

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
Каныгина О.Н.
(подпись, расшифровка подписи)



"30" октября 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ДВ.2.2 Современные проблемы молекулярной биофизики».

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Биохимическая физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Оренбург 2015

Рабочая программа дисциплины «М.1.В.ДВ.2.2 Современные проблемы молекулярной биофизики» /сост.

С.Н. Летута - Оренбург: ОГУ, 2015

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 03.04.02 Физика

© Летута С.Н., 2015
© ОГУ, 2015

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине	5
4 Структура и содержание дисциплины	5
4.1 Структура дисциплины	5
4.2 Содержание разделов дисциплины	6
4.3 Практические занятия (семинары)	8
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	8
5.1 Основная литература	8
5.2 Дополнительная литература	8
5.3 Периодические издания	9
5.4 Интернет-ресурсы	9
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий	9
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины	10
Лист согласования рабочей программы дисциплины	11
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	
Приложения:	
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

ознакомление студентов с новыми тенденциями и современными исследованиями в области физики и биофизики, структурной и молекулярной биологии, молекулярной медицины и новыми направлениями исследований в частности, возникшими в последние годы в ведущих научно-исследовательских академических и учебных институтах.

Задачи:

- изучение основ молекулярной биофизики, особенностей строения и структуры белковых молекул и нуклеиновых кислот;
- ознакомление с методами исследования структуры основных биомолекул, проблемами, существующих в данной области;
- освоение терминологии, применяемой в молекулярной биофизике;
- получение навыков моделирования структуры макромолекул с использованием вычислительной техники, формирование соответствующих компетенций согласно требованиям основной образовательной программы;
- приобретение обучающимися знаний в области молекулярной биофизики как теоретической базы для изучения последующих дисциплин профессионального цикла;
- приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения лабораторных работ с применением интерактивных методов и закреплением соответствующих компетенций.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *М.1.Б.3 Специализированный физический практикум*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p>Знать: базовые понятия и концептуальные представления о функционировании живых систем; фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества, магнетизма и оптики; уметь</p> <p>Уметь: применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач</p>	ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
<p>Знать: физико-химические свойства основных неорганических и органических компонентов живых существ: воды, неорганических ионов, белков, жиров, углеводов, нуклеотидов;</p> <p>- основные типы строения клеток и внутриклеточных органелл;</p> <p>Уметь: свободно ориентироваться в массивах научно-технической информации по современным проблемам биофизики и биомеханики применительно к задачам создания биомедицинских аппаратов и систем.</p> <p>Владеть: основной терминологией по данному курсу; методикой применения основных физических и химических закономерностей к описанию физиологических процессов.</p>	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: принципы работы со специальной литературой; приёмы работы с аппаратурой для проведения биофизических исследований; методы анализа и обработки экспериментальных данных</p> <p>Уметь: применять физические методы исследования к изучению биологических систем;</p> <p>Владеть: методами проведения биофизических исследований с учетом особенностей объекта исследования</p>	ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
<p>Знать: аспекты структурной организации и физические принципы функционирования биосистем; отличия и взаимоотношение между биологическими и физическими аспектами жизнедеятельности;</p> <p>Уметь: обосновывать биологический и физический смысл происходящих в живой системе процессов и явлений с использованием физико-математического аппарата</p> <p>Владеть: навыками участия в проведении биофизических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов</p>	ОПК-4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
<p>Знать: особенности строения и структуры белковых молекул и нуклеиновых кислот;</p> <p>Уметь: применять основные законы термодинамики и использовать кинетический и термодинамический подходы для описания биологических процессов, оценивать пределы применимости термодинамики к биосистемам</p> <p>Владеть: навыками моделирования структуры макромолекул с использованием вычислительной техники и другими методами молекулярной биофизики.</p>	ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
<p>Знать: физико-химические свойства основных неорганических и органических компонентов живых существ: воды, неорганических ионов, белков, жиров, углеводов, нуклеотидов;</p> <p>- основные типы строения клеток и внутриклеточных органелл;</p> <p>Уметь: свободно ориентироваться в массивах научно-технической информации по современным проблемам биофизики и биомеханики применительно к задачам создания биомедицинских аппаратов и систем.</p> <p>Владеть: основной терминологией по данному курсу; методикой применения основных физических и химических закономерностей к описанию биологических процессов.</p>	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	34,25	34,25
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самостоятельное изучение разделов; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	145,75	145,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Основы молекулярной биофизики	36	4	2		30
2	Структура белковых молекул и молекул ДНК	36	4	2		30
3	Современные проблемы молекулярной биофизики: методы и особенности исследования структуры биомакромолекул	44	4	4		36
4	Динамическое поведение биологических макромолекул в растворах	33	4	4		25
5	Моделирование структуры белков с использованием вычислительной техники	31	2	4		25
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 раздел Введение. Основы молекулярной биофизики

Предмет и методы молекулярной биофизики. История развития. Сывороточный альбумин человека: содержание в крови, основные функции. Этапы транспортной функции белка. Среднечисленная, средневесовая и средневязкозиметрическая молекулярная масса. Методы определения молекулярных масс биомакромолекул: осмометрия, гельхроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия.

Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомакромолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы. Ионные растворы. Кинетический и термодинамический подходы для описания сольватации ионов в растворах. Структура раствора неполярных молекул: гидрофобное взаимодействие.

2 раздел Структура белковых молекул и молекул ДНК

Первичная структура. Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков.

Вторичная структура. Влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков. Третичная структура. Термодинамическая модель структурной организации белков. Макромолекулярная организация глобулярных белков. "Капельная" модель Бреслера и Талмуда. "Сферическая" модель Фишера. Физические принципы самоорганизации белковых молекул. Стадии самосборки белковых молекул. Связь между структурным и функциональным подобием. Вырожденность конфигурационной информации. Физическая теория структурной организации белков. Метод теоретического конформационного анализа.

Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ.

Конформационный анализ. Углы вращения остова нуклеиновой кислоты и стерические ограничения. Взаимодействия первого и второго порядка. Силы, стабилизирующие упорядоченные конформации. Типы спаривания оснований в кристаллах и в растворе. Стэкинг оснований. Основные силы, обеспечивающие стэкинг взаимодействия. Третичная структура нуклеиновых кислот. Структура хроматина.

3 раздел Современные проблемы молекулярной биофизики: методы и особенности исследования структуры биомакромолекул

Инфракрасная спектроскопия полипептидов и белков. Основные типы колебаний атомов в молекулах. Характеристические частоты колебания атомов пептидной группы белков. Метод дейтерообмена. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии.

Рентгеноструктурный анализ белков. Рентгеноструктурный анализ глобулярных белков. Миллеровы плоскости отражения рентгеновских лучей. Закон Брегга-Вульфа. Понятие обратной кристаллической решетки, векторная форма уравнения Брегга-Вульфа. Проблема фаз и метод изоморфного замещения. Определение структурных факторов, вычисление электронной плотности. Создание пространственной модели белков.

Анализ структуры и функции полипептидов и белков методом флуоресцентных зондов. Основные типы флуоресцентных зондов. Параметры поглощения и флуоресценции зондов.

Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЯМР, ЭПР. Физическая теория структурной организации белка. Ближние, средние, дальние внутримолекулярные невалентные взаимодействия. Количественная оценка энергии всех видов взаимодействий белка. ЯМР высокого разрешения полипептидов белков. Параметры спектров ЯМР. Связь параметров спектра ЯМР с физическими характеристиками молекул. ЯМР-спектроскопия биологических систем. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические основы метода. Параметры спектров ЭПР. Сверхтонкое взаимодействие. Контактное взаимодействие. Анизотропное сверхтонкое расщепление. ЭПР-спектроскопия металлсодержащих белков.

Метод спиновых меток и зондов. Время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности.

4 раздел Динамическое поведение биологических макромолекул в растворах

Взаимодействие биомакромолекул с лигандами. Типы связывания.

Кооперативное связывание кислорода гемоглобином. Кривая оксигенации. Анализ равновесия связывания кислорода. Константа Хилла и энергия взаимодействия гем-гем. Эффект Бора.

Конформационное равновесие в полипептидах и белках: переход спираль-клубок. Конформационная стабильность и конформационные изменения. Термодинамическое описание перехода. Анализ конформационного равновесия простых линейных цепей с помощью статистических сумм. Методы и правила нахождения статистической суммы. Модель перехода спираль-клубок типа "застежка-молния". Описание перехода спираль-клубок. Процесс денатурации белков.

Структурные переходы в нуклеиновых кислотах. Структура и стабильность одноцепочечных нуклеиновых кислот. Равновесие между одно- и двухцепочечными структурами. Температура плавления и стабильность. Влияние pH на структуру полинуклеотидов. Гидродинамические исследования плавления двойной спирали. Влияние ионной силы на термостабильность двойной

спирали и на плавление полинуклеотидов. Плавление ДНК. Ренатурация комплементарных цепей. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания.

5 раздел Моделирование структуры белков с использованием вычислительной техники.

Термодинамическая модель самоорганизации белковой молекулы. Нелинейная неравновесная термодинамика И. Пригожина: теория диссипативных систем, теория бифуркаций. Феноменологическая бифуркационная модель самосборки белка. Фрагментарный метод теоретического конформационного анализа пептидов и белков

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Определение среднечисленной, средневесовой и средневискозиметрической молекулярной массы. Методы определения молекулярных масс биомакромолекул: электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия.	2
2	2	Анализ спектров поглощения белков в ИК диапазоне. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии.	2
3	3	Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЭПР.	2
4	3	Анализ структуры и функции полипептидов и белков методом флуоресцентных зондов. Параметры поглощения и флуоресценции зондов.	2
5	4	Исследование взаимодействия биомакромолекул с лигандами. Типы связывания. Структурные переходы в нуклеиновых кислотах. Температура плавления и стабильность. Влияние pH на структуру полинуклеотидов. Плавление ДНК.	4
6	5	Моделирование структуры белков с использованием вычислительной техники.	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Летута, С. Н. Введение в физику [Текст] : учеб. пособие / С. Н. Летута, А. А. Чакак; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 501 с. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 978-5-4418-0002-0.

2. Канюков, В. Н. Белки. Липиды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Н. Канюков, А. Д. Стрекаловская, Т. А. Санеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2012. -Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3359_20121123.pdf

5.2 Дополнительная литература

1. Конформационный анализ белков: теория и приложения [Электронный ресурс] / Белорусская наука, 2013. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142264>.

2. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - М. : Физматлит, 2001. - 200 с. : ил.. - Предм. указ.: с. 189. - ISBN 5-93208-088-4.

3. Кикоин, И. К. Молекулярная физика = Molecular Physics [Текст] / И. К. Кикоин, А. К. Кикоин.- 4-е изд., стер. - Санкт Петербург : Лань, 2008. - 480 с. - Прил.: с. 477-478. - Предм. указ.: с. 479-480. - ISBN 978-5-8114-0737-8.

4. Павлов, П. В. Физика твердого тела [Текст] : учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов ; Гос. ком. РФ по высш. образованию. - Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского гос. ун-та, 1993. - 491 с

5. 31. Блохина, М. Е. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. Е. Блохина, И. А. Эссаулова, Г. В. Мансурова.- 3-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2002. - 288 с. : ил. - (Высшее образование) - ISBN 5-7107-5458-7.

6. Ремизов, А. Н. Учебник по медицинской и биологической физике [Текст] : учеб. для мед. вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко .- 8-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2008. - 560 с. : ил.. - (Высшее образование). - На обл. загл.: Медицинская и биологическая физика. - Предм. указ.: с. 545-559. - ISBN 978-5-358-04435-7.

7. Кизель, В. А. Практическая молекулярная спектроскопия [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Кизель . - М. : МФТИ, 1998. - 276 с - ISBN 5-89155-028-8.

5.3 Периодические издания

Газеты: Поиск, Вестник РФФИ.

Журналы: Наука и жизнь, Вестник ОГУ, ЖЭТФ, УФН, периодические журналы издательства «МАИК. Наука».

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.

2. Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/>.

3. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.

4. Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>.

5. Электронные учебники и журналы по физике <http://e.lanbook.com>.

6. Книги для студентов и аспирантов - <http://abitur.su/studentov>.

7. Электронные учебные пособия - <http://www.intuit.ru/>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Компьютерный класс кафедры биофизики и физики конденсированного состояния обеспечен лицензионными операционными системами и специализированными пакетами прикладных программ: Microsoft Office Professional 2010, Архиватор 7-Zip, MathCAD 14.0, На кафедре биофизики и физики конденсированного состояния запущен информационный портал, на котором размещены необходимые для учебного процесса информационные ресурсы. В настоящее время на портале кафедры располагается следующая информация:

- общая информация о кафедре;
- учебно-методические комплексы по дисциплинам, практикам и научно-исследовательской работе, в т.ч. учебно-методические материалы;
- учебная и научная литература ППС кафедры и внешних авторов;
- материалы по дипломному проектированию, всем видам практик, научно-исследовательской работе;

- форум для студентов, аспирантов и преподавателей.

Портал реализован на базе сервера с операционной системой Microsoft Windows Server 2003 R2 Enterprise Editions и бесплатного дополнения Microsoft SharePoint Service 2.0 (WSS), реализующего полнофункциональную веб-платформу с поддержкой следующих основных возможностей:

- средства для совместной работы;
- общие календари и списки контактов;
- форумы для обсуждений;
- взаимодействие на основе веб-технологий, совместное редактирование общедоступных документов, а также рабочие пространства для документов;
- браузерное управление и администрирование;
- настраиваемые веб-страницы при помощи специальных панелей настройки, веб-инструменты, а также механизмы навигации.

Для обучающихся обеспечены: возможность оперативного обмена информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями; доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам через сеть Интернет.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерные классы с пакетами прикладных программ физического факультета.
2. Учебные и исследовательские лаборатории кафедры биофизики и физики конденсированного состояния и института микро- и нанотехнологий.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

код и наименование

Наименование магистерской программы: Биохимическая физика

Дисциплина: М.1.В.ДВ.2.2 Современные проблемы молекулярной биофизики

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2015

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 4 от "26" 10 2015г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой

Кафедра БФФКС

наименование кафедры



подпись

Бердинский В.Л.

расшифровка подписи

Исполнители:

Профессор каф. БФФКС

должность



подпись

Летуа С.Н.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии, научный руководитель по направлению подготовки
03.04.02 Физика

код наименование



личная подпись

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

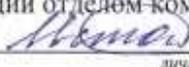


личная подпись

Летуа С.Н.

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись

Истомина Т.В.

расшифровка подписи

Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ



личная подпись

Дырдина Е.В.

расшифровка подписи

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины «М.1.В.ДВ.2.2 Современные проблемы молекулярной биофизики» на 2016 год набора

Внесенные изменения на 2016 год набора

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета (директор института)
Четверикова А.Г.

" 26 " 02 2016 г.



В рабочую программу вносятся следующие изменения:

5.1 Основная литература

Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - М. : Физматлит, 2001. - 200 с. : ил. - Предм. указ.: с. 189. - ISBN 5-93208-088-4.

5.2 Дополнительная литература

Матвеев, А. Н. Молекулярная физика [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев. - 3-е изд. - Москва : Оникс : Мир и Образование, 2006. - 360 с. : ил. - (Классический университетский учебник) - ISBN 5-488-00283-9. - ISBN 5-94666-247-3.

5.4 Интернет-ресурсы

<http://electro-tech.narod.ru/> - портал, который содержит имеющую аналогов техническую библиотеку свободно доступных материалов на русском языке.

<http://www.elib.bsu.by/> - Электронная библиотека БГУ.

<https://royallib.com/> - сайт электронной библиотеки Royallib.Com.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Операционная система Windows
- Интегрированный пакет Microsoft Office
- Архиватор 7 ZIP

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биофизики и физики конденсированного состояния.

Протокол № 9 от « 26 » 02 2016 г.


_____ Бердинский В.Л. _____
личная подпись расшифровка подписи дата

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ


_____ Грицай Н.Н. _____
личная подпись расшифровка подписи дата

Уполномоченный по качеству факультета


_____ Стрекаловская А.Д. _____
личная подпись расшифровка подписи дата