

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра химической и биологической физики**



Рабочая программа дисциплины

ВВЕДЕНИЕ В МОЛЕКУЛЯРНУЮ БИОФИЗИКУ

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36	32			2				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель учебного курса «Введение в молекулярную биофизику» – ознакомить студентов-физиков с базовыми понятиями и методами молекулярной биофизики; научить студентов делать простейшие оценки свойств биополимеров и решать несложные задачи; познакомить с методами компьютерного моделирования и наиболее распространенными экспериментальными методами исследования биополимеров.

Материал курса включает данные передовых исследований в области молекулярной биофизики, адаптированный к уровню знаний и подготовки студентов. Специально указываются проблемы и темы, активно обсуждаемые в текущей профессиональной научной литературе. Коллоквиумы проводятся в интерактивной форме. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти, изучить дополнительный материал к курсу лекций самостоятельно, но и донести его до аудитории. Умение сходу отвечать на вопросы сокурсников и преподавателя развивает профессиональные навыки, которые будут незаменимы в дальнейшей профессиональной деятельности.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.	Знать основные подходы для исследования физических свойств биополимеров. Уметь свободно оперировать основными понятиями молекулярной биофизики; использовать как теоретические, так и экспериментальные физические подходы для описания биофизических процессов, протекающих с участием биополимеров. Владеть навыками оценки характеристических параметров биополимеров.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Введение в молекулярную биофизику» реализуется для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика». В результате изучения курса у студентов физического факультета должно сформироваться представление о физических методах исследования свойств биополимеров.

В цикле математических дисциплин необходимыми предпосылками для успешного освоения курса являются знание основ математического анализа, функционального анализа, методов математической физики и умение применять эти знания при решении задач. Необходимость владения указанными математическими дисциплинами обусловлена тем, что они являются основой математического аппарата молекулярной биофизики.

В цикле общефизических дисциплин необходимыми предпосылками являются знание и умение применять основные принципы классической механики, электродинамики и термодинамики и статистической физики. Эти общефизические дисциплины являются необходимым базовым минимумом для овладения принципами теоретического и экспериментального исследования физических свойств биополимеров.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36	32			2				2	
Всего 36 часа / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Курс рассчитан на один семестр (5-й). Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, реферат, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: реферат

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **36** академических часов / **1** зачетная единица:

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа, не включая период сессии – 2 часа;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лекции, дифференцированный зачет) составляет 34 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачётную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Цели и задачи биофизики. Молекулярная биофизика. Живые и неживые системы. Уровни организации живых систем. Эукариотическая и прокариотическая клетки. Структура клетки.	1	2	2			
2	Строение и функции нуклеиновых кислот (НК). Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура НК. Типы физических взаимодействий и порядки их энергий при формировании вторичной структуры. Использование знаний о физических свойствах НК.	2	2	2			
3	Строение и функции белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Типы физических взаимодействий и порядки их энергий при формировании вторичных структур. Использование знаний о физических свойствах НК.	3	2	2			
4.	Центральная догма молекулярной биологии. Реализация генетической информации. Репликация, транскрипция, трансляция.	4	2	2			
5.	Генетический код. Свойства генетического кода. Основы биосенсорных технологий.	5	2	2			
6.	Моделирование пространственной организации биополимеров. Модель свободно-сочлененной цепи. Фазовые переходы в биополимерах. Переход клубок-глобула. Температурная денатурация биополимеров.	6	2	2			
7.	Конформационная подвижность биополимеров. Модель ограниченной диффузии.	7	2	2			
8.	Взаимодействия между биополимерами. Основы химической кинетики. Лиганд-	8	2	2			

	рецепторное взаимодействие. Кинетика Михаэлиса-Ментен.						
9.	Основные задачи биофизики мембран. Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран. Механические свойства мембран. Фазовые переходы в мембранных процессах.	9	2	2			
10.	Мембранный транспорт. Натрий-калиевый насос. Первый и второй законы Фика. Расчет концентрации ионов с внутренней и внешней стороны мембраны.	10	2	2			
11.	Трансформация энергии: дыхание и фотосинтез. Цикл углерода. Обмен веществ: метаболизм, катаболизм и анаболизм. Трансформация энергии в мембранах. Модели первичных процессов переноса электронов.	11	2	2			
12.	Способы расчета вторичной структуры биополимеров. Моделирование структуры белков на основе структуры близкого гомолога. Моделирование структуры НК на основе знаний о комплементарных взаимодействиях.	12	2	2			
13.	Метод молекулярной механики. Метод молекулярной динамики. Программные средства. Примеры моделирования биополимеров.	13	2	2			
14.	Квантово-механические расчеты свойств биополимеров. Теория возмущений. Вариационный метод. Полуэмпирические методы. Применение методов <i>ab initio</i> для моделирования свойств биополимеров. Программные средства и их реализация. Современные достижения компьютерного моделирования.	14	2	2			
15.	Оптическая спектроскопия биополимеров. УФ-спектроскопия. ИК-спектроскопия биополимеров. Рамановская спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Характерные спектры поглощения белков и нуклеиновых кислот.	15	2	2			
16.	Люминесценция. Спектрополяриметрия и оптическая активность. Круговой дихроизм биополимеров. Характерные спектры. Техника для спектроскопии биополимеров.	16	2	2			
	Самостоятельная подготовка к зачету с оценкой	17	2				2
	Дифференцированный зачет	17	2				2
Всего			36	32			4

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Цели и задачи биофизики (2 часа)

Молекулярная биофизика. Живые и неживые системы. Уровни организации живых систем. Эукариотическая и прокариотическая клетки. Структура клетки.

2. Строение и функции нуклеиновых кислот (НК) (2 часа)

Первичная, вторичная и третичная структура НК. Типы физических взаимодействий и порядки их энергий при формировании вторичной структуры. Использование знаний о физических свойствах НК.

3. Строение и функции белков (2 часа)

Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Типы физических взаимодействий и порядки их энергий при формировании вторичных структур.

4. Центральная догма молекулярной биологии (2 часа)

Реализация генетической информации. Репликация, транскрипция, трансляция.

5. Генетический код (2 часа)

Свойства генетического кода. Основы биосенсорных технологий.

6. Моделирование пространственной организации биополимеров (2 часа)

Модель свободно-сочлененной цепи. Фазовые переходы в биополимерах. Переход клубок-глобула. Температурная денатурация биополимеров.

7. Конформационная подвижность биополимеров (2 часа)

Модель ограниченной диффузии.

8. Взаимодействия между биополимерами (2 часа)

Основы химической кинетики. Лиганд-рецепторное взаимодействие. Кинетика Михаэлиса-Ментен.

9. Основные задачи биофизики мембран (2 часа)

Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран. Механические свойства мембран. Фазовые переходы в мембранных процессах.

10. Мембранный транспорт (2 часа)

Натрий-калиевый насос. Первый и второй законы Фика. Расчет концентрации ионов с внутренней и внешней стороны мембраны.

11. Трансформация энергии: дыхание и фотосинтез (2 часа)

Цикл углерода. Обмен веществ: метаболизм, катаболизм и анаболизм. Трансформация энергии в мембранах. Модели первичных процессов переноса электрона.

12. Способы расчета вторичной структуры биополимеров (2 часа)

Моделирование структуры белков на основе структуры близкого гомолога. Моделирование структуры НК на основе знаний о комплементарных взаимодействиях.

13. Метод молекулярной механики (2 часа)

Метод молекулярной динамики. Программные средства. Примеры моделирования биополимеров.

14. Квантово-механические расчеты свойств биополимеров (2 часа)

Теория возмущений. Вариационный метод. Полуэмпирические методы. Применение методов *ab initio* для моделирования свойств биополимеров. Программные средства и их реализация. Современные достижения компьютерного моделирования.

15. Оптическая спектроскопия биополимеров (2 часа)

УФ-спектроскопия. ИК-спектроскопия биополимеров. Рамановская спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Характерные спектры поглощения белков и нуклеиновых кислот.

16. Люминесценция (2 часа)

Спектрополяриметрия и оптическая активность. Круговой дихроизм биополимеров. Характерные спектры. Техника для спектроскопии биополимеров. Центрифугирование. Основные принципы и типы центрифугирования. Центрифуги. Хроматография. Жидкостная хроматография. Основные понятия. Хроматографы. Электрофорез. Основные принципы. Классификация электрофорезов. Электрофорез в геле. Приборы для электрофореза.

Самостоятельная работа студентов (2 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка реферата	2 часа

Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Овчинников Ю.А. Молекулярная биология. М.: Просвещение, 1987.
2. Рубин А.Б. Биофизика. 1, 2 том. М.: Высшая школа, 1987.
3. Биофизика. М.В. Волькенштейн. М.: Наука, 1988.
4. Кантор П., Шиммел Т. Биофизическая химия. 1, 2, 3 том. М.: Мир, 1984.
5. Соловьев М.Е., Соловьев М.М. Компьютерная химия. М.: СОЛОН-Пресс, 2005.
6. Фрайфелдер Д. Физическая биохимия. М.: Мир, 1980.

5.2. Дополнительная литература

7. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. М.: Книжный дом «Университет», 2002.
8. Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию. Л.: Изд-во Ленинградского Университета, 1987.
9. Кларк Т. Компьютерная химия. М.: Мир, 1990.
10. Галь Э., Медтеши Г., Верецкеи Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. М.: Мир, 1982.
11. Сакодынский К.И., Брежников В.В., Волков С.А., Зельвенский В.Ю., Ганкина Э.С., Штац В.Д. Аналитическая хроматография. М.: Химия, 1993.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Не используются.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Интернет-ресурсы:

1. Roberts K. J. Лекции по микробиологии.
<http://academic.pgcc.edu/~kroberts/Lecture/content.htm>.
2. Шендрик А.Н. Инструментальные методы исследования в биохимии. Учебное пособие.
http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины Введение в молекулярную биофизику используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется по оценочной системе в виде: защиты студентами рефератов. Студенты сдают рефераты в письменном виде и представляют в виде устного доклада в специально отведенное время. За реферат и доклад выставляются оценки на основании полноты и глубины проработки темы и способности студента отвечать на вопросы.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области молекулярной динамики в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит в виде дифференцированного зачета. Зачёт проводится по билетам, в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

В рамках проведения промежуточной аттестации знания, обучающегося оцениваются по пятибалльной шкале:

- «отлично» - необходимо развёрнуто ответить на два вопроса из билета, аргументированно ответить на дополнительные вопросы, свободно ориентироваться во всех темах курса (продвинутый уровень освоения компетенций);

- «хорошо» - нужно ответить на два вопроса билета, допускается несколько несущественных ошибок, необходимость знать общую информацию о всем курсе, допускается отсутствие ответов на дополнительные вопросы (базовый уровень освоения компетенций);

- «удовлетворительно» требуется ответить полностью хотя бы на один вопрос в билете, допускается незначительное количество негрубых ошибок, необходимость знать общую информацию о всем курсе (пороговый уровень освоения компетенций);

- «неудовлетворительно» - уровень усвоения компетенций не сформирован.

Обучающийся, имеющий неудовлетворительные результаты при прохождении промежуточной аттестации, обязан ликвидировать академическую задолженность по дисциплине, согласно установленным факультетом срокам прохождения повторной промежуточной аттестации. Сроки проведения повторной промежуточной аттестации согласовываются с преподавателем и утверждаются распоряжением декана.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать основные подходы для исследования физических свойств биополимеров.	Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.
ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	Уметь свободно оперировать основными понятиями молекулярной биофизики; использовать как теоретические, так и экспериментальные физические подходы для описания биофизических процессов, протекающих с участием биополимеров.	Проведение контрольных работ, дифференцированный зачет.

	Владеть навыками оценки характеристических параметров биополимеров.	
--	--	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Введение в молекулярную биофизику».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Перечень примерных тем рефератов для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся

1. Размножение и клеточный цикл.
2. Теории возникновения жизни.
3. Путь белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот в организме.
4. Каталитические функции РНК.
5. Проблема размеров геномов.
6. Проект геном человека: задачи, пути решения, достигнутые успехи.
7. Водородная связь.
8. Фоторецепция и зрение.

9. Физика нервного импульса.
10. Механохимические процессы в биологических системах.
11. Химический потенциал и активность вещества.
12. Фракталы. Фрактальная организация элементов живых систем.
13. Моделирование динамических систем. Диссипативные процессы и самоорганизация.
14. Роль хаоса в биологических системах.
15. Двойные электрические слои вокруг биомолекул.
16. Использование компьютерного моделирования для анализа экспериментальных данных: полученных методом ЯМР и ЭПР, рентгеноструктурного анализа.
17. Использование нейронных сетей для моделирования биологических процессов.
18. Масс-спектрометрия и масс-спектроскопия.
19. Методы исследования быстро протекающих процессов.
20. Применение атомно-силовой микроскопии для изучения биологических объектов.
21. Белковая инженерия: технологии и достижения.
22. Инженерия нуклеиновых кислот: технологии и достижения.
23. Биосенсоры: молекулярно-биологические и физические основы
24. Нобелевские премии по молекулярной биологии.

Перечень примерных вопросов к дифференцированному зачёту по дисциплине «Введение в молекулярную биофизику»

На проверку сформированности компетенции ПК-1.1:

1. Структура клетки. Органеллы: их структура и функции.
2. Нуклеиновые кислоты: структура и функции.
3. Белки: структура и функции.
4. Центральная догма молекулярной биологии: классическое и современное прочтения. Реализация генетической информации.
5. Принципы репликации. Механизм репликации.
6. Транскрипция. Принципы транскрипции. Основные этапы транскрипции. Процессинг мРНК.
7. Трансляция. Генетический код. Свойства генетического кода. Этапы трансляции.
8. Модель свободно-сочлененной цепи. Распределение полимеров по размеру.
9. Переход клубок-глобула. Условия существования клубка и глобулы. Термодинамические характеристики перехода клубок-глобула.
10. Фазовые переходы в биополимерах. Температурная денатурация биополимеров. Кооперативный характер переходов.
11. Модель ограниченной диффузии (броуновский осциллятор с сильным затуханием).
12. Лиганд-рецепторное взаимодействие. Кинетика Михаэлиса-Ментен.
13. Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран.
14. Механические свойства мембран. Изучение упругих свойств мембран с использованием явления электрострикции.
15. Фазовые переходы в мембранных процессах. Кооперативность фазовых переходов в мембранах.
16. Мембранный транспорт. Активный, пассивный и индуцированный транспорт. Пассивный транспорт за счет диффузии. Первый и второй законы Фика. Транспорт ионов. Электрохимический потенциал. Поток ионов.

На проверку сформированности компетенции ПК-1.2:

17. Трансформация энергии: дыхание и фотосинтез. Фотосинтез. Схема. Светозависимая и темновая стадии. Поток электронов и протонов. Метаболизм в митохондриях. Перенос электронов в митохондриях и хлоропластах.
18. Моделирование структуры белков на основе структуры близкого гомолога.
19. Моделирование структуры НК на основе знаний о комплементарных взаимодействиях.

20. Метод молекулярной механики.
21. Метод молекулярной динамики.
22. Методы Ab initio.
23. Оптическая спектроскопия биополимеров. Абсорбционная спектроскопия. Единицы измерения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
24. Взаимодействие света с квантово-механической системой. Связь вероятности перехода и частоты облучающего света. Дипольный момент перехода.
25. УФ-спектроскопия. Хромофоры. Характерные спектры поглощения белков и нуклеиновых кислот.
26. ИК-спектроскопия биополимеров. Рамановская спектроскопия.
27. Люминесценция. Флуоресценция и фосфоресценция: характерные времена.
28. Спектрополяриметрия и оптическая активность. Круговой дихроизм биополимеров.
29. Центрифугирование. Коэффициент седиментации. Экспериментальное определение константы седиментации.
30. Хроматография. Жидкостная хроматография. Основные понятия.
31. Электрофорез. Основные принципы. Подвижность. Влияние формы биополимера на его подвижность в геле

Пример билета

1. Структура клетки. Органеллы: их структура и функции.
2. Трансформация энергии: дыхание и фотосинтез. Фотосинтез. Схема. Светозависимая и темновая стадии. Поток электронов и протонов. Метаболизм в митохондриях. Перенос электронов в митохондриях и хлоропластах.
3. Механические свойства мембран. Изучение упругих свойств мембран с использованием явления электрострикции.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Введение в молекулярную биофизику»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного