

«УТВЕРЖДАЮ»
 Декан биологического факультета МГУ
 Академик М.П.Кирпичников _____ 2015 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **“Квантовая механика”**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – Биофизика.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (весенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре биоинженерии)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код B1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных

	достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)
УК-2 <i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i>	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 28 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа, 4 часа семинарских занятий) и 44 часа составляет самостоятельная работа аспиранта (изучение научной литературы, написание реферата, подготовка устного доклада по теме реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: физическую химию, основы физики белка, общую физику (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований.

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах выбора и применения современных методов оптической микроскопии для решения биологических задач и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу, где в исследованиях применяются современные методы оптической микроскопии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ Волновая функция и временное уравнение Шредингера. Собственные функции и собственные значения оператора Гамильтона. Операторы физических величин и элементы функционального анализа. Квантовая механика молекул.	40	14				2	16	12	12	24
ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В ХИМИИ И БИОЛОГИИ Туннельный эффект. Окислительно-	32	10				2	12	8	12	20

восстановительные реакции. Перенос электрона в биополимерах. Основы физики когерентных источников излучения и применения их в биологии.										
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	72	24				4	28	20	24	44

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М.: Физматгиз 1959.-532с.
2. Флюгге З. Задачи по квантовой механике т.1. М.: Мир 1974. – 341с.
3. Флюгге З. Задачи по квантовой механике т.2. М.: Мир 1974. – 315с.

Дополнительная литература

1. Морс Ф., Фешбах Г. Методы теоретической физики, т. 1 и 2. М.: ИЛ 1958, 1960.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт группы молекулярного моделирования Биологического факультета МГУ - <http://www.molsim.org>
2. Учебники в открытом доступе - <http://www.math.purdue.edu/~eremenko/dvi/LL.pdf>

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

- Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>)

Описание материально-технической базы.

Кафедра биоинженерии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): профессор кафедры биоинженерии К.В.Шайтан



Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) “Квантовая механика”

на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- - индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Основные понятия квантовой механики. Состояние квантово-механической системы. Принцип суперпозиции. Отличие от описания макроскопических систем.
2. Временное уравнение Шредингера. Эволюция квантовых состояний. Временная зависимость волновой функции стационарного состояния.
3. Стационарное уравнение Шредингера. Решения стационарного уравнения Шредингера для прямоугольных потенциалов. Сшивка решений на границах скачка потенциала.
4. Операторы физических величин. Свойства эрмитовских операторов. Разложение волновой функции по системе собственных функций оператора физической величины. Измеряемые значения физических величин и их вероятности.
5. Приближение Борна-Оппенгеймера. Квантовое описание молекулярных состояний. Электронно-колебательные переходы. Приближение Кондона и принцип Франка-Кондона.
6. Туннельный эффект. Формула Гамова. Понятие о теории альфа-распада. Туннелирование частиц с различной массой.
7. Квантовая теория окислительно-восстановительных реакций. История развития теории. Вклад отечественной научной школы в развитие теории. Основные параметры, определяющие скорость реакции.
8. Перенос электрона в белках. Внешнесферный и внутренний перенос. Структурное туннелирование. Понятие о виртуальных переносчиках.
9. Основные физические принципы квантовых генераторов. Лазеры. применение в биологии и медицине.
10. Рентгеновские лазеры. Перспективы применения в структурной биологии.

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу “Квантовая механика”

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Квантовые явления в природе. Понятие кванта. Квант действия. История развития идей в квантовой механике. Бозоны. Фермионы. Квантовые эффекты в микро- и макроскопических системах.

Понятие состояния квантовой системы. Отличие от понятия состояния в классической механике. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Оператор Гамильтона. Временное уравнение Шредингера. Эволюция квантовой системы во времени.

Стационарное уравнение Шредингера. Собственные функции и собственные значения оператора Гамильтона. Типичные стационарные задачи квантовой механики. Частица в потенциальной яме. Квантовый осциллятор. Атом водорода. Системы с непрерывным энергетическим спектром.

Операторы физических величин. Элементы функционального анализа. Гильбертово пространство функций. Разложения волновых функций по собственным функциям эрмитовских операторов. Операторы координаты, импульса, момента импульса и энергии. Координатное и импульсное представление векторов состояний. Преобразование ортогонального базиса в гильбертовом пространстве. Соотношения неопределенностей для физических величин. Матричные элементы операторов. Теория возмущений. Приближение двух и N состояний.

Квантовая механика молекул. Приближение Борна-Оппенгеймера. Адиабатическое и неадиабатическое приближения. Квантовые переходы в молекулах. Синглетные и триплетные уровни. Схема Яблонского. Электронно-колебательные взаимодействия и переходы. Принцип Франка-Кондона. Задача Ландау-Зинера.

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В ХИМИИ И БИОЛОГИИ.

Туннельный эффект. Формула Гамова. Туннелирование электрона в молекулярных системах. Электронно-колебательные и электронно-конформационные взаимодействия. Теория полярона. Теория конформона. Окислительно-восстановительные реакции с точки зрения туннельного эффекта. Энергия реорганизации среды. Энергия активации. Теория полярона и история развития представлений в физике окислительно-восстановительных реакций. Квантовые низкотемпературные эффекты в химии и биологии. Туннелирование электрона в биообъектах. Структурное туннелирование. Разделение и рекомбинация зарядов в фотосинтезе. Понятие когерентности. Вынужденное поглощение и испускание электромагнитных квантов. Лазеры. Нелинейные эффекты в лазерной физике. Энергия импульса и интенсивность излучения. Тепловое действие лазерного излучения. Фемтосекундные лазеры и их применение в биологии. Рентгеновские лазеры на свободных электронах. Перспективы использования рентгеновских лазеров в структурной биологии.