

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

БИОФИЗИКА

направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**
направленность (профиль): **все профили**

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 зачётных единицы, из них:
- контактная работа 36 часов

Компетенции ПК-1

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2025

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. | 6 |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины..... | 6 |
| 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. | 6 |
| 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 6 |
| 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. | 7 |
| Аннотация..... | 10 |

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

Цель учебного курса «Биофизика» – ознакомить студентов-физиков с базовыми понятиями и методами биофизики; научить студентов делать оценки свойств биофизических систем и решать задачи; расширить знания о методах с методами компьютерного моделирования и экспериментальных методах исследования биофизических систем.

Материал курса включает данные передовых исследований в области 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 Способен осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности | ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. | Знать базовые понятия и теории в области биофизики. Уметь свободно оперировать основными понятиями биофизики; использовать как теоретические, так и экспериментальные физические подходы для описания биофизических процессов. Владеть навыками оценки характеристических параметров биологических систем. |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Биофизика» реализуется для обучающихся по направлению подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**. В результате изучения курса у студентов физического факультета должно сформироваться представление о физических методах исследования свойств биологических систем.

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 биофизики.

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

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.

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – экзамен

Таблица 3.1

| № | Вид деятельности | Семестр |
|----|--|---------|
| | | 2 |
| 1 | Лекции, ч | 32 |
| 2 | Практические занятия, ч | |
| 3 | Лабораторные занятия, ч | |
| 4 | Занятия в контактной форме, ч, из них | 36 |
| 5 | из них аудиторных занятий, ч | 32 |
| 6 | в электронной форме, ч | - |
| 7 | консультаций, час. | 2 |
| 8 | промежуточная аттестация, ч | 2 |
| 9 | Самостоятельная работа, час. | 36 |
| 10 | Всего, ч | 72 |

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

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

| № п/п | Наименование темы и её содержание | Объем, час |
|----------|---|---------------|
| 1 | <p>I) Молекулярная биофизика</p> <p>1) Структура белков. Предсказание структуры белков.</p> <p>2) Структура нуклеиновых кислот. Предсказание структуры нуклеиновых кислот.</p> <p>3) Динамика белков. Динамика нуклеиновых кислот.</p> <p>4) Межмолекулярные взаимодействия. Уравнение изотермы Ленгмюра. Коэффициент Хилла.</p> <p>5) Механизмы переноса энергии и заряда в биомолекулярных системах. Люминесценция биологических систем.</p> <p>6) Механизмы ферментативного катализа. Основные понятия. Примеры ферментативного катализа.</p> | 14 |

| | | |
|---|--|----|
| | 7) Современные методы <i>in silico</i> исследования биомолекулярных систем. Основы методы молекулярного моделирования. Методы машинного обучения и искусственный интеллект для исследования бимолекулярных систем. | |
| 2 | II) Физика клетки <ol style="list-style-type: none"> 1) Структура клеточной мембраны. Жидко-мозаичная модель мембраны. Динамика мембран. 2) Проницаемость биологических мембран. Механизмы проницаемости биологических мембран 3) Рецепторы. Общие закономерности рецепции. 4) Фоторецепция. Фоторецепция зрения. Фотодеструктивные процессы. 5) Ионный транспорт в мембранах. Ионный транспорт в каналах. 6) Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Передачи нервного импульса. Модель Ходжкина–Хаксли. | 12 |
| 3 | III) Физика сложных систем <ol style="list-style-type: none"> 1) Биомеханика мышцы. Мощность одиночного сокращения. Биомеханические процессы в жгутиках и ресничках. 2) Модель Вольтерра хищник-жертва. Самоорганизация в живых системах. Реакция Белоусова-Жаботинского. Модель динамики популяций. 3) Прогнозное моделирование экосистем. Методы и подходы. | 6 |

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
|-------------------------|------------|
| Подготовка к лекциям | 18 |
| Подготовка к экзамену | 18 |

5. Перечень учебной литературы.

1. Рубин А.Б. Биофизика. 1, 2 том. М.: Высшая школа, 1987. Кн.1: Теоретическая биофизика.319 с. : ил.(2 экз.), Кн.2: Биофизика клеточных процессов.303 с. : ил. (1 экз.)
2. Биофизика. М.В. Волькенштейн. М.: Наука, 1988., ISBN 5-02-013835-5 (12 экз.)
3. Кантор П., Шиммел Т. Биофизическая химия. 1, 2, 3 том. М.: Мир, 1984. (4 экз.)
4. Фрайфелдер Д. Физическая биохимия: Применение физико-химических методов в биохимии и молекулярной биологии: Д. Фрайфелдер; Пер. с англ. Е.С. Громовой и др.; Под ред. З.А. ШабаровойМ. : Мир, 1980582 с. : ил. ; 22 см.. М.: Мир, 1980. (2 экз.)

5. Финкельштейн, Алексей Витальевич Физика белка: курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачами с решениями: учеб. пособие для вузов по биол. спец. / А.В. Финкельштейн, О.Б. Птицын; РАН, Ин-т белка З-е изд., испр. и доп. М. : Кн. дом "Университет", 2005. 455 с. : ил. ; 21 см. ISBN 5-98227-065-2 (2 экз.)
6. Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию. Л.: Изд-во Ленинградского Университета, 1987., ISBN 5-288-00056-5 (2 экз.)
7. Кларк Т. Компьютерная химия. М.: Мир, 1990. (4 экз.)
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. Шендрек 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

<https://www.rcsb.org/>

7.2. Информационные справочные системы

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

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 Linux, OpenOffice

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

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

Для реализации дисциплины Биофизика 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 в виде коллоквиумов (теоретический опрос), контрольных вопросов на знание материала предыдущей лекции.

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 экзамена. Экзамен 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

| Код компетенции | Индикатор | Результат обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|-----------------|--|---|-------------------------------|
| ПК-1 | ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. | Знать базовые понятия и теории в области биофизики. Уметь свободно оперировать основными понятиями биофизики; использовать как теоретические, так и экспериментальные физические подходы для описания биофизических процессов. | Теоретический опрос, экзамен. |
| | ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. | Уметь свободно оперировать основными понятиями биофизики; использовать как теоретические, так и экспериментальные физические подходы для описания биофизических процессов. Владеть навыками оценки характеристических параметров биополимеров. | Теоретический опрос, экзамен. |

Таблица 10.2

| Критерии оценивания результатов обучения | Шкала оценивания |
|---|------------------|
| <p>Устный опрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ответ наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – ответ дан полностью. <p>Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. В ответе обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> <p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, | <i>Отлично</i> |

| | |
|--|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> | |
| <p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ответ наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, – неполнота реализации выбранных методов, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – ответ дан полностью. <p>Отвечает на дополнительные вопросы.</p> <p>В ответе обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. | <i>Хорошо</i> |
| <p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – фрагментарность раскрытия темы. <p>При ответах на вопросы допускает ошибки.</p> <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. | <i>Удовлетворительно</i> |

| | |
|--|----------------------------|
| <p>Устный опрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – компилятивное, неосмыщенное, нелогичное и неаргументированное изложение материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – фрагментарность раскрытия темы, – неподготовленность ответа на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия. <p>Экзамен:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – отсутствие осмыщенности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. | <i>Неудовлетворительно</i> |
|--|----------------------------|

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

Перечень примерных вопросов к экзамену по дисциплине «Биофизика»

- 1) Структура белков.
- 2) Предсказание структуры белков.
- 3) Структура нуклеиновых кислот.
- 4) Предсказание структуры нуклеиновых кислот.
- 5) Динамика белков.
- 6) Динамика нуклеиновых кислот.
- 7) Межмолекулярные взаимодействия. Уравнение изотермы Ленгмюра. Коэффициент Хилла.
- 8) Механизмы переноса энергии и заряда в биомолекулярных системах.
- 9) Люминесценция биологических систем.
- 10) Механизмы ферментативного катализа. Основные понятия.
- 11) Примеры ферментативного катализа.
- 12) Современные методы *in silico* исследования биомолекулярных систем. Основы методов молекулярного моделирования.
- 13) Методы машинного обучения и искусственный интеллект для исследования бимолекулярных систем.
- 14) Структура клеточной мембраны. Жидко-мозаичная модель мембраны.

- 15) Динамика мембран.
- 16) Проницаемость биологических мембран. Механизмы проницаемости биологических мембран.
- 17) Рецепторы. Общие закономерности рецепции.
- 18) Фоторецепция. Фоторецепция зрения. Фотодеструктивные процессы.
- 19) Ионный транспорт в каналах.
- 20) Ионный транспорт в мембранах.
- 21) Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Передачи нервного импульса. Модель Ходжкина–Хаксли.
- 22) Биомеханика мышцы. Мощность одиночного сокращения.
- 23) Биомеханические процессы в жгутиках и ресничках.
- 24) Модель Вольтерра хищник-жертва.
- 25) Самоорганизация в живых системах. Реакция Белоусова-Жаботинского. Модель динамики популяций.
- 26) Прогнозное моделирование экосистем. Методы и подходы.

Пример билета

1. Динамика белков.
2. Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Передачи нервного импульса. Модель Ходжкина–Хаксли.

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

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Введение в молекулярную биофизику»**

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