МЦНМО, 2002.
7. Benenti G., Casati G., Strini G. Principles of quantum computation and information (Vol. 1. Basic concepts) (World Scientific, 2004).
8. Имре Ш., Балаж Ф. Квантовые вычисления и связь. М.: Физматлит, 2008.
9. Di'osi L. A Short Course in Quantum Information Theory. Lect. Notes Phys. 713 (Springer, Berlin Heidelberg 2007).
10. Kaye P., Laflamme R., Mosca M. An Introduction to Quantum Computing (Oxford University Press, 2007).
11. Стиб В.-Х., Харди Й. Задачи и их решения в квантовых вычислениях и квантовой теории информации. Москва-Ижевск: РХД, 2007.
12. Kok P., Lovett B.W. Introduction to Optical Quantum Information Processing (Cambridge University Press, 2010).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

В [концепциях квантовых вычислений](#) описаны основополагающие понятия, которые должен знать любой разработчик квантового программного обеспечения. Но они не охватывают ни глубины, ни широты того, что известно о квантовом компьютерном программировании. Так как квантовые вычисления продолжают оставаться быстро развивающейся сферой, не существует единого ресурса, который содержал бы всю необходимую информацию.

В этой статье собраны некоторые популярные ресурсы, которые могут оказаться полезными при изучении квантовых вычислений.

Ресурсы квантовых вычислений Майкрософт

Узнайте, как разрабатывать и применять решения для квантовых вычислений с помощью пакета средств разработки Quantum и служб Azure Quantum.

- [Модули основы квантовых вычислений](#): интерактивная, бесплатная практическая схема обучения. В этих модулях описано, как использовать возможности квантовых вычислений и службы Azure Quantum для выполнения разных задач, важных для космической миссии.

- [Quantum Katas](#): коллекция руководств по самостоятельному квантовому программированию на Q#.
- [Примеры кода Q#](#): создайте первое квантовое решение с помощью этой коллекции готовых примеров кода.
- [Блог по Q#](#): блог, написанный разработчиками для разработчиков. Вы можете узнать актуальные новости о QDK, Q# и квантовых задачах, а также ознакомиться с анонсами хакатонов.
- [Исследовательские публикации](#): узнайте о последних достижениях в области квантового оборудования и алгоритмов, разработанных исследователями корпорации Майкрософт.

Эти и другие ресурсы квантовых вычислений можно найти на странице, посвященной [квантовому обучению от Майкрософт](#).

Посвященное Q# содержимое, предоставленное сообществом

Следующие сайты созданы и разрабатываются квантовым сообществом, увлеченным квантовым программированием.

- [Awesome qsharp](#): открытый список, включающий ресурсы и код Q#.
- [Раздел StackExchange, посвященный квантовым вычислениям](#): интернет-сообщество, в котором разработчики программ для квантовых компьютеров могут учиться и обмениваться знаниями.
- [Раздел Reddit, посвященный языку программирования Q#](#): интернет-сообщество на сайте Reddit для обсуждения последних новостей и разработок, связанных с языком Q#.
- [Раздел Reddit, посвященный квантовым вычислениям](#): интернет-сообщество на сайте Reddit для обсуждения последних новостей и разработок в сфере квантовых вычислений.
- [Сообщество Q#](#): группа сообщества, которая собирает и поддерживает проекты языка программирования Q#, включая новые библиотеки, реализации алгоритмов и учебные пособия.

Онлайн-курсы по квантовым вычислениям

Ознакомьтесь со следующими учебными курсами по квантовым вычислениям.

- [Квантовые вычисления \(курс от Brilliant\)](#): научитесь создавать квантовые алгоритмы с нуля с помощью квантового компьютера, смоделированного в вашем браузере, в этом курсе, созданном в сотрудничестве с квантовыми исследователями и практиками из

Майкрософт, X и Института квантовой информации и материи (Калифорнийский технологический институт).

- [Введение в квантовые вычисления \(LinkedIn Learning\)](#): видео продолжительностью 1 час 25 минут, посвященное квантовым вычислениям, где показаны примеры применения квантовых вычислений, возможности и риски.
- [Квантовые вычисления через комиксы \(классы HackadayU\)](#): узнайте о концепциях квантовых вычислений и программировании алгоритмов в ходе обсуждений в классе и интуитивно понятных комиксов.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить теоретические и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Лабораторные работы акцентированы на принципиальных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

При подготовке к практическому занятию необходимо сначала ознакомиться с материалом лекции, а затем с материалами из основной и дополнительной литературы. Выучить основной теоретический материал по теме (по материалам лекций и основной литературы).

При работе с литературой необходимо внимательно изучать разделы, соответствующие теме занятия, при поиске информации в электронных системах необходимо правильно сформулировать поисковый запрос, лучше использовать несколько вариантов запроса для расширения возможности поиска информации в сети интернет. Использовать можно только информацию с официальных тематических сайтов или сайтов организаций.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о.Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 561а. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30). Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется

<p>типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>		
<p>Помещения для самостоятельной работы:</p>		
<p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24” XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ptt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств представлены в приложении.

(фонды оценочных средств включают в себя: перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины модуля, шкалу оценивания каждой формы, с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенций, примеры заданий текущего и промежуточного контроля, заключение работодателя на ФОС (ОМ))



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Введение в квантовую теорию информации
Программа бакалавриата
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки очная

Владивосток
2022

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины / модуля

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Разделы 1-2	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методы проведения научных исследований Умеет применять методы для проведения конкретных научных исследований	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект	Зачёт (вопросы 1-8)
	Разделы 3-4	ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач	Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект	Зачёт (вопросы 9-16)
	Разделы 5-6	ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач	Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач	ПК-2.1 собеседование; ПК-3.1 конспект	Зачёт (вопросы 16-24)

Оценочные средства для текущего контроля

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– посещение занятий

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Оценка	Описание схемы оценивания
«Отлично»	Показывает глубокое и прочное усвоение материала раздела. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы. Демонстрация обучающимся знаний в объеме рекомендованной и дополнительной литературы. Учебный материал воспроизводится с требуемой степенью точности.
«Хорошо»	Наличие в ответе несущественных ошибок, уверенно исправляемых после дополнительных и наводящих вопросов. Демонстрация обучающимся знаний в объеме пройденной программы; чёткое изложение изученного материала.

«Удовлетворительно»	Наличие несущественных ошибок в ответе, не исправляемых обучающимся. Демонстрация недостаточно полных знаний по пройденной программе, неструктурированное, нестройное изложение учебного материала при ответе.
«Неудовлетворительно»	Демонстрирует непонимание проблемы, незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-3.1 Применяет современные информационные технологии и программные средства при решении научно-исследовательских задач	Знает возможности применения современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач	<i>Незнание базовой терминологии, основных понятий квантовой теории информации.</i>	<i>Знает базовую терминологию, основные понятия и законы квантовой теории информации, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.</i>	<i>Знает базовую терминологию, основные понятия и законы квантовой теории информации, но допущены 2-3 несущественные ошибки.</i>	<i>Знает базовую терминологию, основные понятия и законы квантовой теории информации.</i>
	Умеет осуществлять подготовку программных средств при решении научно-исследовательских задач	<i>Не может применять основные методы квантовой теории информации.</i>	<i>Умеет применять основные методы квантовой теории информации для описания физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.</i>	<i>Умеет применять основные методы квантовой теории информации для описания физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.</i>	<i>Умеет применять основные методы квантовой теории информации для описания физических явлений.</i>

	<p>Владеет навыками использования современных информационных технологий и программных средств при решении научно-исследовательских задач</p>	<p><i>Не владеет навыками применения фундаментальных законов квантовой теории информации при исследовании различных физических явлений.</i></p>	<p><i>Владеет навыками применения фундаментальных законов квантовой теории информации при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.</i></p>	<p><i>Владеет навыками применения фундаментальных законов квантовой теории информации при исследовании различных физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.</i></p>	<p><i>Владеет навыками применения фундаментальных законов квантовой теории информации при исследовании различных физических явлений.</i></p>
--	--	---	--	---	--

Вопросы к зачёту

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

Реферат Тематика рефератов

1. Квантовые носители информации.
2. Квантовые биты.
3. Запутанные состояния.

4. Квантовые логические элементы.
5. Квантовая запутанность, ортогональные и обобщенные измерения.
6. Теорема о запрете копирования, преобразования
7. Квантовые операции и измерения.
8. Квантовые вычисления.
9. Основные квантовые алгоритмы.
10. Квантовое исправление ошибок
11. Квантовые гейты.
12. Кубиты.
13. Преобразования одного кубита
14. Перепутывание
15. Сцепленность и локальные состояния.
16. Обратимые эволюции квантовой системы
17. Квантовая теорема кодирования

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

18. Квантовые носители информации.
19. Квантовые биты.
20. Запутанные состояния.
21. Квантовые логические элементы.
22. Управляемые преобразования.
23. Описание квантовых состояний отдельных и составных квантовых систем
24. Чистые, смешанные состояния.
25. Квантовая запутанность, ортогональные и обобщенные измерения.
26. Очищение квантовых состояний.
27. Теорема о запрете копирования, преобразования

28. Квантовые операции и измерения.
29. Квантовые вычисления.
30. Основные квантовые алгоритмы.
31. Квантовое исправление ошибок
32. Квантовые гейты.
33. Элементы квантовой теории информации.
34. Кубиты.
35. Преобразования одного кубита
36. Перепутывание
37. Квантовая неразличимость
38. Логический элемент «управляемое не»
39. Сверхплотное кодирование
40. Сцепленность и локальные состояния.
41. Элементарные сведения об эволюции квантовой системы.
42. Обратимые эволюции квантовой системы
43. Квантовая теорема кодирования
44. Пропускная способность классически-квантового канала связи.
45. Формулировка теоремы кодирования. Верхняя граница.
46. Доказательство слабого обращения.
47. Типичные проекторы.
48. Доказательство прямого утверждения теоремы кодирования.
49. Функция надежности для канала с чистыми состояниями