

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета, Акад.  
РАН, профессор



***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ***  
*направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности*

**Биоорганическая химия**

**Bioorganic chemistry**

**Уровень высшего образования:**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
Биоорганическая химия (104-01-00-149-хн)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Требованиями к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемыми Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова (приказ №1216 от 24 ноября 2021 г.) и паспортом научной специальности 1.4.9 «Биоорганическая химия»

1. Краткая аннотация:

***Название дисциплины – Биоорганическая химия (Bioorganic chemistry)***

**Цель** изучения дисциплины – подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Биоорганическая химия», ознакомить обучающихся с самыми современными проблемами и методами молекулярной биологии, такими как инструментальные методы биоорганической химии и молекулярной биологии, генетическая инженерия, молекулярный докинг лигандов, репликация, репарация, рекомбинация, рестрикция и модификация ДНК прокариот и эукариот, стратегия репликации бактериофагов и вирусов, клеточный цикл, транскрипция и биосинтез белка у прокариот и эукариот, регуляция внутриклеточных процессов, клеточный транспорт и синтетическая биология.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

3. Научная специальность: 1.4.9 Биоорганическая химия, область науки: 1. Естественные науки

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: Дисциплины (модули), направленные на подготовку к кандидатским экзаменам - курс по специальности (для сдачи канд. минимума), может быть прослушана аспирантами в качестве факультативного курса

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 94 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (22 часов – занятия лекционного типа, 70 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 14 часов – сам. работа.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

1. «Неорганическая химия»,
2. «Аналитическая химия»,
3. «Органическая химия»,
4. «Химические основы биологических процессов»,
5. «Введение в специализацию: Химия моно- и дисахаридов»,
6. «Основы биохимии»,
7. «Химия белка»,
8. «Химия нуклеиновых кислот»,
9. «Методы исследования белков и нуклеиновых кислот»,

10. «Генетическая инженерия»,
11. «Молекулярная и клеточная биология»,
12. «Иммунология»,
13. «Математический анализ»,
14. «Механика»,
15. «Электричество».

## 7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе   |                           |                        |                             |  |           |   |                           |       |
|---|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--|-----------|---|---------------------------|-------|
|   |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы<br>из них |                           |                        |                             |  |           | Самостоятельная работа обучающегося, часы<br>из них |                           |       |
|   |              | Занятия лекционного типа  | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | Всего     | Выполнение домашних заданий                         | Подготовка к коллоквиумам | Всего |
| Тема 1. Инструментальные методы биоорганической химии (п.1,2,6,7 Паспорта специальности).                                   | <b>15</b>    | 3   | 10                        |                        |                             |  | <b>13</b> | 2   |                           | 2     |
| Тема 2. Генетическая инженерия (п.1,2,3,7 Паспорта специальности)   | <b>15</b>    | 3   | 10                        |                        |                             |  | <b>13</b> | 2   |                           | 2     |
| Тема 3. Молекулярный докинг лигандов белков инуклеиновых кислот (п.1,4,5 Паспорта специальности)                            | <b>15</b>    | 3   | 10                        |                        |                             |  | <b>13</b> | 2   |                           | 2     |
| Тема 4. Рестрикция и модификация ДНК (п.1,6,7 Паспорта специальности)   | <b>15</b>    | 3   | 10                        |                        |                             |  | <b>13</b> | 2   |                           | 2     |
| Тема 5. Стратегии репликации бактериофагов и вирусов (п.5,6 Паспорта специальности)   | <b>16</b>    | 4   | 10                        |                        |                             |  | <b>14</b> | 2   |                           | 2     |
| Тема 6. Стратегии дизайна лекарств и принципы их направленной доставки (п.3,5,7 Паспорта специальности)                     | <b>15</b>    | 3   | 10                        |                        |                             |  | <b>13</b> | 2   |                           | 2     |

|  |            |           |           |  |  |   |           |    |  |           |
|--|------------|-----------|-----------|--|--|---|-----------|----|--|-----------|
| Тема 7. Синтетическая биология (п.1, 4,6,7 Паспорта специальности) | <b>15</b>  | 3         | 10        |  |  |   | <b>13</b> | 2  |  | 2         |
| Промежуточная аттестация: <i>зачет</i>                             | <b>2</b>   |           |           |  |  | 2 | <b>2</b>  |    |  |           |
| <b>Итого</b>   | <b>108</b> | <b>22</b> | <b>70</b> |  |  | 2 | <b>94</b> | 14 |  | <b>14</b> |

Содержание тем:

**Тема 1.** Инструментальные методы биоорганической химии.

Основные методы, используемые в процессе выделения биомолекул. Способы разрушения тканей и клеток, высаливание, диализ, ультрафильтрация, лиофилизация. Седиментационные методы. Экстракция как метод выделения. Электрофоретические методы. Изоэлектрофокусирование. Двумерный электрофорез. Основные хроматографические методы. Масс-спектрометрия. Оптическая спектроскопия. ДОВ и КД, применение КД спектроскопии для исследования структуры полипептидов и белков. Люминесценция: флуоресценция и фосфоресценция. Фурье ИК спектроскопия и КР спектроскопия, анализ структуры пептидов и белков по ИК и КР спектрам. Рентгеноструктурный анализ биополимеров. Электронная микроскопия. Спектроскопия ЭПР. Спектроскопия ЯМР.

**Тема 2.** Генетическая инженерия.

Получение рекомбинантных ДНК *in vitro*. Эндонуклеазы рестрикции и ДНК-лигаза как основные инструменты генетической инженерии. Использование ПЦР для получения фрагментов ДНК. Молекулярное клонирование. Векторы (плазмиды, фаги, космиды, искусственная дрожжевая хромосома; вирусы животных; челночные векторы). Конструирование библиотек генов и их анализ.

**Тема 3.** Молекулярный докинг лигандов белков и нуклеиновых кислот.

Компьютерное моделирование молекулярной механики биомолекул. Природа сил, стабилизирующих пространственную структуру биополимера. Понятие об эмпирических функциях энергии (силового поля). Компьютерное моделирование молекулярной динамики биомолекул. Роль внутренних движений биомолекулы. Формы функций потенциальной энергии используемой для молекулярной динамики (МД).

**Тема 4.** Рестрикция и модификация ДНК.

Системы рестрикции-модификации – защитные механизмы бактерий. Эндонуклеазы рестрикции, классификация, номенклатура, механизм действия. Примеры функционирования этой системы.

**Тема 5.** Стратегии репликации бактериофагов и вирусов.

Общие схемы репликации вирусов. ДНК- и РНК- содержащие вирусы, стратегия их репликации, общее и особенности репликации вирусов разных семейств. Принципы репликации бактериофагов.

**Тема 6.** Стратегии дизайна лекарств и принципы их направленной доставки.

Путь создания лекарственного средства. Разные подходы к созданию лекарств. Методы химической модификации (гомологический подход, молекулярное разъединение / упрощение, молекулярное присоединение, изостерические замены). Широкомасштабный скрининг библиотек соединений – поиск нужной биологической активности. Рациональный дизайн – изучение структуры и механизма действия мишени, подбор лиганда компьютерными методами, экспериментальная проверка кандидатных соединений.

**Тема 7.** Синтетическая биология.

Принципы создания совершенно новых биологических систем, в том числе функционирующих живых клеток с синтетическим геномом. Процессы, происходящих в клетке в процессе ее «редактирования». Инструменты редактирования клеточного генома. Создание клеточных моделей для поисков и тестирования лекарств. Создание средств диагностики, профилактики и лечения болезней человека, в том числе с применением персонализированного подхода. Технологии компьютерного моделирования для создания новых биологических макромолекул.

## 8. Образовательные технологии.

- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;

- использование презентаций.

## 9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине(модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

## 10. Ресурсное обеспечение:

### **Основная литература:**

1. В. Lewin. Genes VIII. Pearson Education, NJ, 2004.
2. Льюин Б. Гены. Москва. Бином. 2012.
3. В. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. Molecular Biology of the Cell (4th ed.) Garland Science, New York, 2002.

### **Дополнительная литература (периодические издания)**

1. Nature: international weekly journal of science.
2. Cell Journal.
3. Science Journal.
4. Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America journal.
5. The Journal of Biological Chemistry.
6. Theranostics journal.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Сайт-компаньон к 3 изданию книги Leningher A.L., Nelson D.L., Cox M.M. Principles of Biochemistry (Worth Publishers, 2000), с интерактивным 3D структурным модулем:  
<http://rnp-group.belozersky.msu.ru/links.html>
2. Biochemistry online: An Approach Based on Chemical Logic, by Dr. Henry Jakubowsky:  
<http://employees.csbsju.edu/hjakubowski/classes/ch331/bcintro/default.html>
3. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. Biochemistry, 5th Edition, Online hypertextbook:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?call=bv.View..ShowTOC&rid=stryer.TOC&depth=2>
4. Online Biology Book, by Farabee M.J.  
<http://www.estrellamountain.edu/faculty/farabee/biobk/biobooktoc.html>
5. Коллекция клипов по биологии клетки: <http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations/>
6. The Medical Biochemistry Page: <http://themedicalbiochemistrypage.org/>

### **Описание материально-технической базы:**

Занятия проводятся в аудиториях, оборудованных для мультимедийных презентаций.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

— старший научный сотрудник, канд. хим. наук Королев Сергей Павлович,  
spkorolev@mail.ru

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Примеры тем презентаций для самостоятельной подготовки для прохождения промежуточной аттестации (получения зачета):

1. Новые рибозимы, проясняющие возможности пребиотической эволюции.
2. Использование лучей Бесселя в SPIM микроскопии.

Требования к презентации:

1. Самостоятельный подбор не менее трех литературных источников
2. Мультимедийная презентация объемом не менее 20 слайдов
3. Доклад продолжительностью не менее 20 минут
4. Умение ответить на вопросы, возникшие в ходе научной дискуссии



## Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проходит по результатам промежуточной аттестации в формате презентации и доклада с научным обсуждением выбранной темы. Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В случае представленная аспирантом презентация, которая оценена не ниже, чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено».

| <b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b> |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| Оценка Результат  | Незачёт (2)  | Зачёт (3)   | Зачёт (4)  | Зачёт (5)  |
| Знания  | Отсутствие базовых знаний о современных концепциях биоорганической химии                                   | Общие, но неглубокие знания о современных концепциях биоорганической химии  | Общие, но не структурированные знания о современных концепциях биоорганической химии   | Сформированные систематические знания о современных концепциях биоорганической химии                                       |
| Умения  | Отсутствие умения применять знания о современном состоянии биоорганической химии для решения научных задач | В целом успешное, но не систематическое умение применять знания о современном состоянии биоорганической химии для решения научных задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания о современном состоянии биоорганической химии для решения научных задач (допускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение применять знания о современном состоянии биоорганической химии для решения научных задач |
| Навыки (владения)   | Отсутствие навыков решения задач современной биоорганической химии и молекулярной биологии                 | Наличие навыков решения задач современной биоорганической химии и молекулярной биологии   | В целом, сформированные навыки решения задач современной биоорганической химии и молекулярной биологии, но не в активной форме   | Сформированные навыки решения задач современной биоорганической химии и молекулярной биологии                              |

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Требованиями к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемыми Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова (приказ №1216 от 24 ноября 2021 г.) и паспортом научной специальности

1. Краткая аннотация:

**Название дисциплины – Коллоидная химия (Colloid chemistry)**

**Цель** изучения дисциплины – подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности «Коллоидная химия», обучить квалифицированному владению современным подходом в решении задач, связанных с дисперсными системами и другими коллоидными объектами в различных областях науки для моделирования и прогнозирования их физико-химических свойств.

**Задачи** обучения направлены на приобретение обучающимися следующих знаний и навыков:

(1) знаний о современных подходах исследования в области устойчивости дисперсных систем; (2) умения применять экспериментальные и теоретические методы для обработки экспериментальных данных; (3) умения выбирать метод моделирования, адекватный поставленной задаче, заданным условиям и имеющимся вычислительным средствам, и интерпретировать результаты расчетов.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

3. Научная специальность: **1.4.10** Коллоидная химия, область науки: 1. Естественные науки

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: Дисциплины (модули), направленные на подготовку к кандидатским экзаменам - курс по специальности (для сдачи кандидатского минимума), может быть прослушан аспирантами в качестве факультативного курса.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 62 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов – занятия лекционного типа, 24 часа – занятия семинарского типа, 6 часов групповые консультации, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 46 часов – самостоятельная работа.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия. На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

1. «Математический анализ»
2. «Линейная алгебра»
3. «Физика»
4. «Физическая химия»
5. «Строение молекул»

6. «Квантовая химия»
7. «Коллоидная химия»
8. «Электрохимия»

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)                        | Всего (часы) | В том числе   |                           |                        |                             |  |           |   |                           |           |
|--|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--|-----------|---|---------------------------|-----------|
|  |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы<br>из них |                           |                        |                             |  |           | Самостоятельная работа обучающегося, часы<br>из них |                           |           |
|  |              | Занятия лекционного типа  | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | Всего     | Выполнение домашних заданий                         | Подготовка к коллоквиумам | Всего     |
| Блок 1. Устойчивость дисперсных систем и взаимодействия частиц дисперсной фазы (п.1, 3, 5, 7, 10, 16, 17, 21 Паспорта специальности).              | <b>26</b>    | 8   | 8                         | 2                      |                             |  | <b>18</b> | 8   |                           | <b>8</b>  |
| Блок 2. Современная теория устойчивости дисперсных систем (п.2, 4, 8, 9, 12, 13, 18 Паспорта специальности).                                       | <b>32</b>    | 10  | 8                         | 2                      |                             |  | <b>20</b> | 12  |                           | <b>12</b> |
| Блок 3. Коллоидно-химические принципы стабилизации и механизмы коагуляции дисперсных систем (п. 6, 11, 14, 15, 19, 20, 22 Паспорта специальности). | <b>34</b>    | 12  | 8                         | 2                      |                             |  | <b>22</b> | 12  |                           | <b>12</b> |
| Промежуточная аттестация <i>зачёт</i>  | <b>16</b>    |   |                           |                        |                             | 2  | <b>2</b>  |   |                           | <b>14</b> |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>108</b>   | 30  | 24                        | 6                      |                             | 2  | <b>62</b> | <b>32</b>   |                           | <b>46</b> |

## Содержание блоков

### **Блок 1.** Устойчивость дисперсных систем и взаимодействия частиц дисперсной фазы.

Тема 1.1. Введение. Краткая историческая справка о создании теории агрегативной устойчивости дисперсных систем.

Тема 1.2. Кинетическая и агрегативная устойчивость.

Тема 1.3. Молекулярная составляющая расклинивающего давления.

Тема 1.4. Энергия притяжения частиц.

Тема 1.5. Теория стерической стабилизации.

### **Блок 2.** Современная теория устойчивости дисперсных систем.

Тема 2.1. История создания современной теории.

Тема 2.2. Теории Мекора, Клейфилда и Лама, Ёкеля.

Тема 2.3. Современные теории стерической стабилизации Мейера и Фишера. Тема 2.4. Теория ДЛФО.

### **Блок 3.** Коллоидно-химические принципы стабилизации и механизмы коагуляции дисперсных систем.

Тема 3.1. Стабилизация дисперсных систем неионогенными поверхностно-активными веществами.

Тема 3.2. Коагуляция. Электролитная необратимая коагуляция.

Тема 3.3. Концентрационная, нейтрализационная коагуляция.

Тема 3.4. Гетерокоагуляция.

Тема 3.5. Коагуляция стерически стабилизированных дисперсных систем систем и систем, стабилизированных неионогенными ПАВ.

Тема 3.6. Кинетика коагуляции. Теория быстрой и медленной коагуляции

## 8. Образовательные технологии.

Проводятся традиционные лекции с использованием мультимедийных презентаций.

## 9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине(модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень заданий для самостоятельной работы. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

## 10. Ресурсное обеспечение:

### **Основная литература**

1. Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. М.: Наука, 1987.
2. Урьев Н.Б., Потанин А.А. Текучесть суспензий и порошков. -М.: Химия, 1992.
3. Матвеев В.Н., Кирсанов Е.А. Поверхностные явления в жидких кристаллах – М:МГУ, 1991. – 272 с.
4. Матвеев В.Н., Волков В.А. Устойчивость и коагуляция. Рукописное пособие. Баку, 2014г., 56 стр.
5. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Санкт-Петербург. Химия. 1992.
6. Е.А.Кирсанов, В.Н.Матвеев. Неньютоновское течение дисперсных, полимерных и жидкокристаллических систем. Структурный подход. М. Техносфера 2016.- 384 с.
7. Израелашвили Д. Межмолекулярные и поверхностные силы. Пер. с англ. / Под ред. И.В. Яминского. – М.: Научный мир, 2011. – 456 с.
8. Коллоидно-химические основы нанонауки. / Под ред. А.П. Шпака и З.Р. Ульберг. – К.: «Академперіодика», 2005. – 466 с.
9. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения. Пер. с англ. –Спб.: Профессия, 2007. – 560 с.
10. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – 2-е изд., испр. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 568 с.
11. Роулинсон Дж., Уидом Б. Молекулярная теория капиллярности. Пер. с англ. / Под ред. А.И. Русанова. – М.: Мир, 1986. – 376 с.
12. Encyclopedia of Surface and Colloid Science. Ed. P.Somasundaran. NewYork – London. Taylor&Francis. 2006.
13. Конспект лекций.

### **Дополнительная литература**

1. Гиббс Дж. Термодинамика. Статистическая физика. –М.: Наука. 1982.

2. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. – М.: Химия, 1967.
3. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. М.: Наука, 1978; Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979.
4. Измайлова В.Н., Ямпольская Г.П., Сумм Б.Д. Поверхностные явления в белковых системах. – М.: Химия. 1988.
5. Неппер Д. Стабилизация коллоидных дисперсий полимерами. – М.: Мир, 1986.
6. Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок. – М.: Наука, 1986.
7. Адамсон А. Физическая химия поверхностей: Пер. с англ. – М.: Мир, 1979.
8. Периодическая научная литература.

#### **Материально-техническая база**

— ноутбук, мультимедийный проектор, демонстрационная доска.

11. Язык преподавания – русский.
12. Преподаватели: преподаватели и сотрудники кафедры коллоидной химии.

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

##### **Вопросы к зачету**

1. Кинетическая устойчивость
2. Развитие теории агрегативной устойчивости дисперсных систем
4. Молекулярная слагающая расклинивающего давления. Энергия притяжения частиц
5. Этапы развития теории стерической стабилизации дисперсных систем
6. Теория Мекора
7. Теория Клейфилда и Лама
8. Теория Ёкеля
9. Современные теории стерической стабилизации. Теория Мейера
10. Теория Фишера
11. Стабилизация неионогенными поверхностно-активными веществами
12. Электролитная необратимая коагуляция
13. Гетерокоагуляция
14. Коагуляция стерически стабилизированных систем
15. Коагуляция дисперсных систем, стабилизированных неионогенными ПАВ
16. Кинетика коагуляции
17. Типы межмолекулярных взаимодействий
18. Принципы расчетов устойчивости структур методом молекулярной динамики(ММД)

### Вопросы для контроля текущей успеваемости

1. Укажите основные причины выделения дисперсных частиц в особую группу.
2. Эмпирические потенциалы межмолекулярных взаимодействий. Потенциалы Леннарда - Джонса и Букиннгема.
3. Ван-дер Ваальсовы силы. Силы Кеезома. Дебаевские силы. Лондоновские силы (дисперсионные силы).
4. Теория устойчивости гидрофобных золь (теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека). Приведите ее основные положения.
5. Молекулярная слагающая расклинивающего давления. Энергия притяжения частиц.
6. Методы получения дисперсных систем: метод замены растворителя; химические реакции с получением нерастворимых веществ.
7. Коагуляция гидрофобных коллоидов. Теория Смолуховского.
8. Различие между седиментационной и агрегативной устойчивостью.
9. Современная теория стерической стабилизации дисперсных систем.
10. Принципы стабилизации дисперсных систем неионогенными поверхностно-активными веществами.
11. Электролитная необратимая коагуляция.
12. Коагуляция дисперсных систем, стабилизированных неионогенными и ионогенными ПАВ.
13. Теория медленной коагуляции в представлениях: Фукса, Чураева, Зонтага и Шилова, Духина.
14. Обратимая коагуляция по Муллеру.



**Методические материалы**  
**для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проходит по билетам, каждый из которых включает три теоретических вопроса. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже, чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено».

| <b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b> |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
| Оценка<br>Результат   | Незачёт (2)   | Зачёт (3)  | Зачёт (4)   | Зачёт (5)  |
| Знания  | Отсутствие базовых знаний о современных концепциях коллоидной химии         | Общие, но неглубокие знания о современных концепциях коллоидной химии  | Общие, но не структурированные знания о современных концепциях коллоидной химии   | Сформированные систематические знания о современных концепциях коллоидной химии                  |
| Умения  | Отсутствие умения применять знания о современном состоянии коллоидной химии | В целом успешное, но не систематическое умение применять знания о современном состоянии коллоидной химии для | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания о современном состоянии коллоидной химии для решения научных задач (допускает неточности) | Успешное и систематическое умение применять знания о современном состоянии коллоидной химии      |
| Навыки (владения)   | Отсутствие навыков применения аппарата современной коллоидной химии         | Наличие навыков применения аппарата современной коллоидной химии, не всегда верно используемых               | В целом сформированные навыки применения аппарата современной коллоидной химии, но не в активной форме  | Сформированные навыки применения аппарата современной коллоидной химии при решении научных задач |