



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

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Голик С.С.

«УТВЕРЖДАЮ»



Заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики

Короченцев В.В.

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Моделирование физических систем и процессов  
Направление подготовки – **03.03.02 Физика**  
Экспериментальная физика  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8  
лекции 24 (час.)  
практические занятия 24 (час.)  
лабораторные работы 0 час.  
в числе с использованием МАО лек.0/пр.18/лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 48 (час.)  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 60 (час.)  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен  
зачет не предусмотрен  
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от \_\_.\_\_.\_\_\_\_ № \_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики, протокол № 8 от «27» 05 2019 г.

Заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики В.В. Короченцев  
Составитель (ли): к.ф.-м. н., доцент Ширмовский С.Э.

**Владивосток**  
**2019**

## Оборотная сторона титульного листа РПУД

### I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

### II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Моделирование физических систем и процессов» разработана для студентов 2 курса направления 03.03.02 «Физика», специализации «Экспериментальная физика» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Моделирование физических систем и процессов» относится к разделу Б1.Б.05 вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.) и практические занятия (26 час), самостоятельная работа (68 час., в том числе на подготовку к экзамену 36 час). Дисциплина реализуется в 3 семестре 2 курса.

Курс «Моделирование физических систем и процессов» основывается на следующих дисциплинах: «Механика», «Оптика», «Электричество и магнетизм», «Квантовая механика». В свою очередь, понятия, вводимые в этом курсе, являются важными для последующего изучения дисциплин «Квантовая механика», «Статистические методы в ядерной физике», изучаемыми в следующих семестрах.

**Цель:** ознакомление студентов с задачами моделирования физических процессов и явлений, первоначальном ознакомлении студентов с рядом основных вычислительных методов, применяемых при решении физических задач и при обработке данных эксперимента, способами их оптимальной реализации на компьютере, оценками погрешности результата проводимых расчетов, формирование практических навыков применяемых при моделировании физических явлений.

### **Задачи:**

- ознакомление с основными терминами и понятиями математического анализа и моделирования;
- освоение методов математического анализа и моделирования природных данных и физических систем;
- грамотное использование результатов математического анализа и моделирования для обработки, описания процессов в физике;
- закрепление навыков самостоятельного использования математических методов анализа физических систем.

Такие навыки являются крайне важной частью в системе современной подготовки физиков в современных условиях развития компьютерной техники в свете возможности ее использования непосредственно в физическом эксперименте, а также при создании численной модели реального физического явления.

Для успешного изучения дисциплины «Моделирование физических систем и процессов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);
- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-10);
- ОК-1 - владением культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-3 умением работать в проектных междисциплинарных командах, в том числе в качестве руководителя	Знает	особенности и отличия проектной работы, особенности работы в междисциплинарной команде, стили руководства сотрудниками, методы мотивации и контроля над сотрудниками
	Умеет	работать в команде, в том числе междисциплинарной, работать в проектах
	Владеет	навыками проектной работы, в частности в междисциплинарных командах, навыками организаторской и руководящей работы
ОК-8 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает	нормы культуры мышления, основы логики, нормы критического подхода, основы методологии научного знания, формы анализа;
	Умеет	уметь адекватно воспринимать информацию, логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, критически оценивать свои достоинства и недостатки
	Владеет	навыками постановки цели, способностью в устной и письменной речи логически оформить результаты мышления, навыками выработки мотивации к выполнению профессиональной деятельности, решения социально и личностно значимых философских проблем.
ОПК-3 способностью к активной социальной мобильности, организации научно-	Знает	принципы организации научно-исследовательских и инновационных работ; современную конъюнктуру рынка труда
	Умеет	сменять социальный слой;

исследовательских и инновационных работ		находить рабочее место в различных сферах профессиональной деятельности; организовывать научно-исследовательские и инновационные работы
	Владеет	навыками движения по социальной лестнице; навыками организации научно-исследовательской и инновационной работы
ОПК-5 способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки	Знает	основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основы информационной безопасности
	Умеет	работать с компьютером на профессиональном уровне; использовать компьютерные технологии для решения задач как профессиональной, так и произвольной направленности; преобразовывать информацию в звуковую или зрительную
	Владеет	навыками обработки, сохранения, подачи и защиты полученной информации.
ПК-4 способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности	Знает	-основные и расширенные понятия
	Умеет	-применять полученные знания на практике;
	Владеет	навыками освоения большого объема информации; -навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Моделирование физических систем и процессов» предусмотрены следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция-беседа; групповая консультация (для практических занятий).

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекционные занятия (18 час)**

### **Тема 1. Математический аппарат квантовой механики (4 час)**

Основные постулаты квантовой механики. Линейные операторы. Представление операторов в матричной форме. Алгебра операторов. Соотношение неопределенностей. Непрерывный спектр. Дираковские обозначения. Преобразование функций и операторов от одного представления к другому.

### **Тема 2 Собственные значения и собственные функции физических величин. (4 час)**

Операторы физических величин. Правила коммутации операторов физических величин. Собственные функции операторов координаты и импульса. Импульсное и энергетическое представления. Собственные значения и собственные функции оператора углового момента. Четность

### **Тема 3. Зависимость физических величин от времени. (2 час)**

Производная оператора по времени. Зависимость временных матричных элементов.

### **Тема 4. Введение в теорию матрицы плотности. (4 час)**

Чистые и смешанные квантовые состояния. Матрица плотности и ее основные свойства. Матрица плотности составной системы. Оператор временной эволюции. Квантовое уравнение Лиувилля. Статический оператор в представлениях Шредингера, Гейзенберга и Дирака. Системы в тепловом равновесии.

### **Тема 5. Модели открытых квантовых систем. Квантовая теория релаксации. (4 час)**

Уравнения для матрицы плотности диссипативных квантовых систем. Условие необратимости. Марковские процессы. Временные корреляционные функции. Обсуждение Марковского приближения. Уравнения релаксации. Основное кинетическое уравнение.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Занятие 1. Введение (3 час.)

Основные положения классической и квантовой механики. 3 постулата квантовой механики. Физические величины и операторы. Явный вид операторов  $\mathbf{r}$ ,  $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{L}$ ,  $H$ .

### Занятие 2. Гильбертово пространство (3 час.)

Определение и свойства гильбертова пространства  $L^2$ , базис в гильбертовом пространстве. Волновая функция и вероятность.

### Занятие 3. Соотношение неопределённости (3 час.)

Смысл соотношения неопределённости. Коммутатор операторов. Явный вывод коммутатора  $[x, p_x]$ . Вывод общего соотношения неопределённости  $\Delta A \Delta B \geq \langle [A, B] \rangle / 2$ .

### Занятие 4. Базис в $L^2$ (3 час.)

Собственные функции эрмитова оператора. Собственные функции коммутирующих и не коммутирующих операторов.

### Занятие 5. Базис $|L^2, L_z\rangle$ (3 час.)

Коммутационные соотношения и базис в  $L^2$  для операторов  $H$ ,  $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{r}$ . Выбор базиса  $|L^2, L_z\rangle$ .

### Занятие 6. Собственные значения $L^2$ и $L_z$ (3 час.)

Безразмерные операторы  $\mathbf{J}$  и  $J^2$ , их коммутационные соотношения. Нефизичные операторы  $J_+$  и  $J_-$ . Базис  $|J^2, J_z\rangle$ , вывод допустимых собственных значений операторов  $J^2$  и  $J_z$  без задания явного вида операторов, переобозначение базиса  $|j, m\rangle$ .

### Занятие 7. Базис $|j, m\rangle$ (3 час.)

Внутренняя структура базиса  $|j, m\rangle$ . Матричное представление операторов. Матричный вид операторов  $\mathbf{J}$ ,  $J^2$ ,  $J_+$  и  $J_-$ . Их вид для  $j = 1/2$ . Определение матриц Паули, их коммутационные соотношения. Матрицы Паули, как базис.

### Занятие 8. Спиноры (3 час.)

Определение волновой функции в матричном представлении. Явный вид волновой функции в пространстве  $2 \times 2$  матриц. Определение спинора. Смысл «поляризации» спинорной волновой функции.

### Занятие 9. Матрица плотности (2 час.)

Опыт Штерна-Герлаха. Оператор и вектор поляризации. Групповое описание состояния электронов. Матрица плотности. Новые постулаты для вычислений на основании матрицы плотности.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Моделирование физических систем и процессов» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

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

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1.	ОК-3 ОК-8 ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, контрольная работа, вопросы на зачет.
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	
1	Темы 2 – 3.	ОПК-3 ОПК-5 ПК-4	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, контрольная работа, вопросы на зачет.
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	

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 этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.



## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Савельев И.В., том. 2. «Основы теоретической физики. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1977. – 352 с.  
ЭБС «Iprbookshop»:  
<http://www.iprbookshop.ru/10680>
2. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика учебное пособие для вузов. / В. Е. Гмурман – М. : Юрайт, 2010. – 429 с.  
ЭК НБ ДВФУ:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415843&theme=FEFU>
3. Замятина, О. М. Моделирование систем: Учебное пособие / О. М. Замятина– Томск : Изд-во ТПУ, 2009. – 204 с.  
Единая коллекция ЦОР, Единое окно доступа к образовательным ресурсам:  
<http://window.edu.ru/library/pdf2txt/826/74826/54902>
4. Семакин, И.Г. Информационные системы и модели [Электронный ресурс] : методическое пособие / И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер. — Электрон. текстовые данные. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.  
ЭБС «Iprbookshop»:  
<http://www.iprbookshop.ru/6473>
5. Теория матрицы плотности и ее приложения. –М.: Мир, 1983. - 248 с.  
ЭБС «Iprbookshop»:  
<http://www.iprbookshop.ru/6473>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Не предусмотрены.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office ( Excel, PowerPoint, Word и т. д), Open Office, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

При промежуточной аттестации до экзамена должны сдать все отчетные работы и получить допуск к экзамену.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Сведения о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса: лекционные и практические занятия проходят в аудиториях, оборудованных мультимедийным оборудованием.



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

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Моделирование физических систем и процессов»**

**Направление подготовки – 03.03.02 Физика**

**Экспериментальная физика**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине:

№	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1- 6	Подготовка к семинарским занятиям,	6	Устный опрос (УО-1)
2	5-6	Подготовка к коллоквиуму	3	Коллоквиум (УО-2)
3	6-7	Подготовка к контрольной работе	3	Контрольная работа (ПР-2)
4	8 -12	Подготовка к семинарским занятиям	6	Устный опрос (УО-1)
5	11-12	Подготовка к коллоквиуму	3	Коллоквиум (УО-2)
6	12-13	Подготовка к контрольной работе	3	Контрольная работа (ПР-2)
7	13-17	Подготовка к семинарским занятиям,	6	Устный опрос (УО-1)
8	12	Подготовка к коллоквиуму	3	Коллоквиум (УО-2)
9	14	Подготовка к контрольной работе	3	Контрольная работа (ПР-2)
10		Подготовка к экзамену	36	Экзамен

### Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа со справочниками и др. справочной литературой;

- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2) закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;

- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;

- подготовка плана;

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

### **Самостоятельная работа на лекции**

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

### **Работа с литературными источниками**

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у

студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.
3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).
4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

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

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Моделирование физических систем и процессов»**  
**Направление подготовки – 03.03.02 Физика**  
Экспериментальная физика  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2019**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ОК-3</b> умением работать в проектных междисциплинарных командах, в том числе в качестве руководителя</p>	Знает	особенности и отличия проектной работы, особенности работы в междисциплинарной команде, стили руководства сотрудниками, методы мотивации и контроля над сотрудниками
	Умеет	работать в команде, в том числе междисциплинарной, работать в проектах
	Владеет	навыками проектной работы, в частности в междисциплинарных командах, навыками организаторской и руководящей работы
<p><b>ОК-8</b> способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</p>	Знает	нормы культуры мышления, основы логики, нормы критического подхода, основы методологии научного знания, формы анализа;
	Умеет	уметь адекватно воспринимать информацию, логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, критически оценивать свои достоинства и недостатки
	Владеет	навыками постановки цели, способностью в устной и письменной речи логически оформить результаты мышления, навыками выработки мотивации к выполнению профессиональной деятельности, решения социально и личностно значимых философских проблем.
<p><b>ОПК-3</b> способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ</p>	Знает	принципы организации научно-исследовательских и инновационных работ; современную конъюнктуру рынка труда
	Умеет	сменять социальный слой; находить рабочее место в различных сферах профессиональной деятельности; организовывать научно-исследовательские и инновационные работы
	Владеет	навыками движения по социальной лестнице; навыками организации научно-исследовательской и инновационной работы
<p><b>ОПК-5</b> способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными</p>	Знает	основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основы информационной безопасности
	Умеет	работать с компьютером на профессиональном уровне; использовать компьютерные технологии для решения задач как профессиональной, так и



знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки		произвольной направленности; преобразовывать информацию в звуковую или зрительную
	Владеет	навыками обработки, сохранения, подачи и защиты полученной информации.
ПК-4 способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности	Знает	-основные и расширенные понятия
	Умеет	-применять полученные знания на практике;
	Владеет	навыками освоения большого объема информации; -навыками постановки научно-исследовательских задач и навыками самостоятельной работы

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Темы 1.	ОК-3 ОК-8 ОПК-3	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, контрольная работа, вопросы на зачет.
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	
1	Темы 2 – 3.	ОПК-3 ОПК-5 ПК-4	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, контрольная работа, вопросы на зачет.
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОК-3 умением работать в проектных междисциплинарны	знает (пороговый уровень)	Основные законы и принципы охраны информации	принципы схем проверки статистических гипотез, алгоритмы и методы предотвращения	Способность изложить этапы проверок статистических гипотез

X командах, в том числе в качестве руководителя			угроз со стороны стороннего ПО	
	умеет (продвинутый)	применять дисперсионные методы анализа информации, анализировать ошибки	умеет создавать статистические критерии, находить функциональную статистическую корреляционную зависимость, числовые характеристики систем, анализировать и предотвращать ошибки анализа библиотек и баз данных	Способность определить природу искажения результатов по корреляционным и числовым зависимостям.
	владеет (высокий)	Знаниями проведения проверок достоверности и актуальности данных	методами анализа среднего значения случайных величин, навыками непараметрического о методами анализа, методами информационной безопасности	Способность предотвратить и прогнозировать наличие ошибок или искажений результата по исходным данным
ОК-8 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знает (пороговый уровень)	Современные библиотеки и базы данных	знание основных деятелей в данной области исследования, знание основных биологических баз данных, современных научных работ в данной области исследования	Умение излагать идеи в современных научных работах, дополняя их дополнительными знаниями
	умеет (продвинутый)	Использовать современные технические решения для осуществления поставленных задач	Знание направлений исследования по данной тематике в современном мире. Умение пользоваться иностранной терминологией при изложении материала.	Способность приводить примеры современных научных исследований и их результаты работ

	владеет (высокий)	Навыками теоретического планирования процесса исследования	Владение методами линейной и выборочной регрессии, знаниями из дополнительной литературы по данной тематике	Способность вникать в изложенный материал, дополнять его темами из дополнительной литературы
ОПК-3 способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ	знает (пороговый уровень)	Базовое ПО автоматизированного анализа баз данных	Знание основного ПО для осуществления процедуры статистического анализа	Умение пользоваться основными функциями статистического анализа, используя специализированное ПО
	умеет (продвинутый)	использовать математические модели, подходящие для данного описания биологических процессов	Умение ориентироваться в структуре математических моделей и подходов описания.	Способность изложить этапы составления математических моделей для описания биологических систем
	владеет (высокий)	Навыками защиты и аргументации полученных математических моделей	Владение знаниями из дополнительной литературы. Применять доказательные методы для аргументации результатов	Способность ответить на вопросы углубленного характера.
ОПК-5 способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки	знает (пороговый уровень)	Современные библиотеки и базы данных	знание основных деятелей в данной области исследования, знание основных биологических баз данных, современных научных работ в данной области исследования	Умение излагать идеи в современных научных работах, дополняя их дополнительными знаниями
	умеет (продвинутый)	Использовать современные технические решения для осуществления поставленных задач	Знание направлений исследования по данной тематике в современном мире. Умение пользоваться иностранной терминологией при изложении материала.	Способность приводить примеры современных научных исследований и их результаты работ

	владеет (высокий)	Навыками теоретического планирования процесса исследования	Владение методами линейной и выборочной регрессии, знаниями из дополнительной литературы по данной тематике	Способность вникать в изложенный материал, дополнять его темами из дополнительной литературы
ПК-4 способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно- инновационных исследованиях и инженерно- технологической деятельности	знает (пороговый уровень)	Базовое ПО автоматизированног о анализа баз данных	Знание основного ПО для осуществления процедуры статистического анализа	Умение пользоваться основными функциями статистического анализа, используя специализированно е ПО
	умеет (продвинутый )	использовать математические модели, подходящие для данного описания биологических процессов	Умение ориентироваться в структуре математических моделей и подходов описания.	Способность изложить этапы составления математических моделей для описания биологических систем
	владеет (высокий)	Навыками защиты и аргументации полученных математических моделей	Владение знаниями из дополнительной литературы. Применять доказательные методы для аргументации результатов	Способность ответить на вопросы углубленного характера.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к зачету является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины (выполнение и сдача всех коллоквиумов и контрольных работ).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Основные представления квантовой механики. Основные положения классической и квантовой механики. 3 постулата квантовой механики.
2. Свойства линейных операторов. Собственные значения и собственные функции линейных операторов. Эрмитовы операторы. Разложение по собственным функциям эрмитового оператора.
3. Собственные функции и собственные значения оператора импульса. Матричное представление операторов. Среднее значение физических величин и квантовомеханических операторов.
4. Основные квантовомеханические операторы. Квантовая механика в дираковских обозначениях.
5. Определение и свойства гильбертова пространства  $L_2$ , базис в гильбертовом пространстве. Волновая функция и вероятность.
6. Смысл соотношения неопределённости. Коммутатор операторов. Явный вывод коммутатора  $[x, p_x]$ . Вывод общего соотношения неопределённости  $\Delta A \Delta B \geq \langle [A, B] \rangle / 2$ .
7. Коммутационные соотношения и базис в  $L_2$  для операторов  $H, p, L, r$ . Выбор базиса  $|L_2, L_z\rangle$ .
9. Определение волновой функции в матричном представлении. Явный вид волновой функции в пространстве  $2 \times 2$  матриц. Определение спинора. Смысл «поляризации» спинорной волновой функции.
10. Опыт Штерна-Герлаха. Оператор и вектор поляризации. Групповое описание состояния электронов.
11. Матрица плотности. Новые постулаты для вычислений на основании матрицы плотности.
12. Матрица плотности составной системы. Оператор временной эволюции. Квантовое уравнение Лиувилля.

13. Статический оператор в представлениях Шредингера, Гейзенберга и Дирака. Системы в тепловом равновесии.

14. Уравнения для матрицы плотности диссипативных квантовых систем. Условие необратимости. Марковские процессы.

15. Приближение Борна-Маркова. Уравнения релаксации. Основное кинетическое уравнение.