ИНСТИТУТ МАГИСТРАТУРЫ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНЫХ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании кафедры  
  
протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВЫ НАНОБИОЛОГИИ

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 14.04.02 Ядерные физика и технологии |
| Профиль подготовки (при его наличии) |  |
| Наименование образовательной программы (специализация) | Фемтосекундная лазерная физика и технологии |
| Квалификация (степень) выпускника | Магистр |
| Форма обучения | очная |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Интерактив** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 2 |  | 3 | 108 | 7 | 38 | 24 | 39 | 0 | З |
| ИТОГО | 62 | 3 | 108 | 7 | 38 | 24 | 39 | 0 |  |

Группа: М02-87

Аннотация

Целью освоения учебной дисциплины «Основы нанобиологии» является формирование у студентов системных знаний о физических закономерностях функционирования биологических систем организма человека, физических свойствах биологических макромолекул и методах их изучения, особенностях действия физических факторов на биомолекулярные системы. Эти знания необходимы для изучения других дисциплин и наиболее полно последовательно прививают будущим специалистам принципы научной методологии.

Целью изучения дисциплины «Основы нанобиологии» является также формирование у будущих магистров современных фундаментальных и научно-практических представлений о процессах и возникающих интересных оптических явлениях, происходящих на стыке трех наук – биологии, физики и нанотехнологии, а также возможных их практических применениях.

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Основы нанобиологии» является формирование у студентов системных знаний о физических закономерностях функционирования биологических систем организма человека, физических свойствах биологических макромолекул и методах их изучения, особенностях действия физических факторов на биомолекулярные системы. Эти знания необходимы для изучения других дисциплин и наиболее полно последовательно прививают будущим специалистам принципы научной методологии.

Целью изучения дисциплины «Основы нанобиологии» является также формирование у будущих магистров современных фундаментальных и научно-практических представлений о процессах и возникающих интересных оптических явлениях, происходящих на стыке трех наук – биологии, физики и нанотехнологии, а также возможных их практических применениях.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Содержание программы «Основы нанобиологии» представляет собой комплекс знаний в области биологии, физики и нанотехнологии. В ней используются основные понятия и представления, отвечающие теоретической базе, освоенной студентами при изучении дисциплин в рамках бакалавриата.

Изучение дисциплины позволит выработать навыки постановки и решения исследовательских проблем, развить творческое мышление.

Учебная дисциплина относится к естественнонаучному циклу, является вариативной в обучении студентов. Использует знания физики, математики, биологии, химии и

выполняет функции интегрирующей дисциплины, создает у студентов представление об органическом единстве окружающего мира. Нанобиология , исследуя физические и физико- химические процессы в организме на молекулярном уровне позволяет вскрыть механизмы физиологических процессов и объяснить причины наблюдаемых явлений.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОК-1, ПК-1, ОПК-1, ОСПК-1

В результате освоения дисциплины «Основы нанобиологии» студенты должны:

Знать:

З1. Термодинамические основы существования живых систем

З2. Природные источники свободной энергии

З3. Биомакромолекулы ДНК

З4. Белки

З5. Кинетика биологических систем

З6. Методы исследования биологических объектов

Уметь:

У1. Изложить законы термодинамики применительно к сложным биологическим системам

У2. Характеризация основных типов метаболизма и анализировать процессы жизнедеятельности биосистем, используя законы физики; объяснять физические свойства биологических систем, функционирование этих систем, применяя методы физического и математического моделирования; оценивать эффективность применения физического фактора для изменения состояния системы

У3. Использовать и анализировать полученные кинетические зависимости

У4. Производить расчет основных спектральных параметров. Анализировать полученные оптические спектры биомолекул. Сопоставлять результаты, делать выводы относительно оптических свойств молекул; оценивать выходные данные приборов применяемых в исследованиях в зависимости от структурной организации биологической системы

Владеть:

В1. Способы ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.), приемами работы со специальной литературой

В2. Навыки работы со спектральными приборами. проведения экспериментальных исследований;

составления простейших физических и математических моделей для изучения биосистем; получения информации из разных источников

В3. Навыки получения тонких наноразмерных пленок

4. Структура и содержание учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции, час.** | **Практ. занятия/ семинары, час.** | **Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** |
|  | *2 семестр* |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Живой организм как физическая система. Основы биоэнергетики | 1-4 | 2 | 8 | 6 | ТвР-4,Т-4 | КИ, 4 | 11 |
| 2 | Природные соединения | 5-10 | 3 | 12 | 9 | ТвР-6,ТвР-8,ТвР-10 | КИ, 10 | 23 |
| 3 | Экспериментальные методы биофизики | 11-15 | 2 | 18 | 9 | ТвР-15,Т-15 | КИ, 15 | 16 |
|  | *Итого за 2 семестр* |  | 7 | 38 | 24 |  |  | 50 |
|  | **Контрольные мероприятия после 2 семестра** |  |  |  |  |  | З | 50 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

КИ Контроль по итогам

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *2 семестр* | 7 | 38 | 24 |
| 1 - 4 | **Живые системы** Тема 1. Термодинамика живого объекта. Термодинамические системы Стационарное состояние неравновесной системы. Теорема Пригожина. Поведение в окрестности стационарного состояния. Открытые и закрытые системы. Первый и второй законы термодинамики. Энтропия, свободная энергия. Обратимость и необратимость биологических процессов. Общая схема преобразования энергии в биосистемах. Биологическая роль АТФ и других макроэргических соединений. Предусматривается оформление рефератов и дискуссия по рефератам и прочитанному материалу Тема 2. Природные источники свободной энергии. Испускание и поглощение энергии атомами и молекулами. Люминесценция биологических систем. Биофизические механизмы фотосинтеза и клеточного дыхания. Термодинамика биологических систем. АТФ и макроэргическая фосфатная связь. Источники энергии для образования АТФ в клетке. Окислительно-восстановительный потенциал. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. Энергетическая система живой клетки. Элементы физиологии фотосинтеза. Квантовая биофизика фотосинтеза Предусматривается оформление рефератов и дискуссия по рефератам и прочитанному материалу | 2 | 8 | 6 |
| 5 - 10 | **Строение Биомакромолекул** Тема1. Аминокислоты. Строение основных аминокислот - компонентов белков. Стереохимия аминокислот. Пептиды. Биологическая роль. Типы пептидов. Пептидная связь, ее электронное строение и конфигурация. Основные элементы пространственной структуры пептидов. Понятие о конформационных картах. Типы взаимодействий, определяющие укладку полипептидной цепи в пространстве. Белки. Биологическая роль. Выделение, физико-химические свойства, классификация. Структурные элементы. Понятие вторичной, третичной и четвертичной структуры. Регулярные структуры полипептидной цепи - ¬-спираль, ¬-структура, ¬-изгибы. Пространственная структура белков- Современные представления о биосинтезе белков. Низкомолекулярные природные соединения. Стероиды, липиды, углеводы, низкомолекулярные биорегуляторы. Классификация и свойства. Молекулярные основы иммунологии. Антигены и антигенные детерминанты- ащитные белки иммунной системы. Гибридомы и моноклональные антитела. Химической кинетика Скорость реакции. Закон действующих масс. Константа скорости. Порядок и молекулярность реакции. Катализ. Ферменты - белковые катализааторы. Активный центр фермента, кофакторы. Металлоферменты. Активные центры металлоферментов - изолированные ионы, кластеры, гем, хлорофилл. Механизм ферментативного катализа. Существующие объяснения активности и специфичности ферментов - гипотезы "ключ-замок", "рука-перчатка", "дыба", аллостерический эффект, конформационая релаксация. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибиторы и активаторы ферментов. Кинетические закономерности действия ингибиторов. Аллостерические регуляторы и аллостерические ферменты. Тема 2. Нуклеиновые кислоты. Биологическая роль. Роль ДНК в биосинтезе белка. Понятие о триплетном коде. Структурные элементы нуклеиновых кислот- Двуспиральная структура нуклеиновых кислот. Модель Уотсона-Крика. Вторичная структура ДНК. Конформационные особенности РНК. Взаимодействие с белками. Общие представления о генной инженерии, способы создания рекомбинантных ДНК и их введения в клетку. Применение генной инженерии в фундаментальных исследованиях в биотехнологии. Тема 3. Биологические мембраны. Молекулярная организация. Методы исследования. Строение липидного бислоя. Белок - липидное взаимодействие. Модельные мембраны. Пассивный и активный ионный транспорт. Переносчики ионов и каналы. Мембранная рецепция и передача сигналов через мембрану. Тонкие пленки Ленгмюра-Блоджетт- Шефера, как модели мембранных систем. Метод спинкоатинга и вакуумного напыления. | 3 | 12 | 9 |
| 11 - 15 | **Методы биофизичеких исследований биообъектов** Тема 1. Роль физико-химических методов в исследовании биологических объектов. Краткая характеристика и границы применимости физико-химических методов. Оптические методы. Вращательная, колебательная и электронная составляющие энергии молекулы. Характеристика электромагнитного излучения, поглощение и испускание света. Инфракрасные спектры поглощения. Регистрация ИК-спектров. Валентные и деформационные колебания. Характеристические колебания атомных групп, интенсивность ИК-полос. Проявление водородной связи. Возможности Фурье ИК-спектроскопии. Электронные спектры поглощения. Понятие о хромофорах. Сопряженные и ароматические хромофоры. Техника измерения электронных спектров поглощения. Закон Ламберта-Бера и количественный анализ по электронным спектрам. Типы электронных переходов встречающихся в природных соединениях. Применение спектров поглощения для изучения белков и нуклеиновых кислот.  Тема 2. Флуоресцентная спектроскопия. Отличие флуоресценции от фосфоресценции. Взаимосвязь между эмиссионными спектрами, спектрами возбуждения и спектрами поглощения. Квантовый выход флуоресценции и время жизни возбужденного состояния. Процессы тушения флуоресценции. Поляризация флуоресценции, ее применение. Безызлучательный перенос энергии и оценка расстояния между хромофорными группами в природных соединениях. Применение флуоресценции для изучения структуры белка. Редкоземельные ионы. перенос энергии. Особенности РЗИ. Флуоресцентный перенос энергии. Теория Ферстера. Радиус ФерстераСпектральное перекрывание – условие резонанса. Внутримолекулярный и межмолекулярный перенос энергии. Молекулярная, ионная, смешанная люминесценция РЗИ. Сенсибилизированная люминесценция РЗИ в видимой области. Кратность эффекта ИК люминесценция РЗИ. Сенсибилизированная люминесценция РЗИ в ближнем ИК. Кратность эффекта. Мицеллярные растворы, ленгмюровские пленки. Использование для увеличения эффекта кофлуоресценции. Усиливающие ионы.Механизм переноса возбуждения в пленках. | 2 | 18 | 9 |

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** |
|  | *2 семестр* |
| 1 - 4 | **Спектры поглощения биомакромолекул** 1. Лабораторная работа 1-2. Измерение спектров поглощения порфиринов. Определение основных оптических параметров - концентрации порфирина, коэффициент молекулярной экстинкции в растворах. Определение влияния свойств растворителя на спектры поглощения. 2. Лабораторная работа 3. Измерение спектров поглощения белков (альбумин, гемоглобин, иммуноглобулин. 3. Лабораторная работа 4 Измерение спектров поглощения ДНК из разных источникеов. |
| 5 - 10 | **Спектры люминесценции биомакромолекул** 5. Лабораторная работа 5. Измерение спектров люминесценции порфиринов и биологических макромолекул в растворе. 6. Лабораторная работа 6 Определение зависимости интенсивности люминесценции от концентрации, Определение основных параметров люминесценции – квантовый выход. 7. Лабораторная работа 7 Получение пленочных материалов методом спинкоатинга. Получение пленок порфирина разной концентрации и разной скорости вращения центрифуги. Измерение спектров поглощения и люминесценции пленок порфирина. Сравнение спектров, полученных в растворах и пленках. |
| 11 - 15 | **Спектры поглощения и флуоресценции биомакромолекул в пленках** Лабораторная работа 8 Получение пленочных материалов методом спинкоатинга. - пленок гемоглобина, иммуноглобулина, альбумина разной концентрации и разной скорости вращения центрифуги. Измерение спектров поглощения и люминесценции пленок порфирина. Сравнение спектров, полученных в растворах и пленках. 9. Лабораторная работа 9. Получение пленочных материалов методом спинкоатинга - пленок ДНК разной концентрации и разной скорости вращения центрифуги. Измерение спектров поглощения и люминесценции пленок порфирина. Сравнение спектров, полученных в растворах и пленкх. 10. Лабораторная работа 10 Получение бионанокомпозитов на основе белков и кристаллитов лантаноидов методом обработки ультразвуком. Получение пленок бионанокомпозитов, исследование их оптических свойств |

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** |
|  | *2 семестр* |
| 1 - 4 | **Биофизика живыых систем** • Понятие живого организма, как открытой неравновесной системы; • Энтропия открытой системы; • Жизнь вдали от равновесия, синергетический эффект; • Свойства открытых систем; • Основные понятия неравновесной термодинамики, (2-ой закон термодинамики для неравновесных систем); • Понятие хаоса; • Коллективные колебательные процессы; • Точки бифуркации; • Понятие стационарного состояния открытой системы • Информация и энтропия; • Информация, содержащаяся в живых организмах; • Каталитические процессы – способы передачи информации в живой системе. |
| 5 - 10 | **Иммунология, молекулярная генетика** • Иммунная система Виды иммунитета. Макрофаги фагоциты, и антитела. • Возникновение иммунного ответа. Система комплемента. Фагоцитоз. • Иммунный ответ на белки. Процесс распознавания: свой – чужой. • Виды иммуноглобулинов. Другие компоненты иммунитета. Лимфатическая система. • Центральная догма молекулярной генетики; • Структура нуклеиновых кислот • Генетический код и триплеты РНК • Белки и их биологические функции • Генетика и общество • Структура и деление клеток • Способы передачи информации в клетке • Регуляция синтеза белка • Рекомбинантные технологии и расшифровка ДНК • Геномика и протеомика • Методы протеомики • Бактериальный протеом • Биотехнология • Продукция инсулина бактериями • Трансгенные животные и фармацевтические продукты • Трансгенные культурные растения • Генетическое тестирование и этические проблемы • Метод «отпечатков пальцев» в изучении ДНК. Судебное применение метода «отпечатков пальцев» • |
| 11 - 15 | **Собственная люминесценция белков. Плазмоника** • Особенности строения ароматических аминокислот • Альфа и бета спирали • Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структуры белков • Правые и левые спирали • Строение белков. Гидрофобные и гидрофильные области • Ароматические аминокислоты. • Люминесцентные свойства ароматических аминокислот • Квантовый выход люминесценции • Время жизни возбужденного состояния • Схемы процессов поглощения и испускания света. Диаграмма Яблонского • Перенос энергии электронного возбуждения в растворах и пленках. Теория Ферстера • Условия, необходимые для резонансного переноса энергии • Миграция энергии. Кооперативная миграция энергии • Численное исследование ЛПР в наносферах • Релеевское рассеяние • Теория Друда, Ми • Сечение поглощения • Сечение поглощения для золотых наносфер и наностержней, зависимость от размера наночастицы • Сечение экстинкции, зависимость от размера наночастицы • Реальная и мнимая части диэлектрической проницаемости • Спектральные зависимости поглощения для золотых наносфер и наностержней, сходство и различие • Взаимодействие золотых наносфер и наностержней с белками • Модель Друде для взаимодействия золотых наноструктур с белком. Соответствие расчетных параметров с таковыми, полученными экспериментально • Миграция энергии в системе: золотые наноструктуры – белок. |

5. Образовательные технологии

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и семинаров, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания, повторения ранее пройденного материала в виде рефератов и докладов.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Курс "Основы нанобиологии" рассчитан на один семестр, преподается во 2-м семестре магистратуры и разделен на три раздела:

1. Живой организм как физическая система. Основы биоэнергетики

2. Природные соединения

3. Экспериментальные методы биофизики

По завершении каждого раздела студентам будет предложено пройти Обязательный Текущий Контроль (ОТК), проводимый в виде теста.

По результатам ответов на вопросы теста студентам начисляются баллы.

Максимальное количество баллов, которые возможно набрать по окончанию первого, второго и третьего разделов - 10, 20 и 20 соответственно.

Тестовые задания приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Основы нанобиологии»

На решение тестовых заданий студенту отводится 10 минут.

Если студент не набирает 50% баллов по результатам теста, то задание считается незасчитанным и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе.

Таким образом, к зачету студент может максимально набрать 50 баллов.

Зачет проводится в виде ответов на вопросы к зачету. Максимальное время подготовки ответа - 1 час.

Вопросы к зачету приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Основы нанобиологии»

По результатам зачета студент может получить максимально 50 баллов.

Баллы, полученные за зачет суммируются с баллами, полученными по результатам Обязательного Текущего Контроля.

Итого, максимальное количество баллов, которые может получить студент по данной дисциплине составляет 100.

Итоговая оценка промежуточного контроля по дисциплине определяется на основании набранных баллов по следующей таблице:

Зачет: 60-100 баллов

Незачет: менее 60 баллов

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 57 Д40 Молекулярная и клеточная биофизика : , Москва: Мир, 2012

2. 57 С32 Методы в молекулярной биофизике Т. 1 , , Москва: Университет. Базовый элемент, 2009

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

в) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Электронная библиотека учебников (http://studentam.net/content/category/1/103/113/)

2. Плазмоника (http://mirknig.com/2011/12/01/plazmonika-teoriya-i-prilozheniya.htmlлазмоника)

3. Большая бесплатная библиотека (http://tululu.org/b52491/)

4. Medulka.ru Электронные книги Биохимия (http://medulka.ru/himiya-biohimiya)

5. Банк книг (http://bankknigs.com/estesstv\_nauki/291344-osnovy-biohimii-lenindzheratoma-1-2.html)

6. Электронная библиотека (http://bukvy.net/books/estesstv\_nauki/127765-osnovy-fluorescentnoy-spektroskopii.html)

7. Электронная библиотека Лакович -люминесцентная спектроскопия (http://bukvy.net/books/estesstv\_nauki/127765-osnovy-fluorescentnoy-spektroskopii.html)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 Ядерные физика и технологии.

Авторы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Чудинова Галина Константиновна д.ф.-м.н. с.н.с. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись) |

Рецензент(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись) |