Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова Химический факультет

Декан химического факультета, Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) МФК**

**Наноматериалы на основе биополимеров**

**Biopolymer-based nanomaterials**

**Уровень высшего образования:**

Бакалавриат, специалитет, магистратура

**Направление подготовки:**

Для всех направлений подготовки

**Форма обучения:**

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена   
Учебно-методической комиссией факультета

(протокол №7 от 07.07.2021)

Москва 2021

1. **Место дисциплины (модуля) в структуре ООП:** вариативная часть ООП, Межфакультетские курсы.
2. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).** Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровень** | **Компетенция** | **Индикаторы достижения** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)** |
| **Б** | **УК-2 (ОС МГУ), УК-6 (ФГОС ВО)** Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | Критически анализирует собственный интеллектуальный потенциал, оценивает возможные направления саморазвития | **Знать:** базовые особенности строения и свойств биополимеров, позволяющие получать наноразмерные системы на их основе.  **Знать:** основныеобласти применения различных видов нанобиоматериалов.  **Уметь:** определять потребность в получении дополнительных знаний для расширения своего кругозора на основе критической самооценки  **Уметь:** осваивать новые знания за пределами сферы своих профессиональных интересов  **Уметь:** формулировать круг практических задач, которые могут быть решены с использованием нанобиоматериалов.  **Владеть:** навыками использования знаний о строении вещества для понимания свойств материалов. |
| **С** | **УК-11.** Способен определять и реализовывать приоритеты личностного и  профессионального развития на основе самооценки |
| **М** | **УК-8.** Способен определять и реализовывать приоритеты личностного и  профессионального развития на основе самооценки |

Б – бакалавриат (ФГОС ВО, интегрированная подготовка ОС МГУ), С – специалитет (ОС МГУ), М – магистратура (ОС МГУ)

**3. Объем дисциплины (модуля)** составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 24 часов составляет контактная работа учаще гося с преподавателем (22 часа занятия лекционного типа, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 12 часов составляет самостоятельная работа учащегося.

**4. Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен:**

знать: основные классы органических соединений и их свойства;

уметь: последовательно выстраивать логические рассуждения на основе фактов и получаемых знаний, делать обоснованные выводы.

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содер- жание разделов и тем дисцип- лины (модуля),**  **форма промежуточной аттеста- ции по дисциплине (модулю)** | **Всего (часы**) | В том числе | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с препо- давателем), часы**  из них | | | | | | **Самостоятельная рабо- та обучающегося, часы** из них | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные кон- сультации | Учебные за- нятия, на- правленные на проведе- ние текуще- го контроля успеваемо- сти, проме- жуточной аттестации | **Всего** | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п.. | **Всего** |
| Тема 1.  Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов. | 16 | 10 | - | - | - | - | 10 |  |  | 6 |
| Тема 2.  Самособирающиеся нанострутуры на основе нуклеиновых кислот. | 18 | 12 | - | - | - | - | 12 |  |  | 6 |
| Промежуточная аттестация *зачет* | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  |  | 12 |
| **Итого** | **36** | **22** | **0** | **0** | **0** | **2** | **24** | **0** | **0** | **12** |

**Содержание тем:**

**Тема 1. Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов.**

Лекция 1. Базовые принципы организации белковых молекул. Основные взаимодействия, определяющие стабильность молекулы белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Понятие о денатурации глобулярных белков. Белковые материалы нерегулярного строения. Понятие об их строении, свойствах и применении в качестве строительных, бытовых, пищевых, конструкционных и др. материалов.

Лекция 2. Наноструктурированные материалы на основе пептидов. Базовые принципы образования самособирающихся пептидных филаментов из различных типов пептидов. Созревание пептидных нанофиламентов в наноматериалы более сложного строения. Сенсорные наносистемы пептидной природы, дизайн и возможности применения.

Лекция 3. Использование белковых и пептидных наноматериалов в качестве матриц для синтеза и самоорганизации небелковых нанообъектов. Биоминерализация в природе. Возможности применения белковых и пептидных наноматериалов для тканевой инженерии; для направленной доставки агентов *in vivo*.

Лекция 4. Белковые материалы регулярного строения. Принципы образования супрамолекулярных белковых комплексов. Возможности инженерии наноструктур заданной архитектуры на основе белков. Белковые нанокапсулы, их разнообразие и применение. Использование в качестве реакторов для синтеза небелковых наноматериалов; в качестве контейнеров для направленной доставки. Возможности направленного дизайна белковых нанокапсул.

Лекция 5. Гибридные и композитные наноматериалы. Использование белковых/пептидных компонентов в качестве меток для адресной доставки НЧ. Биовизуализация с использованием белок- и пептид-содержащих наноматериалов.

Лекция 6. Механические свойства белковых наносистем. Природные и синтетические белковые волокна. Эластомерные и структурные волокна, особенности их строения и применения. Природные эластомерные белки и возможности их использования в наномеханике. Механосенсорные системы.

**Тема 2. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот**

Лекция 7. Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации. Триплексы. Квадруплексы. Катенаны. Особенности структурной организации РНК: двутяжевые РНК, вторичная и третичная структура однотяжевых РНК. Неканонические взаимодействия. Шпильки, псевдоузлы, структурированные петли, молнии. Аптамеры.

Лекция 8. Методы синтеза НК. Методы определения последовательности НК: сиквенс по Сенгеру, по М.-Гилберту. Методы получения информации о структуре НК.

Лекция 9. Структурная ДНК-нанотехнология. Перекрест молекулы ДНК. Двухмерные поверхности. Сетки на основе ДНК-множеств: DX множества: дизайн и самосборка плоских кристаллов ДНК, модификации поверхности. ДНК нанотрубки: дизайн и характеристика, сравнение преимуществ и недостатков по отношению к углеродным нанотрубкам. Гибридные материалы.

Лекция 10. Материалы с пространственной организацией. Другие множества: на основе трех, шести угольников, возможность получения трехмерных материалов. ДНК-оригами, а именно создание поверхности из одной нити НК, модулированной короткими НК. ДНК полиэдры.

Лекция 11. ДНК наномеханические уствойства ( ДНК-нанороботехника). Устройства на основе «молекулярных пинцетов». Основа волнообразного движения. Виды топлива ДНК-нанороботов: свето-, рН-зависимые и температуро-зависиые системы.

Контроллеры на основе ДНК: принцип работы. Первые «компьютеры» на их основе: MAYAI и MAYAII. Стратегия развития.

Лекция 12. Функциональная ДНК-нанотехнология. ДНКзимы. Общие определения и свойства. Принципы создания материалов с использованием ДНКзимов. Молекулярные моторы и другие устройства на основе ДНКзимов. Рибозимы и их возможное использование.

6. Образовательные технологии:

* мультимедийное сопровождение лекций;
* использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса (сайт, электронная почта);
* преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ и зарубежной практики.

**7. Ресурсное обеспечение:**

* Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках.

Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

Основная литература

1. Материалы лекций (презентации, конспекты).

Дополнительная литература

1. Научные публикации из списка, рекомендованного лекторами.
2. Наноматериалы. Свойства и сферы применения. Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд. Санкт-Петербург: Лань, 2020.
3. Нанолекарства. Концепции доставки лекарств в нанонауке. Научный мир. 2010.
4. Nanobiomaterials in Drug Delivery. Applications of Nanobiomaterials, Volume 9. Edited by: Alexandru Mihai Grumezescu. Elsevier Inc. 2016.
5. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии (перевод с англ. под ред. Ю.И. Головина). М.: Техносфера.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости): использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса и мультимедийных технологий на лекциях.

* Описание материально-технической базы.
* Занятия проводятся в аудиториях, оснащенных персональным компьютером и мультимедийным проектором.

1. **Язык преподавания** – русский
2. **Преподаватели:**

Зверева Мария Эмильевна, д.х.н., профессор

Родина Елена Валерьевна, к.х.н., доцент

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете

проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.2.

**Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Принципы организации белковых наноматериалов нерегулярного строения. Примеры их получения и применения.

2. Принципы самоорганизации пептидных нанофиламентов на основе пептидов различного строения. Возможности их практического применения.

3. Белковые и пептидные наногели и гидрогели. Принципы их организации, примеры практического применения.

4. Примеры самособирающихся нанокапсул на основе природных белков. Возможности их практического применения.

5. Принципы функционирования сенсорных наноматериалов на основе белков и пептидов. Возможности их применения.

6. Возможности дизайна белковых и пептидных наноструктур с заданными свойствами.

7. Применение белковых и пептидных наноматериалов для синтеза небелковых наночастиц.

8. Применение белковых и пептидных наноматериалов в качестве матриц для тканевой инженерии.

9. Белковые и пептидные компоненты, применяемые для адресной доставки наночастиц.

10. Примеры природных белковых волокон. Принципы строения белков, определяющие уникальные механические свойства этих систем.

11. Принципы строения НК, определяющие возможность самосборки супрамолекулярных комплексов.

12. Примеры самособирающихся поверхностных наноструктур на основе НК. Возможности их практического применения.

13. Что такое структурная ДНК-нанотехнология? Возможности ее практического применения.

14. Принципы функционирования ДНК наномеханические уствойств. Примеры.

15. Направленная модификация ДНК для дизайна наноструктур с заданными свойствами.

16. Что такое ДНКзимы? Какое их возможное применение?

17. Какое применение ДНК-наноматериалов возможно в медицине?

18. Применение ДНК-вычислений. Какие диагностикумы на основе ДНК-наноматериалов?

19. Как реализуются вычисления при использовании ДНК? Пример решения задачи Коммивояжёра.

20. Как реализуются логические ворота на основе ДНК? Почему вычисления на основе ДНК представляют практический интерес?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)** | | | | |
| Оценка  Результат | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знания | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| Умения | Отсутствие умений | В целом успешное, но не систематическое умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (до-  пускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение |
| Навыки (владения) | Отсутствие навыков | Наличие отдельных навыков | В целом, сформированные навыки, но не в активной форме | Сформированные навыки, применяемые при решении задач |

**Критерии оценки ответов на зачете:**

*Зачтено (оценка 3, 4 и 5)*

Ответ логически выстроен и излагается на хорошем научном языке. Студент владеет необходимыми источниками и литературой, ориентируется в них, использует при ответе специализированную лексику, дает грамотные ответы на основной и дополнительные вопросы.

*Не зачтено (оценка 2)*

В ответе полностью отсутствует явная логика. Студент не владеет в полной мере даже основными источниками, не ориентируется в них, при ответе не использует специализированную лексику, дает неудовлетворительные ответы на дополнительные и основные вопросы.

|  |  |
| --- | --- |
| **РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ**  **по дисциплине (модулю)** | **ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ** |
| **Знать:** базовые особенности строения и свойств биополимеров, позволяющие получать наноразмерные системы на их основе.  **Знать:** основныеобласти применения различных видов нанобиоматериалов. | мероприятия текущего контроля успеваемости |
| **Уметь:** определять потребность в получении дополнительных знаний для расширения своего кругозора на основе критической самооценки  **Уметь:** осваивать новые знания за пределами сферы своих профессиональных интересов  **Уметь:** формулировать круг практических задач, которые могут быть решены с использованием нанобиоматериалов. | мероприятия текущего контроля успеваемости |
| **Владеть:** навыками использования знаний о строении вещества для понимания свойств материалов. | мероприятия текущего контроля успеваемости |