

УТВЕРЖДАЮ

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.А. Колесников

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных
работников высшей школы

по направлению
«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ»

на базе учебного курса
«Биологические наноструктуры»

Цель Изучение принципов устройства и функционирования биологических наноструктур

Категория слушателей преподаватели и научные работники высшей школы

Примерный срок обучения 24 часа

Форма обучения с частичным отрывом от работы

Режим занятий 8 часов в день

Целью данного курса является ознакомление с основными принципами и особенностями строения и функционирования биологических молекул и надмолекулярных ансамблей в живой природе, показать взаимосвязь биологических наук и нанотехнологии. На примере основных классов биомолекул – белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот показано строение и функционирования надмолекулярных ансамблей и наноструктур в живой клетке, рассмотрены молекулярные механизмы передачи и преобразования вещества, энергии и информации в живых системах.

Требования к уровню освоения учебного курса.

Преподаватели должны:

Знать:

- принципы организации и функционирования биологических наноструктур;
- основные классы биологических молекул, их строение и основные функции;
- молекулярные механизмы восприятия, передачи и преобразования информации в живых системах;
- молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах.

Иметь навыки:

- видеть связь биологических наук и наук о наноматериалах;
- самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии;

Иметь представление:

- о строении и функционировании ферментов, коллагеновых волокон, гемоглобина;
- о строении и функционировании клеточной мембраны, механизмах транспорта веществ через клеточную мембрану, о строении углеводного каркаса клеточной стенки растений;
- о строении нуклеиновых кислот, процессах репликации, транскрипции, трансляции;
- о строении и работе нервно-мышечного синапса, зрительного и слухового рецептора, о молекулярных механизмах гормональной регуляции;
- о путях анаэробного и аэробного окисления глюкозы, механизмах клеточного дыхания и фотосинтеза.

Научные работники должны:

Знать:

- принципы организации и функционирования биологических наноструктур;
- основные классы биологических молекул, их строение и основные функции;
- молекулярные механизмы восприятия, передачи и преобразования информации в живых системах;
- молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах.

Иметь навыки:

- видеть перспективы возможных биологических, медицинских и экологических приложений наноматериалов;
- самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной медицинским и биологическим приложениям нанотехнологии;
- понимать логику живых наносистем и творчески применять ее в профессиональной деятельности.

Иметь представление:

- о строении и функционировании ферментов, коллагеновых волокон, гемоглобина;
- о строении и функционировании клеточной мембраны, механизмах транспорта веществ через клеточную мембрану, о строении углеводного каркаса клеточной стенки растений;
- о строении нуклеиновых кислот, процессах репликации, транскрипции, трансляции;
- о строении и работе нервно-мышечного синапса, зрительного и слухового рецептора;
- о путях анаэробного и аэробного окисления глюкозы, механизмах клеточного дыхания и фотосинтеза.

Учебный курс «Биологические наноструктуры» состоит из дистанционной и очной частей.

Дистанционная часть учебного курса обеспечивает слушателя необходимым объёмом знаний по выбранной тематике. Задача дистанционной составляющей учебного курса – подготовить слушателя к очному обсуждению рефератов по выбранным темам и посещению специализированной лаборатории в РХТУ им. Д.И.Менделеева. Дистанционная часть учебного курса составляет 12 часов учебной нагрузки и включает теоретическую часть (лекционную) и тестирование.

В дистанционной (теоретической) части учебного курса изложены теоретические основы строения и функционирования биологических молекул, надмолекулярных ансамблей и наноструктур в живой клетке, рассмотрены молекулярные механизмы передачи и преобразования вещества, энергии и информации в живых системах.

Теоретическая часть учебного курса состоит из пяти лекций.

Содержание лекционного курса

Лекция 1. Белковые нанообъекты.

Уровни организации структуры белков – первичная, вторичная, третичная, четвертичная. Наноструктура коллагеновых волокон. Структура и функции гемоглобина. Строение ферментов. Особенности биокатализа. Строение активного центра ферментов и опознавание молекул. Теория индуцированного соответствия. Роль коферментов. Примеры коферментов.

Лекция 2. Углеводные и липидные наноструктуры.

Строение углеводов. Примеры моно- и дисахаридов и полисахаридов. Наноструктура клеточной стенки растений. Классификация липидов. Примеры липидов. Строение клеточной мембраны. Мембранный транспорт: простая и облегченная диффузия, активный транспорт. Механизм действия Na^+/K^+ -насоса.

Лекция 3. Наноструктура и функции нуклеиновых кислот.

Химический состав нуклеиновых кислот. Двухспиральная структура молекулы ДНК, принцип комплементарности. Упаковка ДНК эукариот на нано-уровне. Репликация ДНК, строение репликативной вилки. Транскрипция, работа РНК-полимеразы. Строение транспортной РНК. Основные стадии процесса трансляции.

Лекция 4. Молекулярные механизмы восприятия, передачи и преобразования информации.

Понятие и строение рецептора. Строение и работа нервно-мышечного синапса, нейромедиаторы. Фоторецепция, фоторецепторные белки, строение и работа зрительного рецептора. Строение и работа слухового рецептора. Молекулярный механизм восприятия вкуса.

Лекция 5. Молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах.

Понятие метаболизма, ключевые метаболиты, макроэргические молекулы. Аэробное и анаэробное окисление углеводов. Гликолиз. Цикл Кребса. Механизм окислительного фосфорилирования. Фотосинтез, световая и темновая стадии. Механизм световой стадии фотосинтеза.

Очная часть учебного курса представляет собой обсуждение рефератов по выбранным темам и ознакомительное посещение специализированной биохимической лаборатории в РХТУ им. Д.И.Менделеева. Задача очной части курса – углубление и закрепление информации, освоенной в ходе дистанционной части курса, включая знакомство с современной биохимической лабораторией и проведение лабораторной работы по

выделению и первичной очистке белков из природного материала. Очная часть учебного курса составляет 12 часов учебной нагрузки. На выполнение лабораторной работы отводится 8 часов учебной нагрузки, на обсуждение рефератов – 4 часа.

Задание на лабораторный практикум: выделение и первичная очистка белков из природного материала.

Работа проводится в лаборатории биохимии кафедры промышленной биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Цель работы - ознакомление с методами выделения и очистки белковых нанообъектов с сохранением их нативной структуры и свойств. В ходе работы проводится выделение фракций альбуминов и глобулинов из природного материала – куриного белка или дрожжей методом высаливания сульфатом аммония с последующим центрифугированием. Первичная очистка полученных белков проводится хроматографически, методом гель-фильтрации на колонке с сефадексом G-25. Анализ полученных в ходе хроматографического разделения фракций на наличие белков проводится методом спектрофотометрии. Полное описание работы указано в практикуме: Н.Г. Луценко, Н.Н. Суворов Химия биологически активных соединений. Методические указания / Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. М., 1997. 48 с.

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится по 12 часов соответственно. Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса находится на сайте www.nanoobr.ru. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **тестовые вопросы** для самопроверки и **контрольные вопросы**.

Тестовые вопросы к курсу «Биологические наноструктуры»

Лекция 1. Белковые нанообъекты.

Вопрос 1. В молекуле белка α -спираль является:

1 – первичной структурой, 2 – вторичной структурой, 3 – третичной структурой, 4 – четвертичной структурой.

Ответ

Вопрос 2. В молекуле белка β -структура образуется за счет:

1 – ковалентных связей, 2 – гидрофобных связей, 3 – внутрицепочечных водородных связей, 4 - межцепочечных водородных связей.

Ответ

Вопрос 3. Денатурация - это:

1 – нарушение первичной структуры белка, 2 – нарушение вторичной, третичной и четвертичной структуры белка, 3 – нарушение третичной структуры белка, 4 – нарушение четвертичной структуры белка.

Ответ

Вопрос 4. Молекула тропоколлагена состоит из:

1 – двух α -спиралей, 2 – трех α -спиралей, 3 – двух коллагеновых спиралей, 4 – трех коллагеновых спиралей.

Ответ

Вопрос 5. Кооперативный эффект при связывании кислорода с гемоглобином:

1 – каждая предыдущая молекула O₂ присоединяется легче, чем последующая, 2 – каждая последующая молекула O₂ присоединяется труднее, чем предыдущая, 3 – каждая последующая молекула O₂ присоединяется легче, чем предыдущая, 4 – все четыре молекулы O₂ кооперативно присоединяются к одному гемму.

Ответ

Вопрос 6. Активность фермента в зависимости от температуры и pH:

1 – возрастает линейно, 2 – возрастает экспоненциально, 3 – имеет максимум, 4 – имеет минимум.

Ответ

Вопрос 7. Активный центр фермента:

1 – с самого начала строго комплементарен субстрату, 2 – подстраивается по субстрату в ходе присоединения субстрата, 3 – подстраивается под субстрат в ходе химической реакции, 4- подстраивается под субстрат в ходе отщепления продукта реакции.

Ответ

Вопрос 8. При конкурентном ингибировании фермента:

1 – ингибитор связывается с активным центром фермента, 2 – ингибитор связывается с субстратом, 3 – ингибитор связывается с аллостерическим центром фермента, 4- ингибитор вызывает денатурацию фермента.

Ответ

Вопрос 9. Низкомолекулярные органические соединения, которые соединяются с белковой частью фермента и таким образом обеспечивают каталитическую активность, называются:

1 – катализаторы, 2 – промоторы, 3 – коферменты, 4 – кофакторы.

Ответ

Вопрос 10. Активная форма витамина B5 - кофермент никотинамидадениндинуклеотид (НАД) участвует в ферментативных реакциях:

1 – декарбоксилирования, 2 – переноса –ОН групп, 3 – переноса -NH₂ групп, 4 – окислительно-восстановительных.

Ответ

Лекция 2. Углеводные и липидные наноструктуры.

Вопрос 1. Сахароза является:

1 – моносахаридом, 2 – дисахаридом, 3 – трисахаридом, 4 – полисахаридом.

Ответ

Вопрос 2. Целлюлоза состоит из:

1 – неразветвленных цепей α-D-глюкозы, 2 – разветвленных цепей α-D-глюкозы, 3 – неразветвленных цепей β-D-глюкозы, 4 – разветвленных цепей α-D-фруктозы.

Ответ

Вопрос 3. Липиды плохо растворимы в:

1 – воде, 2 – этаноле, 3 – хлороформе, 4 – гексане.

Ответ

Вопрос 4. Сложные эфиры высших жирных кислот и высших моноатомных или двухатомных спиртов:

1 – триглицериды, 2 – воска, 3 – фосфолипиды, 4 – сфинголипиды.

Ответ

Вопрос 5. Биологические мембраны – это:

1 – ансамбли липидных и белковых молекул, удерживаемых вместе нековалентными взаимодействиями, 2 – ансамбли липидных и белковых молекул, удерживаемых вместе ковалентными связями, 3 – ансамбли липидных молекул, удерживаемых вместе нековалентными взаимодействиями, 4 – ансамбли липидных и белковых молекул, удерживаемых вместе водородными связями.

Ответ

Вопрос 6. Строение липидного бислоя клеточных мембран.

1 – Полярные "головки" молекул липидов обращены внутрь; неполярные, гидрофобные "хвосты" находятся снаружи бислоя.

2 – Полярные "головки" молекул липидов обращены наружу; неполярные, гидрофобные "хвосты" находятся внутри бислоя.

3 – Полярные "головки" молекул липидов частично обращены наружу, а частично находятся внутри бислоя

Ответ

Вопрос 7. Интегральные белки в составе биологических мембран:

1 – находятся на внешней поверхности, 2 – находятся на внутренней поверхности, 3 – могут пронизывать мембрану насквозь.

Ответ

Вопрос 8. Активный транспорт вещества через биологическую мембрану –

1 – перенос в сторону повышения концентрации или электрохимического потенциала,

2 – перенос в сторону снижения концентрации или электрохимического потенциала,

3 – перенос в обоих направлениях

Ответ

Вопрос 9. Работа Na^+/K^+ -АТФ-азы (Na^+/K^+ -насоса) осуществляется за счет:

1 – энергии АТФ, 2 – энергии липидов бислоя, 3 – энергии разности потенциалов, 4 – градиента концентраций натрия.

Ответ

Вопрос 10. При работе Na^+/K^+ -АТФ-азы происходит:

1 – перенос трех ионов калия из клетки наружу и двух ионов натрия внутрь клетки; 2 –

перенос трех ионов натрия из клетки наружу и двух ионов калия внутрь клетки; 3 –

перенос двух ионов калия из клетки наружу и двух ионов натрия внутрь клетки; 4 –

перенос трех ионов натрия из клетки наружу и трех ионов калия внутрь клетки.

Ответ

Лекция 3. Наноструктура и функции нуклеиновых кислот.

Вопрос 1. В молекуле ДНК:

1 – сахарофосфатный остов располагается внутри двойной спирали, 2 – сахарофосфатный остов и азотистые основания располагаются по периферии двойной

спирали, 3 – азотистые основания располагаются внутри двойной спирали, 4 – азотистые основания располагаются по периферии двойной спирали.

Ответ -

Вопрос 2. Принцип комплементарности азотистых оснований в молекуле ДНК:

1 – А - Т, Г – Ц; 2 – А - Г, Т – Ц; 3 – А - У, Г – Ц

Ответ -

Вопрос 3. Синтез ДНК по полуконсервативному механизму:

1 – в каждой цепи половина оснований сохраняется, 2 – в каждой цепи чередуются новые и исходные участки, 3 – каждая из образовавшихся при репликации молекул ДНК содержит по одной исходной и одной новой цепи.

Ответ -

Вопрос 4. Синтез ДНК в ходе репликации идет:

1 – только на лидирующей цепи ДНК, 2 – только в одном направлении, 3 – сначала на лидирующей, а потом на отстающей цепи ДНК, 4 – сначала от 5' к 3' концу, затем от 3' к 5' концу.

Ответ -

Вопрос 5. Транскрипция:

1 – ДНК → 2 ДНК, 2 – ДНК → РНК, 3 – РНК → ДНК, 4 – РНК → белок.

Ответ -

Вопрос 6. РНК-полимераза необходима для:

1 – стабилизации двойной цепи ДНК, 2 – осуществления процесса транскрипции, 3 – осуществления процесса трансляции, 4 – осуществления процесса репликации.

Ответ -

Вопрос 7. Укажите правильное утверждение:

1 – транспортная РНК содержит участок связывания со строго определенной аминокислотой, 2 – образование аминоацил-тРНК катализируется ферментом, специфичным для каждой аминокислоты, 3 – аминоацил-тРНК присоединяется к мРНК по действием строго специфичного фермента, 4 – аминоацил-тРНК присоединяется к мРНК за счет ковалентных связей.

Ответ -

Вопрос 8. Рибосома содержит:

1 – белки, липиды, рРНК, 2 – белки, рРНК, рДНК, 3 – белки, липиды, нуклеиновые кислоты, 4 – белки, рРНК.

Ответ -

Вопрос 9. В ходе трансляции информация считывается с:

1 – тРНК, 2 – рРНК, 3 – мРНК, 4 – ДНК.

Ответ -

Вопрос 10. Может ли живой организм на основе аминокислотной последовательности белка воспроизвести нуклеотидную последовательность ДНК?

1 – да, 2 – нет, 3 – только вирус, 4 – только ретро-вирус.

Ответ -

Лекция 4. Молекулярные механизмы восприятия, передачи и преобразования информации.

Вопрос 1. Рецептор состоит из:

1 – чувствительного элемента и источника энергии, 2 – чувствительного элемента и преобразователя, 3 – чувствительного элемента, преобразователя и эффектора.

Ответ –

Вопрос 2. В ходе передачи сигнала через синапс происходит:

1 – преобразование электрического сигнала в механический, а затем в химический, 2 – преобразование электрического сигнала в химический, а затем в механический, 3 – преобразование химического сигнала в электрический, 4 – преобразование электрического сигнала в химический, а затем опять в электрический.

Ответ –

Вопрос 3. Нейромедиатор:

1 – вещество, вызывающее усиление нервного импульса, 2 – вещество, участвующее в проведении нервного импульса по аксону, 3 – вещество, являющееся химическим посредником при передаче сигнала в синапсе, 4 – вещество, изменяющее свою структуру под действием нервного импульса.

Ответ –

Вопрос 4. В основе токсического действия никотина лежит:

1 - его структурное сходство с ацетилхолином, 2 – его взаимодействие с мембранами аксонов, 3 – его способность проводить нервный импульс, 4 – его способность служить нейромедиатором.

Ответ –

Вопрос 5. На молекулярном уровне восприятие светового сигнала происходит за счет:

1 – окисления ретинола, 2 – восстановления ретиналя, 3 – цис- транс-изомеризации ретиналя.

Ответ –

Вопрос 6. В основе сенсорных функций палочек и колбочек лежит преобразование:

1 – механического сигнала в химический, 2 – электрического сигнала в химический, 3 – светового сигнала в химический, 4 – химического сигнала в механический.

Ответ –

Вопрос 7. В основе сенсорных функций волосковых клеток уха лежит преобразование:

1 – механического сигнала в электрический, 2 – электрического сигнала в химический, 3 – светового сигнала в химический, 4 – химического сигнала в механический.

Ответ –

Вопрос 8. Связывание сахарозы с рецептором на поверхности рецепторной клетки приводит к:

1 – расщеплению сахарозы и накоплению АТФ, 2 – цис-транс изомеризации белка, 3 – запуску Na^+/K^+ -насоса, 4 – активации фермента аденилатциклазы и образованию цАМФ.

Ответ –

Лекция 5. Молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах.

Вопрос 1. Процессы ферментативной деградации, в ходе которых крупные органические молекулы разрушаются до простых органических и неорганических соединений с одновременным выделением свободной энергии, называются:

1 – перевариванием, 2 – катаболическими путями, 3 – анаболическими путями, 4 – центральными путями обмена.

Ответ –

Вопрос 2. При гидролизе макроэргов высвобождается более:

1 – 20 кДж/моль, 2 – 50 кДж/моль, 3 – 100 кДж/моль, 4 – 200 кДж/моль.

Ответ –

Вопрос 3. В клетке запасенная в виде аденозинтрифосфата (АТФ) энергия высвобождается в ходе:

1 – окисления АТФ, 2 – восстановления АТФ, 3 – гидролиза АТФ, 4 – распада АТФ на азотистое основание, моносахарид и фосфат.

Ответ –

Вопрос 4. В ходе гликолиза на одну молекулу глюкозы получается:

1 – 2 молекулы молочной кислоты (лактата) и 4 молекулы АТФ, 2 – две молекулы ацетилКоА и 2 молекулы АТФ, 3 – 2 молекулы молочной кислоты (лактата) и 2 молекулы АТФ, 4 – две молекулы глицеральдегид-3-фосфата и 2 молекулы АТФ.

Ответ –

Вопрос 5. Сопряжение аэробного и анаэробного путей окисления углеводов происходит за счет реакции:

1 – окисления лактата, 2 – окисления фосфоенолпирувата, 3 – превращения пирувата в ацетилКоА, 4 – связывания ацетилКоА с оксалоацетатом.

Ответ –

Вопрос 6. Цикл трикарбоновых кислот начинается с:

1 – присоединения молекулы ацетилКоА к молекуле оксалоацетата, 2 – присоединения молекулы ацетилКоА к молекуле цитрата, 3 – присоединения молекулы ацетилКоА к молекуле сукцината, 4 – присоединения молекулы ацетилКоА к молекуле фосфоенолпирувата.

Ответ –

Вопрос 7. При окислительном фосфорилировании сопрягаются процессы:

1 – окисления глюкозы и фосфорилирования АДФ, 2 – окисления фосфоенолпирувата и образования АТФ, 3 – окисления глюкозы и фосфорилирования глицеральдегида, 4 – окисления НАДН или ФАДН₂ и образования АТФ.

Ответ –

Вопрос 8. Перенос электронов в дыхательной цепи осуществляется путем:

1 – последовательного открывания и закрывания ионных каналов, 2 – простой диффузии, 3 – окислительно-восстановительных реакций, 4 – реакций изомеризации.

Ответ –

Вопрос 9. В ходе световой фазы фотосинтеза не происходит:

1 – фотохимическое возбуждение хлорофилла, 2 – окислительное расщепление воды, 3 – синтез АТФ, 4 – синтез углеводов.

Ответ –

Вопрос 10. Ключевая стадия темновой фазы фотосинтеза:

1 – присоединение CO_2 к рибулозо-1,5-дифосфату, 2 – присоединение CO_2 к глицерол-3-фосфату, 3 – образование глюкозы, 4 – образование ацетилКоА.

Ответ –

Контрольные вопросы для проверки материала в количестве 25 вопросов

1. Уровни организации структуры белка. Какими связями они стабилизируются?
2. Наноструктура коллагеновых волокон.
3. Чем обусловлена разница в связывании кислорода гемоглобином и миоглобином?
4. Как происходит ферментативный катализ, его этапы.
5. Роль витаминов в ферментативном катализе. Почему избыток витамина А не заменит недостатка витамина В1?
6. Роль углеводов в наноструктуре клеточной стенки растений.
7. Классификация липидов и примеры липидов различных классов.
8. Наноструктура биологических мембран и их основные функции.
9. Виды мембранного транспорта и их особенности.
10. Механизм действия Na^+/K^+ -насоса.
11. Упаковка генетического материала эукариот.
12. Репликация ДНК, строение репликативной вилки.
13. Транскрипция, работа РНК-полимеразы.
14. Строение и работа транспортной РНК.
15. Основные стадии процесса трансляции.
16. Наноструктура и работа нервно-мышечного синапса.
17. Строение и работа зрительного рецептора.
18. Строение и работа слухового рецептора.
19. Молекулярные механизмы восприятия вкуса на примере сахарозы.
20. Катаболические и анаболические пути в обмене веществ.
21. Аэробное окисление глюкозы – основные стадии.
22. Механизм окислительного фосфорилирования.
23. Фотосинтез, световая и темновая стадии.
24. Механизм световой стадии фотосинтеза.
25. Сравните процессы окислительного фосфорилирования и световой стадии фотосинтеза.

В конце очной части учебного курса слушатели готовят отчеты по **темам контрольных рефератов**, которые используются для углубления усвоения всего учебного курса.

Темы контрольных рефератов по курсу «Биологические наноструктуры»

1. Наноструктура мышечных волокон. Работа мышечных белков – актина и миозина, молекулярный механизм мышечного сокращения.
2. Молекулярный механизм свертывания крови как пример работы ферментативного каскада.
3. Строение и функции миелиновой оболочки нейронов.
4. Структура и биологическая роль гиалуроновой кислоты.
5. Генная инженерия, примеры достижений и перспективы.
6. Передача нервного импульса по нейронам.
7. Восприятие запахов.
8. Химические реакции цикла Креббса.
9. Строение и функции хлорофилла.
10. Перспективы нанобиотехнологии и биомиметики.

Учебно-тематический план

№	Название учебного курса и лекций	Всего, час.	в том числе (указать часы)			Форма контроля
			Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение преподавателем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.)	Самостоятельная работа. Подготовка ответов контрольные вопросы	Очный практикум или другое практическое задание	
	“Биологические наноструктуры ”	24 ч.	10	2	12	1. Тесты для самотестирования 2. Контрольные вопросы (электронная зачётка)
	Лекция №1 Белковые нанообъекты		2			
	Лекция №2 Углеводные и липидные наноструктуры.		2			
	Лекция №3 Наноструктура и функции нуклеиновых кислот.		2			
	Лекция №4 Молекулярные механизмы восприятия, передачи и преобразования информации.		2			
	Лекция №5 Молекулярные механизмы превращения энергии и вещества в живых системах.		2			
	Итоговый контроль		1. Тесты для самотестирования	2. Контрольные вопросы	3. Реферат	Реферат

			(электронная зачётка)		
--	--	--	-----------------------	--	--

1.1. Список литературы (основной и дополнительной), а также других видов учебно-методологических материалов и пособий, необходимых для изучения (конспектов лекций, видеолекций, лазерных дисков и др.). Указывается литература и дополнительные источники информации – (не более 10-15 источников, включая источники, размещённые в Интернете).

Литература

а) основная

1. Э.Рис, М. Стенберг. Введение в молекулярную биологию: от клеток к атомам. – М.: Мир, 2002. 142 с.
2. К. Смит. Биология сенсорных систем.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 583 с.
3. Б. Эггинс. Химические и биологические сенсоры. М.: Техносфера, 2005. 336 с.
4. В. Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002. 446 с.
5. Н.Г. Луценко, Н.Н. Суворов. Химия биологически активных соединений. Методические указания. / Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. - М., 1997. 48 с.

б) дополнительная

5. Нанотехнологии. Азбука для всех. Под. ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 368 с.
6. Н.Г. Луценко. Начала биохимии: курс лекций. – М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002. 125 с.
7. Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. Биология. В 3-х томах. Под ред. Р. Сопера. Т. 1. - М.: Мир, 2001. 454 с.
8. В.П. Комов, В.Н. Шведова. Биохимия. - М.: Дрофа, 2004. 640 с.

Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса на сайте www.nanoobr.ru