МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО	УТВЕРЖДАЮ
	И.о. зам. директора по учебной и воспитательной работе ИНТПМ
Руководитель ОП ДТФИТ	
_____ Нефедев К.В.	_____ Красицкая С.Г.
(подпись) (ФИО)	(подпись) (ФИО.)
	«11» января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория открытых квантовых систем, квантовая теория релаксации
Программа бакалавриата
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8
лекции 30 час.
практические занятия 50 час.
лабораторные работы не предусмотрены.
в том числе с использованием МАО 18 час.
всего часов аудиторной нагрузки 80 час.
самостоятельная работа 28 час.
в том числе на подготовку к экзамену не предусмотрено.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 8 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 2021 г.
Директор Департамента: Нефедев К.В.
Составитель: к.ф.-м.н. Шульга Д. В.

Владивосток,
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

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: изучение физических концепций и математических методов, используемых для исследования динамики открытых квантовых систем. Квантово-механические системы должны рассматриваться как открытые системы. Как и в классической физике, любая реальная система подвержена взаимодействию с неконтролируемым окружением, оказывающим на нее влияние, которым нельзя пренебречь. Таким образом, теория открытых квантовых систем играет ведущую роль во многих приложениях квантовой физики в силу того, что абсолютная изоляция квантовых систем невозможна, полное микроскопическое описание или контроль степеней свободы окружения также не реальны или возможны только частично. Практические соображения требуют поиска несложного, эффективного вероятностного описания на языке динамики открытых систем. При достаточно общих условиях, эволюция таких систем управляется простыми динамическими законами. Эти законы могут быть сформулированы на языке совокупности уравнений движения.

Задачи:

- изучение основ классической теории вероятности и стохастических процессов;
- рассмотрение основ квантовой механики;
- изучение основных квантовых уравнений;
- исследование квантовой динамики открытых систем;
- рассмотрение квантовых марковских процессов.

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

- УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними.

- УК-2.2 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.

универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	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
		УК-1.3 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход при работе с информацией в глобальных компьютерных сетях и корпоративных информационных системах, основы технологии создания баз данных для решения поставленных задач
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности
		УК-6.2 Планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
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	Знает современные технические и программные средства поиска, обработки, и передачи информации, основные направления их развития
	Умеет правильно использовать современные программные средства работы с документами различных типов, создавать их и редактировать
	Владеет навыками создания и редактирования документов разных типов, страниц сайтов, баз данных с помощью выбранных современных технических и программных средств
УК-1.3 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход при работе с информацией в	Знает основные способы и методы получения информации из современных информационных источников
	Умеет решать задачи поиска и сортировки информации, осуществлять ее анализ и синтез, применять физические принципы хранения информации, обрабатывать данные и создавать документы разных типов для хранения информации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
глобальных компьютерных сетях и корпоративных информационных системах, основы технологии создания баз данных для решения поставленных задач	Владеет навыками использования современных информационных ресурсов при поиске информации в сети интернет, обработки и выбора информации, необходимой для решения поставленных задач
УК-6.1 Формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельностиУК-6.2 Планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности
	Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития
	Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности
УК-6.2 Планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику программы образовательной деятельности
	Умеет планировать собственное время
	Владеет навыками создания программы образовательной деятельности

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-1 Способен использовать специализированные знания в области физики, а также стандартные программные средства компьютерного моделирования для освоения профильных физических дисциплин	ПК -1.1 Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп
		ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК -1.1 Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп.
	Умеет структурировать задачи различных групп.
	Владеет навыками анализа способов определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп
	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике
	Владеет навыками выбора наиболее эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике

2. Трудоёмкость 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						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Классическая теория вероятностей и стохастические процессы.	8	5	-	8	-	28	-	УО-1, ПР-7
2	Раздел 2. Квантовая вероятность.		5		8				УО-1, ПР-7
3	Раздел 3. Основные квантовые уравнения.		5		8				УО-1, ПР-7
4	Раздел 4. Декогерентизация.		5		8				УО-1, ПР-7

5	Раздел 5. Формулировки основных уравнений декогеренции.		5		9				УО-1, ПР-7
6	Раздел 6. Канонические модели для декогеренции.		5		9				УО-1, ПР-7
10	Итого:	8	30	-	50	-	28	-	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (30 час.)

Раздел 1. Классическая теория вероятностей и стохастические процессы (5 час.).

Тема 1. Вероятностное пространство. Случайные величины (2 час.).

Тема 2. Стохастические процессы. Марковские процессы. Кусочно-детерминированные процессы. Процессы Леви (3 час.).

Раздел 2. Квантовая вероятность (5 час.).

Тема 1. Статистическая интерпретация квантовой механики. Составные квантовые системы (2 час.).

Тема 2. Квантовые меры энтропии. Теория квантового измерения (3 час.).

Раздел 3. Основные квантовые уравнения (5 час.).

Тема 1. Замкнутые и открытые квантовые системы. Квантовые марковские процессы. Микроскопический вывод. Квантовое оптическое основное уравнение (2 час.).

Тема 2. Неселективные непрерывные измерения. Квантовое броуновкое движение. Нелинейные квантовые основные уравнения (3 час.).

Раздел 4. Декогеренция (5 час.).

Тема 1. Функция декогеренции. Точно решаемая модель. Марковские механизмы декогеренции (2 час.).

Тема 2. Затухающий гармонический осциллятор. Модель Кальдейры-Леггетта. Декогеренция и квантовое измерение (3 час.).

Раздел 5. Формулировка основных уравнений декогеренции (5 час.).

Тема 1. Общий формализм. Основное уравнение Борна-Маркова.

Структура основного уравнения Борна-Маркова. Вывод основного уравнения Борна–Маркова (2 час.).

Тема 2. Основные уравнения в форме Линдблада. Немарковская динамика (3 час.).

Раздел 6. Канонические модели для декогеренции (5 час.).

Тема 1. Отображение на канонические модели. Гармонический осциллятор как центральная система. Омическая декогеренция и рассеивание. Основное уравнение Кальдейры-Леггетта. Динамика квантового броуновского движения. Точное основное уравнение (2 час.).

Тема 2. Спин-бозонная модель. Основное уравнение Борна-Маркова для спин-бозонной модели. Простая динамическая спин–спиновая модель. Модели спиновой среды в режиме слабой связи (3 час.).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (50 час.)

Практическое занятие 1. Математическое ожидание случайной величины и характеристическая функция (3 час.).
Практическое занятие 2. Марковские процессы. Уравнение Чепмена-Колмогорова (3 час.).
Практическое занятие 3. Детерменированные процессы и уравнение Лиувилля. Дифуззионные процессы и уравнение Фоккера-Планка (3 час.).
Практическое занятие 4. Квантовая запутанность. Квантовые и классические корреляции. Количественная оценка запутанности и различимости (3 час.).
Практическое занятие 5. Уравнение Шредингера. Уравнение Гайзенберга. Скобка Пуассона и коммутатор (3 час.).
Практическое занятие 6. Матриц плотности в квантовой механике. Чистые и смешанные состояния (3 час.).
Практическое занятие 7. Броуновское движение квантовой частицы (3 час.).
Практическое занятие 8. Схема фон Неймана для идеального квантового измерения. Операции и эффекты (3 час.).

Практическое занятие 9. Квантовые неразрушающие измерения (3 час.).
Практическое занятие 10. Непрерывные измерения. Квантовый эффект Зенона (3 час.).
Практическое занятие 11. Модель квантовой диффузии. Неразрушающие измерения (3 час.).
Практическое занятие 12. Декогеренция (3 час.).
Практическое занятие 13. Основное уравнение Борна-Маркова (3 час.).
Практическое занятие 14. Основные уравнения в форме Линдблада (3 час.).
Практическое занятие 15. Основное уравнение Кальдейры–Леггетта (4 час.).
Практическое занятие 16. Спин-бозонная модель, спин–спиновая модель (4 час.).

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 практическому занятию	4 час.	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект
2	4-6 недели семестра	Подготовка к практическому занятию	4 час.	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект
3	7-8 недели семестра	Подготовка к практическому занятию	5 час.	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект
4	9-10 недели семестра	Подготовка к практическому занятию	5 час.	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект
4	11-13 недели семестра	Подготовка к	5 час.	УО-1 собеседование;

		практическому занятию		ПР-7 конспект
5	14-15 недели семестра	Подготовка к практическому занятию	5 час.	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект
6	16-18 недели семестра	Подготовка к практическому занятию	5 час.	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект
Итого:			28 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 (УО-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 итого 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 студентов 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	Раздел 1	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	Знает современные технические и программные средства поиска, обработки, и передачи информации, основные направления их развития	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 1-2)
			Умеет правильно использовать современные программные средства работы с документами различных типов, создавать их и редактировать		
			Владеет навыками создания и редактирования документов разных типов, страниц сайтов, баз данных с помощью выбранных современных технических и программных средств		
2	Раздел 2	УК-1.3 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход при работе с информацией в глобальных компьютерных сетях и корпоративных информационных системах, основы технологии создания баз данных для решения поставленных задач	Знает основные способы и методы получения информации из современных информационных источников	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 3-6)
			Умеет решать задачи поиска и сортировки информации, осуществлять ее анализ и синтез, применять физические принципы хранения информации, обрабатывать данные и создавать документы разных типов для хранения информации		
			Владеет навыками использования современных информационных ресурсов при поиске информации в сети интернет, обработки и выбора информации, необходимой для решения поставленных задач		

3	Раздел 3	УК-6.1 Формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 7-9)
4	Раздел 4	УК-6.2 Планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику программы образовательной деятельности Умеет планировать собственное время Владеет навыками создания программы образовательной деятельности	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 10-22)
5	Раздел 5	ПК -1.1 Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп. Умеет структурировать задачи различных групп. Владеет навыками анализа способов определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 13-15)
6	Раздел 6	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике Владеет навыками выбора наиболее эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 16-20)

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)

1. Белинский, А. В. Квантовые измерения : учебное пособие / А. В. Белинский. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний. 2020. - 185 с. - ISBN 978-5-00101-691-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1093053

2. Гринштейн, Д. Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики : учебное пособие / Дж. Гринштейн, А. Зайонц. — 2-е изд., доп. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2012. - 432 с. - ISBN 978-5-91559-124-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1117883

3. Холево, А. С. Вероятностные и статистические аспекты квантовой теории : учебное пособие / А. С. Холево. — Москва : МЦНМО, 2020. — 364 с. — ISBN 978-5-4439-3448-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/267698

4. Холево, А. С. Квантовые системы, каналы, информация : монография / А. С. Холево. — Москва : МЦНМО, 2014. — 327 с. — ISBN 978-5-4439-2092-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/267446

5. Кадомцев Б. Б. Динамика и информация. УФН. 164. 449–530 (1994) - URL: https://ufn.ru/ru/articles/1994/5/a/

6. Менский М. Б. Квантовое измерение: декогеренция и сознание. УФН. 171. 459–462 (2001) — URL: https://ufn.ru/ru/articles/2001/4/m/

7. Менский, М. Б. Человек и квантовый мир. Странности квантового мира и тайна сознания : научно-популярное издание / М. Б. Менский. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 321 с. - ISBN 978-5-89818-217-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1910996

8. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 6-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома — 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210401

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. 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

2. Львовский, А. Отличная квантовая механика : учебное пособие : в 2 частях / А. Львовский ; перевод с английского Н. Лисова. — Москва : Альпина Паблишер, 2019 — Часть 1 — 2019. — 422 с. — ISBN 978-5-91671-952-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140480

3. Хренников, А. Ю. Введение в квантовую теорию информации : учебник / А. Ю. Хренников. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 284 с. — ISBN 978-5-9221-0951-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2176

4. 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

5. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под редакцией Л. П. Питаевского. — 6-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория) — 2021. — 800 с. — ISBN 978-5-9221-0530-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/185658

6. Елютин, П. В. Квантовая механика с задачами : учебное пособие / П. В. Елютин, В. Д. Кривченков ; под редакцией Н. Н. Боголюбова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 300 с. — ISBN 978-5-9221-0077-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/48207

7. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9395-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/193423

8. Коке, Б. Изображение квантовых процессов / Б. Коке, А. Киссинджер ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 880 с. — ISBN 978-5-97060-727-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131699

9. Перри, Р. Элементарное введение в квантовые вычисления : учебное пособие / Р. Перри. - 2-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-91559-249-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1022486

10. Кислов, А. Н. Нерелятивистская квантовая механика : учебник / А. Н. Кислов ; Мин-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2020. - 256 с. - ISBN 978-5-7996-2987-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1957546

11. Демидович, Б. П. Математические основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-9077-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/184056

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- https://postnauka.ru/longreads/156082
- https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/modern-experimental-studies-of-the-fundamentals-of-quantum-mechanics-M.pdf
- https://mipt.ru/upload/medialibrary/aca/morozov-kvantovoe-izmerenie.pdf
- https://mipt.ru/upload/medialibrary/533/quant-2.pdf
- https://habr.com/ru/post/537210/
- https://hi-news.ru/science/predpolagaet-li-kvantovaya-mexanika-mnozhestvennost-mirov-ili-chto-takoe-interpretaciya-everetta.html
- https://ai-news.ru/2019/07/kvantovye_izmereniya.html
- https://cmp.phys.msu.ru/en/node/51
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Измерение_(квантовая_механика)
- https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.f9941905-63e5b554-65d7aa4d-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Measurement_in_quantum_mechanics
- https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.f9941905-63e5b554-65d7aa4d-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Schrödinger%27s_cat
- https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.f9941905-63e5b554-65d7aa4d-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Quantum_Zeno_effect
- http://www.physbook.ru/

- http://hep.phys.msu.ru
- http://elementy.ru/trefil/20
- http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1557.html
- http://www.quantumintro.com/
- http://phys.org/physics-news/quantum-physics/
- http://www.bbc.co.uk/science/space/universe/questions_and_ideas/quantum_mechanics

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. Обратить 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.

Практические занятия 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 типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30). Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется

1 В соответствии с п.4.3. ФГОС

промежуточной аттестации		
Помещения для самостоятельной работы:		
А1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	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 плоскопечатных 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.	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 портальные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.

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 заявленных 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 теорию квантовых измерений
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	Раздел 1	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	Знает современные технические и программные средства поиска, обработки, и передачи информации, основные направления их развития	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 1-2)
			Умеет правильно использовать современные программные средства работы с документами различных типов, создавать их и редактировать		
			Владеет навыками создания и редактирования документов разных типов, страниц сайтов, баз данных с помощью выбранных современных технических и программных средств		
2	Раздел 2	УК-1.3 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход при работе с информацией в глобальных компьютерных сетях и корпоративных информационных системах, основы технологии создания баз данных для решения поставленных задач	Знает основные способы и методы получения информации из современных информационных источников	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 3-6)
			Умеет решать задачи поиска и сортировки информации, осуществлять ее анализ и синтез, применять физические принципы хранения информации, обрабатывать данные и создавать документы разных типов для хранения информации		
			Владеет навыками использования современных информационных ресурсов при поиске информации в сети интернет, обработки и выбора информации, необходимой для решения поставленных задач		

3	Раздел 3	УК-6.1 Формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 7-9)
4	Раздел 4	УК-6.2 Планирует собственное время; определяет стратегические, тактические и оперативные задачи	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику программы образовательной деятельности Умеет планировать собственное время Владеет навыками создания программы образовательной деятельности	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 10-22)
5	Раздел 5	ПК -1.1 Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп. Умеет структурировать задачи различных групп. Владеет навыками анализа способов определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 13-15)
6	Раздел 6	ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике Владеет навыками выбора наиболее эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике	УО-1 собеседование; ПР-7 конспект	Зачёт (вопросы 16-20)

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.

Вопросы для собеседования

1. Математическое ожидание случайной величины и характеристическая функция.
2. Марковские процессы. Уравнение Чепмена-Колмогорова.
3. Детерменированные процессы и уравнение Лиувилля. Дифуззионные процессы и уравнение Фоккера-Планка.
4. Квантовая запутанность. Квантовые и классические корреляции. Количественная оценка запутанности и различимости.
5. Уравнение Шредингера. Уравнение Гайзенберга. Скобка Пуассона и коммутатор.
6. Матриц плотности в квантовой механике. Чистые и смешанные состояния.
7. Броуновское движение квантовой частицы.
8. Схема фон Неймана для идеального квантового измерения. Операции и эффекты.
9. Квантовые неразрушающие измерения.
10. Непрерывные измерения. Квантовый эффект Зенона.

11. Модель квантовой диффузии. Неразрушающие измерения.
12. Декогеренция.
13. Основное уравнение Борна-Маркова.
14. Основные уравнения в форме Линдблада.
15. Основное уравнение Кальдейры–Леггетта.
16. Спин-бозонная модель, спин–спиновая модель.

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**
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	Знает современные технические и программные средства поиска, обработки, и передачи информации, основные направления их развития	*Незнание базовой терминологии, основных понятий и законов теории открытых квантовых систем.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем.*
	Умеет правильно использовать современные программные средства работы с документами различных типов, создавать их и редактировать	*Не может применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*
	Владеет навыками создания и редактирования документов разных типов, страниц сайтов, баз данных с помощью	*Не владеет навыками применения фундаментальных законов теории*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории*

	выбранных современных технических и программных средств	*открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*	*открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*
УК-1.3 Применяет методики поиска, сбора и обработки информации с помощью современных компьютерных технологий, системный подход при работе с информацией в глобальных компьютерных сетях и корпоративных информационных системах, основы технологии создания баз данных для решения поставленных задач	Знает основные способы и методы получения информации из современных информационных источников	*Незнание базовой терминологии, основных понятий и законов теории открытых квантовых систем.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем.*
	Умеет решать задачи поиска и сортировки информации, осуществлять ее анализ и синтез, применять физические принципы хранения информации, обрабатывать данные и создавать документы разных типов для хранения информации	*Не может применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*
	Владеет навыками использования современных информационных ресурсов при поиске информации в сети интернет, обработки и выбора информации, необходимой для решения поставленных задач	*Не владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но допущены*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*

			существенные ошибки.	*2-3 несущественные ошибки.*	
УК-6.1 Формулирует основные принципы самоорганизации и саморазвития; выделяет основные этапы своей образовательной деятельности	Знает особенности самоорганизации и саморазвития личности; сущность образовательной деятельности	*Незнание базовой терминологии, основных понятий и законов теории открытых квантовых систем.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем.*
	Умеет определять основные принципы самоорганизации и саморазвития	*Не может применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*
	Владеет навыками формулировки этапов своей образовательной деятельности	*Не владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*
УК-6.2 Планирует собственное время; определяет	Знает особенности стратегических, тактических и оперативных задач; специфику	*Незнание базовой терминологии, основных понятий и законов*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории*

стратегические, тактические и оперативные задачи	программы образовательной деятельности	*теории открытых квантовых систем.*	*открытых квантовых систем, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*открытых квантовых систем, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*открытых квантовых систем.*
	Умеет планировать собственное время	*Не может применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*
	Владеет навыками создания программы образовательной деятельности	*Не владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*
ПК -1.1 Анализирует способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп.	*Незнание базовой терминологии, основных понятий и законов теории открытых квантовых систем.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем.*

	Умеет структурировать задачи различных групп.	*Не может применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*
	Владеет навыками анализа способов определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп	*Не владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*
ПК-1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	Знает методы решения основных типов задач, встречающихся в физике	*Незнание базовой терминологии, основных понятий и законов теории открытых квантовых систем.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Знает базовую терминологию, основные понятия и законы теории открытых квантовых систем.*
	Умеет работать с математическим аппаратом эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике	*Не может применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но при этом*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений, но допущены*	*Умеет применять основные методы теории открытых квантовых систем для описания физических явлений.*

			допущены 1-2 существенные ошибки.	*2-3 несущественные ошибки.*	
	Владеет навыками выбора наиболее эффективных методов решения основных типов задач, встречающихся в физике	*Не владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений, но допущены 2-3 несущественные ошибки.*	*Владеет навыками применения фундаментальных законов теории открытых квантовых систем при исследовании различных физических явлений.*

Вопросы к зачёту

1. Классическая теория вероятностей. Вероятностное пространство. Случайные величины.
2. Стохастические процессы. Марковские процессы. Кусочно-детерминированные процессы. Процессы Леви.
3. Квантовая вероятность. Статистическая интерпретация квантовой механики. Составные квантовые системы.
4. Квантовые меры энтропии. Теория квантового измерения.
5. Основные квантовые уравнения. Замкнутые и открытые квантовые системы.
6. Квантовые марковские процессы. Микроскопический вывод.
7. Квантовое оптическое основное уравнение.
8. Неселективные непрерывные измерения. Квантовое броуновкое движение.

9. Нелинейные квантовые основные уравнения.

10. Декогеренция. Функция декогеренции. Точно решаемая модель. Марковские механизмы декогеренции.

11. Затухающий гармонический осциллятор. Модель Кальдейры-Леггетта.

12. Декогеренция и квантовое измерение.

13. Формулировка основных уравнений декогеренции. Общий формализм. Основное уравнение Борна-Маркова.

14. Структура основного уравнения Борна-Маркова. Вывод основного уравнения Борна–Маркова.

15. Основные уравнения в форме Линдблада. Немарковская динамика.

16. Канонические модели для декогеренции. Отображение на канонические модели. Гармонический осциллятор как центральная система.

17. Омическая декогеренция и рассеивание. Основное уравнение Кальдейры-Леггетта.

18. Динамика квантового броуновского движения. Точное основное уравнение.

19. Спин-бозонная модель. Основное уравнение Борна-Маркова для спин-бозонной модели.

20. Простая динамическая спин–спиновая модель. Модели спиновой среды в режиме слабой связи.