

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

06 2017

Регистрационный № УД-4054/уч.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

1-31 80 05 - Физика

Минск 2017

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 05-2012 и учебных планов УВО №G31-040/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.Н. Черенкевич – заведующий кафедрой биофизики Белорусского государственного университета, академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 02.06.2017);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 08.06. 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Современные проблемы биофизики» разработана для специальности 1-31 80 05 – Физика рассчитана на студентов магистратуры. Программа предназначена для подготовки специалистов по специальности биофизика. Курс «Современные проблемы биофизики» представляет собой логически связанный набор проблем современной теоретической и экспериментальной биофизики. Курс сфокусирован на основные достижения современной биофизики и отвечает на вопросы типа «Какие особенности развития характерны для современной биофизики?», «Почему биофизика является теоретической и экспериментальной основой современных нанобиотехнологий?» и др.

Цель учебной дисциплины — развить у магистрантов понимание физических основ широкого набора проблем с учетом развития современных методов исследования вещества и нового научного знания. В рамках контролируемой самостоятельной работы магистрантам предлагается решения ряда научных задач, ориентированных на развитие творческих способностей магистрантов.

Программа курса включает рассмотрение следующих блоков: физико-химические основы регуляции клеточного гомеостаза; регуляция внутриклеточного pH; молекулярные моторы и молекулярная подвижность; биофизика одиночных молекул и клеток; методы статистической механики в биологии; избранные проблемы клеточной биофизики; проблемы нанобиомеханики и регуляция механического гомеостаза; биофизические основы нанобиотехнологий; проблемы медицинской биофизики.

Изложение курса «Современные проблемы биофизики» построено таким образом, чтобы у магистрантов продолжалось формирование базовых представлений о закономерностях в мире живых систем. Магистранты должны владеть основными современными представлениями молекулярного и клеточного строения биосистем и уметь использовать их для постановки и решения конкретных физических проблем, связанных со строением, свойствами и функционированием биообъектов, с разработкой новых методов исследования биосистем и новых биотехнических устройств. Излагая конкретные проблемы современной биофизики, особое внимание следует уделять разъяснению физической сущности рассматриваемых явлений, современной интерпретации сути биологических явлений и процессов, а также новых экспериментальных методов исследования биосистем.

Материал курса основан на знаниях и представлениях, заложенных во время изучения дисциплин «Биофизика клетки», «Физика мембранных систем», «Физические основы структурной и системной биологии», «Физика биосистем».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

— основные представления о строении и функционировании клеточных систем;

- основные физические явления в живых системах и методы их моделирования;

- физико-химические основы клеточных процессов и методы их изучения;

уметь:

- выводить уравнения, характеризующие механизмы процессов в клетках;

- применять методы физических и математических теорий для расчета ряд параметров клеток;

владеть:

- терминологией и методологиями современной биофизики;

- базовыми принципами строения биологических систем.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций.

Академические компетенции:

Магистр должен быть способным:

Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие постановку и решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности;

Социально-личностные компетенции:

Магистр должен:

Анализировать и принимать решения по научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности;

Профессиональные компетенции:

Магистр должен быть способен:

Научно-педагогическая и учебно-методическая деятельность

ПК - 1. Преподавать физико-математические дисциплины на современном научно-теоретическом и методическом уровнях;

ШС-2. Управлять самостоятельной работой обучающихся, организовывать их учебно-исследовательскую деятельность;

ПК - 3. Проводить учебные занятия в учреждениях среднего специального и высшего образования;

ПК - 4. Разрабатывать и использовать современное учебно-методическое обеспечение;

Научно-исследовательская деятельность

ПК - 5. Формулировать и решать задачи в области физического эксперимента;

ПК-6. Квалифицированно проводить теоретические исследования в области физики;

ПК - 7. Использовать новейшие открытия в естествознании, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии;

ПК - 8. Пользоваться глобальными информационными ресурсами;

Производственно-технологическая деятельность

ПК - 9. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования,

организации и ведения научно-производственной, производственно-технической, опытно-конструкторской работы;

ПК-10. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров материалов и технологических процессов их получения;

ПК-11. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, технической и патентной литературой;

ПК-12. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

Организационно-управленческая деятельность

ПК-13. Принимать оптимальные управленческие решения;

ПК-14. Осваивать и реализовывать управленческие инновации в сфере высоких технологий;

Инновационная деятельность

ПК-15. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития физики и техники, инновационным технологиям, проектам и решениям;

ПК - 16. Определять цели инноваций и способы их достижения.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 68, из них количество аудиторных часов – 34, из них 26 лекционных, практических 8 часов.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Физико-химические основы регуляции клеточного гомеостаза.

Понятие гомеостаза. Физические детерминанты клеточного гомеостаза.

Тема 2. Регуляция внутриклеточного pH.

Буферные свойства растворов. pH в клетках и его сохранение. pH в органеллах. Активный мембранный транспорт кислот и оснований. Зависимость клеточных функций от pH.

Тема 3. Молекулярные моторы и молекулярная подвижность.

Теоретические и экспериментальные методы исследования. Актин. Микротрубочки. Миозин. Кинезин. Мышечная подвижность. АТФ синтаза.

Тема 4. Биофизика одиночных молекул и клеток.

Биофизика одиночных молекул. Флуоресценция одиночных белковых молекул. Флуоресцирующие одиночные молекулы в мембранах и клетках.

Тема 5. Методы статистической механики в биологии.

Статистическая механика лиганд-рецепторного взаимодействия. Свободная энергия разбавленного раствора. Расчет параметров растворов с применением методов статистической механики.

Тема 6. Избранные проблемы клеточной биофизики.

Биофизика клеточного матрикса. Биофизика матриксно-клеточной адгезии. Селектин-медируемая клеточная адгезия. Физика трехмерной клеточной подвижности.

Тема 7. Проблемы нанобиомеханики.

Механические свойства белков. Механическая стабильность, термодинамическая стабильность и кинетическая стабильность. Молекулярные детерминанты механической стабильности белков. Механика свертывания белков. Силовая микроскопия одиночных молекул. Мембранная биомеханика. Механотрансдукция.

Тема 8. Биофизические основы нанобиотехнологий.

Современные биофизическая техника для исследования макромолекул и клеток. Атомная силовая микроскопия мембранных белков. Конфокальная микроскопия в исследовании клеток. Рентгеновская томография клеточных органелл.

Тема 9. Проблемы медицинской биофизики.

Лазеры в медицине и биологии. Механизмы действия лазерного излучения. Механические эффекты. Тепловые эффекты. Механизмы стимулирующего действия лазерного облучения. Фотодинамические механизмы действия света. Методы фототерапии болезней. Ультразвук в биологии и медицине. Скорость звука, акустический импеданс, отражение ультразвука от поверхностей. Ультразвуковые трансдьюсеры. Ультразвуковое эхо. Эффект Доплера. Доплеровская эхокардиография. Клиническая сонография.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Физико-химические основы регуляции клеточного гомеостаза.	2						[3-5]	
2.	Регуляция внутриклеточного pH.	2						[4,5,9]	
3.	Молекулярные моторы и молекулярная подвижность. Актин. Микротрубочки. Миозин. Кинезин. Мышечная подвижность. АТФ синтаза.		2					[1-5,7,8]	Контрольная работа
4.	Биофизика одиночных молекул и клеток.	2						[1-3]	
4.1.	Флуоресценция одиночных белковых молекул. Флуоресцирующие одиночные молекулы в мембранах и клетках.		2						Контрольная работа
5.	Методы статистической механики в биологии. Статистическая механика лиганд-рецепторного взаимодействия.	2						[5,9]	
5.1.	Свободная энергия разбавленного раствора. Расчет параметров растворов с применением методов статистической механики.	2							
6.	Избранные проблемы клеточной биофизики. Биофизика клеточного матрикса		2					[3-5]	Контрольная работа
7.	Проблемы нанобиомеханики. Механические свойства белков. Механическая стабильность, термодинамическая	2						[1-5]	

	стабильность и кинетическая стабильность.								
7.1.	Молекулярные детерминанты механической стабильности белков. Механика свертывания белков. Силовая микроскопия одиночных молекул. Мембранная биомеханика. Механотрансдукция.	2							
8.	Биофизические основы нанобиотехнологий.	2						[1,3,5,8, 6a-10a]	
8.1.	Современные биофизическая техника для исследование макромолекул и клеток. Атомная силовая микроскопия мембранных белков.	2							
8.2.	Конфокальная микроскопия в исследовании клеток. Рентгеновская томография клеточных органелл.	2							
9.	Проблемы медицинской биофизики. Лазеры в медицине и биологии. Механизмы действия лазерного излучения. Механические эффекты. Тепловые эффекты.		2						Контрольная работа, реферат
9.1.	Механизмы стимулирующего действия лазерного облучения. Фотодинамические механизмы действия света. Методы фототерапии болезней.	2							
9.2.	Ультразвук в биологии и медицине. Скорость звука, акустический импеданс, отражение ультразвука от поверхностей.	2							
9.3	Ультразвуковые трансдюсеры. Ультразвуковое эхо. Эффект Доплера. Доплеровская эхокардиография. Клиническая сонография.	2							
	Всего часов	26	8						зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Финкельштейн А.В., Птицин О.Б. Физика белка., 2002, М.: Книжный дом «Университет», 376 с.
2. Tamiki Komatsuzaki; et al Single-molecule biophysics: experiment and theory, 2012, студентам представляется электронная копия
3. Sungchul Ji Molecular theory of the living cell : concepts, molecular mechanisms, and biomedical applications, 2012, студентам представляется электронная копия.
4. Cunningham Zandra. Biophysics and biology (concepts, elements and applications), 2012, студентам представляется электронная копия.
5. Fundamental Concepts in Biophysics. Vol. 1, 2009, студентам представляется электронная копия.
6. Черенкевич С.Н., Мартинович Г.Г., Хмельницкий А.И.. Биологические мембраны: пособие. Минск: БГУ, 2009. 184 с.
7. Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х книгах. Кн.1. Теоретическая биофизика. М.: Высшая шк. 2009. 448 с.
8. Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х книгах. Кн.2. Биофизика клеточных процессов. М.: Высшая шк. 2009. 303с.
9. Блюменфельд Л.А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. М., URSS. 2002.- 160 с.
10. Мартинович Г.Г., Черенкевич С.Н. Окислительно-восстановительные процессы в клетках. Мн.: БГУ, 2008. 159 с.
11. Биофизика: учеб. для студентов вузов. /Антонов В.Ф. и др. – М.: ВЛАДОС, 2006. – 287 с

Дополнительная

1. Черенкевич С.Н., Хмельницкий А.И. Транспорт веществ через биологические каналы. Мн.: БГУ, 2007. 144 с.
2. Биофизика: учеб. /Ревин В.В. и др. – Саранск, Изд. Мордов. ун-а. 2002. – 106. с
3. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. Пер. с англ. - М.: Мир, 2000 – 469с.
4. Хмельницкий А.И., Василевская Н.В., Черенкевич С.Н. Структура и свойства ионных каналов биологических мембран, Минск, БГУ, 2004.

Подбор дополнительной литературы также производится студентами самостоятельно, в том числе из списка перечисленных ниже журналов:

5. Current Opinion in Cell Biology.
6. Current Opinion in Immunology.
7. Current Opinion in Structural Biology

8. Trends in Cellular Biology.
9. Успехи современной биологии.
10. Успехи физических наук.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. 4 контрольные работы по разделам дисциплины.
2. Реферат

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Рекомендуемые разделы для составления контрольных заданий

1. Молекулярные моторы и молекулярная подвижность.
2. Флуоресценция одиночных белковых молекул.
3. Избранные проблемы клеточной биофизики.
4. Проблемы медицинской биофизики.

Примерная тематика реферативных работ

1. Методологии моделирования процессов в живых системах.
2. Модель двух состояний в биосистемах.
3. Биосистемы как минимайзеры энергии.
4. Клеточный гомеостаз.
5. Термодинамическое описание химических реакций.
6. Моделирование биохимических сетей.
7. Метаболические системы.
8. Экспрессия генов.
9. Базы биологических данных.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине используются контрольные задания по разделам дисциплины. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Оценка каждой из контрольных работ должна

быть не ниже 4 баллов, оценка ниже 4 баллов считается неудовлетворительной. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Контрольные мероприятия проводятся в письменной форме. Каждая из контрольных работ включает контрольные вопросы и задачи. Оценка каждой контрольной проводится по десятибалльной шкале.

Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Реферат оформляется подобно обзору литературных данных в курсовой работе и должен включать около 10-15 страниц (включая титульный лист, оглавление, иллюстрации и список литературы). Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждую из письменных контрольных и оценок за защиту реферата.

Текущий контроль по дисциплине (Т, максимум 10 баллов) включает 4 промежуточные письменные контрольные работы по различным темам раздела (K_1 , K_2 , K_3 , K_4 максимум 10 баллов по каждой) и 1 выступление на практических занятиях по вопросам и рефератам (C_1 , максимум 10 баллов).

Оценка текущего контроля проводится с использованием формулы

$$T = (K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + C) / 5$$

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

Итоговый контроль по курсу проводится в виде опроса в устной форме в соответствии со списком вопросов к зачету. Проводится только после выполнения студентом всех контрольных работ при $T \geq 4$.

Зачетная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и зачетной оценки. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости – 0,3; для зачетной оценки – 0,7.

При итоговой отметке $I \geq 4$ материал по курсу считается зачтенным.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Биофизика клетки	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017
Физика мембранных систем	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017
Физические основы структурной и системной биологии	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017
Физика биосистем	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

биофизики

академик, профессор

С.Н.Черенкевич

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик