

**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**

академик РАН



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФФ

А. Е. Бондарь

« 07 » 10 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

направление подготовки: **03.04.02 Физика, Курс 1, семестр 2**
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
2	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Разработчик:

к.ф.-м.н.

Е.А. Зеленцова

Зав. кафедрой ХиБФ ФФ НГУ

д.ф.-м.н., проф.

С. А. Дзюба

Руководитель программы

д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2020

Содержание

Аннотация	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
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.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
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

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Проблемы биологической физики»

Направление: **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика

Программа дисциплины «Проблемы биологической физики» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню магистратуры по направлению подготовки **03.04.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой химической и биологической физики в качестве дисциплины по выбору. Дисциплина изучается студентами первого курса магистратуры физического факультета в весеннем семестре.

Цель курса – знакомство с базовыми понятиями и экспериментальными методами, широко применяемыми в современной биофизике.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

ПК-1 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

ПК-2 способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные типы биополимеров, биофизику фотобиологических процессов, основные мембранные процессы;
- **Уметь:** применять эти знания для постановки и решения задач биофизики, владеть необходимым статистическим аппаратом;
- **Владеть:** представлениями о взаимосвязи объектов и молекулярных процессов, изучаемых биофизикой.

Курс рассчитан на один семестр (2-й). Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, самостоятельная работа студента, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: решение задач из задания для самостоятельного решения

Промежуточная аттестация: экзамен

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часа / **2** зачетные единицы.

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

Цель учебного курса «Проблемы биологической физики» – дать набор необходимых сведений в области подходов и методов, применяемых в современной биофизике.

Профессиональная компетенция ПК-1 - способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики (*в части проблем биологической физики*) и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Профессиональная компетенция ПК-2 - способность свободно владеть разделами физики (*в части проблемы биологической физики*), необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

Материал лекционного курса увязывается с передовыми исследованиями всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов. Специально указываются темы, активно обсуждающиеся в текущей профессиональной научной литературе.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные типы биополимеров, биофизику фотобиологических процессов, основные мембранные процессы (ПК-1.1).
- **Уметь:** применять эти знания для постановки и решения задач биофизики, владеть необходимым статистическим аппаратом (ПК-1.2).
- **Владеть:** представлениями о взаимосвязи объектов и молекулярных процессов, изучаемых биофизикой (ПК-2.3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Проблемы биологической физики» реализуется для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Общая и фундаментальная физика. Курс относится к числу специальных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой химической и биологической физики. В нем рассматриваются биофизика полимеров и мембранных процессов, а также экспериментальные спектроскопические методы, позволяющие получить информацию о структуре биологических молекул. Особое внимание уделено физическим идеям и принципам, лежащим в основе этих методов и способам их реализации на практике. В результате прохождения курса у студентов кафедры физического факультета должно сформироваться представление о том, какие экспериментальные методы используются для решения тех или иных задач биофизики, какие есть ограничения у этих методов. Эти знания необходимы исследователю в области химической и биологической физики как для решения задач, связанных с постановкой биофизических задач, так и для понимания научной литературы (статей) в этой области. Необходимыми предпосылками для успешного освоения курса являются следующие:

В цикле математических дисциплин: знание основ математического анализа и методов математической физики.

В цикле общефизических дисциплин необходимыми предпосылками являются знание и умение применять основные принципы классической механики, молекулярной и статистической физики.

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.

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
2	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, самостоятельная работа студента, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: решение задач из задания для самостоятельного решения

Промежуточная аттестация: экзамен

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часа / **2** зачетные единицы.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации	Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы						
				Лекции	Практические занятия					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Предмет биологической физики, ее место в	1	2	2						

	естествознании.								
2	Условные границы биологических макромолекул и метаболитов. Кооперативные свойства макромолекул.	2-3	6	4		2			
3	Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Подвижность мембранных белков.	4-6	6	4		2			
4.	Пассивные электрические явления в биоструктурах. Проблема транспорта веществ через биомембраны.	7-8	8	4		4			
5.	Проницаемость биологических мембран для ионов. Структура и свойства каналов, их роль в ионном транспорте. Механизмы переноса ионов через канал.	9-10	8	4		4			
6.	Люминесценция биологически важных молекул. Фотохимические процессы, квантовый выход и сечение фотореакции.	11-13	10	6		4			

	Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза.								
7.	Способы представления экспериментальных данных. Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ. Метод главных компонент. Границы применимости и ограничения эффективности метода.	14-16	8	8		2			
8.	Групповая консультация							2	
10.	Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации		18				18		
11.	Экзамен		2						2
Всего			72	32		18	18	2	2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Предмет биологической физики, ее место в естествознании. (2 часа)

Взаимосвязь физических, физико-химических и биологических процессов в живых организмах. Разделы и методы биофизики. Актуальные проблемы и задачи биологической физики.

2. Условные границы биологических макромолекул и метаболитов. (4 часа)

Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие макромолекул как физического объекта.

3. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. (4 часа)

Кооперативные свойства макромолекул. Различные типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса и стабильность вторичной и третичной структур. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

4. Пассивные электрические явления в биоструктурах. (4 часа)

Проблема транспорта веществ через биомембраны.

5. Проницаемость биологических мембран для ионов. (4 часа)

Структура и свойства каналов, их роль в ионном транспорте. Механизмы переноса ионов через канал.

6. Люминесценция биологически важных молекул. (6 часов)

Фотохимические процессы, квантовый выход и сечение фотореакции. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза.

7. Способы представления экспериментальных данных. (8 часов)

Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ. Метод главных компонент. Границы применимости и ограничения эффективности метода.

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	18 часов
Подготовка к экзамену	18 часов

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. М.: Высшая школа, 2000.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. М.: Наука, 1988.

5.2. Дополнительная литература

3. Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт. М., 1980.
4. Давид Р. Введение в биофизику. М.: Мир, 1982.

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

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. М.: Высшая школа, 2000.

2. Волькенштейн М.В. Биофизика. М.: Наука, 1988.

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.

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 История используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

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 заданий для самостоятельного решения. Оценка знаний, умений, навыков и освоения компетенций обучающимися в рамках текущего контроля может проводиться согласно шкале и критериям, представленным ниже.

Оценка за работу в семестре учитывает активность студента на занятиях, оцениваемую преподавателем, оценки за тестовые задания, проводимые в течение семестра после каждой темы курса.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области Проблемы биологической физики в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене с учётом результатов текущего контроля успеваемости. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию, по билетам, в устной форме. Билет состоит из двух вопросов.

Для получения оценки «отлично» (продвинутый уровень усвоения компетенций) необходимо развёрнуто ответить на два вопроса из билета, аргументированно ответить на дополнительные вопросы. В качестве дополнительного вопроса может быть использована задача, аналогичная задачам из тестовых заданий в течении семестра. Для получения оценки «отлично» необходимо аргументировать алгоритм решения, допускается ошибка в численном ответе.

Для получения оценки «хорошо» (базовый уровень усвоения компетенций) нужно ответить на два вопроса билета, допускается несколько несущественных ошибок. Допускается несколько неточностей или одна-две ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

Для получения на устном экзамене оценки «удовлетворительно» (пороговый уровень усвоения компетенций) необходимо ответить хотя бы на один вопрос билета.

Оценка «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.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Проблемы биологической физики».

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)

ния					
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. 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.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры типовых заданий для самостоятельного решения для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

1. Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в аксоне кальмара имеет следующее значение: Na (460 / 50), K (10 / 400), Cl (540 / 40-100), Ca (10 / 0,4), Mg (53 / 10), где цифры относятся к внешней/внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов. Дать сравнительный анализ при условии, что экспериментальная величина составляет -60 мВ
2. Образец: объем 1 мл, в кювете $1*1*1$ см, коэффициент экстинкции на 320 нм 2500, оптическая плотность на 320 нм равно 3. Облучен: равномерно лазером с длиной волны 320 нм, энергия лазерного импульса 0.1 мДж, длительность облучения 20 секунд, частота лазерных импульсов 5 Гц. Считаем, что все фотоны были поглощены. После облучения концентрация исходного вещества упала на 20%. Рассчитайте квантовый выход фоторазложения.
3. В присутствии вещества Q интенсивность флуоресценции люминофора F снижается:
 $S_x * 10^3, M$

0	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00
100	80.0	66.7	50.2	40.0	33.3	52.1	20.0	16.6

Спектры поглощения и флуоресценции люминофора F в отсутствие и в присутствии тушителя Q не изменяют-

ся. Какую информацию можно извлечь из приведенных результатов? Можно ли использовать этот эффект для аналитических целей?

Вопросы на экзамен

На проверку сформированности компетенции ПК-1:

1. Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие макромолекул как физического объекта.
2. Различные типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса и стабильность вторичной и третичной структур.
3. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.
4. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков.
5. Ферменты и ферментативная кинетика.
6. Структурная организация мембран. Липиды. Характеристика мембранных белков.
7. Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
8. Пассивные электрические явления в биоструктурах. Типы поляризации.
9. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах.

На проверку сформированности компетенции ПК-2:

10. Движущие силы процесса переноса вещества через мембрану. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт.
11. Транспорт сахаров и аминокислот через биологическую мембрану с участием переносчиков.
12. Проницаемость биологических мембран для ионов. Избирательность. Понятие о полупроницаемости, селективности и неспецифичности биомембран.
13. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка-Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул.
14. Кинетика фотобиологических процессов и зависимость от интенсивности света. Фотосенсибилизация.
15. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона.
16. Энергетический и квантовый выход. Молекулярные механизмы других фотобиологических процессов: зрение; фототропизм; фотопериодизм; фототаксис; абиогенный синтез веществ; фотодинамическое действие; фотореактивация.
17. Описание данных. Способы представления экспериментальных данных. Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ. Доверительные интервалы.
18. Метод главных компонент. Границы применимости и ограничения эффективности метода.

Пример экзаменационного билета

<p>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</p> <p>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)</p> <p>Физический факультет</p>
<p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____</p> <p>1. Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие макромолекул как физического объекта (на компетенцию ПК-1).</p> <p>2. Движущие силы процесса переноса вещества через мембрану. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт (на компетенцию ПК-2).</p> <p>Составитель _____ / Зеленцова Е.А. / (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 ____ г.</p>

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 фонда оценочных средств
по дисциплине «Проблемы биологической физики»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

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