

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 22.01.2025 08:35:59  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a10

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
/Ларионова О.С./  
« 21 » марта 2022 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Дисциплина

**МОДУЛЬ. НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ:  
МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР И  
БИОПОЛИМЕРОВ. МОЛЕКУЛЯРНО-  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
НАНОБИОТЕХНОЛОГИЙ**

Направление подготовки

**19.03.01 Биотехнология**

Направленность  
(профиль)

**Биотехнология**

Квалификация  
Выпускника

**Бакалавр**

Нормативный срок  
обучения

**4 года**

Форма обучения

**Очная**

Кафедра-разработчик

**Микробиология, биотехнология и химия**

Ведущий преподаватель

**Ханадеев В.А., доцент**

**Разработчик: доцент, Ханадеев В.А.**

  
(подпись)

## Содержание

|                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....                                                                                                                                       | 3  |
| 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....                                                                                                  | 4  |
| 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы..... | 12 |
| 3.1. Входной контроль.....                                                                                                                                                                                                      | 12 |
| 3.2. Доклады.....                                                                                                                                                                                                               | 13 |
| 3.3. Контрольные работы.....                                                                                                                                                                                                    | 13 |
| 3.4. Тестовые задания.....                                                                                                                                                                                                      | 14 |
| 3.5. Ситуационные задачи.....                                                                                                                                                                                                   | 16 |
| 3.6. Лабораторная работа.....                                                                                                                                                                                                   | 17 |
| 3.7. Рубежный контроль.....                                                                                                                                                                                                     | 18 |
| 3.8. Промежуточная аттестация.....                                                                                                                                                                                              | 25 |
| 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования .....                                                                    | 32 |
| 4.1. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....                                                                                                                                               | 32 |
| 4.2. Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....                                                      | 32 |
| 4.2.1. Критерии оценки устного (письменного) ответа.....                                                                                                                                                                        | 33 |
| 4.2.2. Критерии оценки доклада.....                                                                                                                                                                                             | 35 |
| 4.2.3. Критерии оценки выполнения контрольных работ.....                                                                                                                                                                        | 36 |
| 4.2.4. Критерии оценки выполнения тестовых заданий.....                                                                                                                                                                         | 36 |
| 4.2.5. Критерии оценки выполнения ситуационных задач.....                                                                                                                                                                       | 37 |
| 4.2.6. Критерии оценки лабораторных работ.....                                                                                                                                                                                  | 37 |

# 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10.08.2021 г. № 736, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

## Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий»

| Компетенция |                                                                                                                                  | Индикаторы достижения компетенций                                                   | Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)* | Виды занятий для формирования компетенции | Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код         | Наименование                                                                                                                     |                                                                                     |                                                                    |                                           |                                                                                                                          |
| 1           | 2                                                                                                                                | 3                                                                                   | 4                                                                  | 5                                         | 6                                                                                                                        |
| ПК-2        | Способен реализовать и управлять биотехнологическими процессами                                                                  | ПК-2.1 Выбирает рациональную технологическую схему биотехнологического производства | 6, 7                                                               | Лекции /лабораторные занятия              | Доклад / тестирование / лабораторная работа / контрольная работа / устный опрос / письменный опрос / ситуационные задачи |
| ПК-6        | Способен работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности | ПК-6.2 Применяет достижения новых технологий для решения профессиональных задач     | 6, 7                                                               | Лекции /лабораторные занятия              | Доклад / тестирование / лабораторная работа / контрольная работа / устный опрос / письменный опрос / ситуационные задачи |

### Примечание:

Компетенция ПК-2 – также формируется в ходе освоения дисциплин: «Химическая кинетика и биокатализ», «Общая химическая технология», «Общая биотехнология», «Модуль. Пищевая биотехнология: Ферментативные и микробиологические технологии в пищевой промышленности. Пищевая

биотехнология продуктов из сырья растительного и животного происхождения», «Экологическая биотехнология», «Сельскохозяйственная биотехнология», «Технология получения биологически активных веществ», «Теоретические основы биотехнологии», «Основы иммунологии и получение иммунобиологических препаратов», «Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов», «Фармацевтическая биотехнология», «Ветеринарная биотехнология», «Промышленная биотехнология», а также в ходе прохождения технологической, преддипломной практики, и при выполнении и подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

Компетенция ПК-6 – также формируется в ходе освоения дисциплин: «Основы научных исследований», «Модуль. Пищевая биотехнология: Ферментативные и микробиологические технологии в пищевой промышленности. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного и животного происхождения», «Экологическая биотехнология», «Сельскохозяйственная биотехнология», «Технология получения биологически активных веществ», «Основы иммунологии и получение иммунобиологических препаратов», «Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов», «Фармацевтическая биотехнология», «Ветеринарная биотехнология», «Промышленная биотехнология», а также в ходе прохождения ознакомительной, технологической, преддипломной практики, и при выполнении и подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **Перечень оценочных средств**

Таблица 2

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Представление оценочного средства в ОМ    |
|-------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1     | контрольная работа               | средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу или нескольким разделам                                                                                                                                                                                               | комплект контрольных заданий по вариантам |
| 2     | доклад                           | продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. | темы докладов                             |
| 3     | устный опрос                     | средство контроля,                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | вопросы по темам                          |

|   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                               |
|---|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                     | организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.                                                                                                                          | дисциплины:<br>- перечень вопросов для устного опроса<br>- задания для самостоятельной работы |
| 4 | письменный опрос    | средство контроля, основанное на получении от обучающегося письменных ответов на вопросы по определенному разделу, теме.                                                                                                                                                                                                                                 | перечень вопросов по заданным темам                                                           |
| 5 | лабораторная работа | средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике | лабораторные работы                                                                           |
| 6 | тестирование        | метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков, способностей и других качеств личности, а также их соответствие определенным нормам путем анализа способов выполнения обучающимися ряда специальных заданий                                                                                                                           | банк тестовых заданий                                                                         |
| 7 | ситуационные задачи | задачи, позволяющие осваивать интеллектуальные операции последовательно в процессе работы с информацией: ознакомление – понимание – применение – анализ – синтез - оценка                                                                                                                                                                                | банк ситуационных задач                                                                       |

### Программа оценивания контролируемой дисциплины

Таблица 3

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины) | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | 2                                        | 3                                             | 4                                |

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины)                                                  | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                         | 3                                             | 4                                        |
| 1     | <b>Хронология развития нанонауки, нанотехнологии, нанопроизводства.</b>                   | ПК-2                                          | Входной контроль/<br>письменный опрос    |
| 2     | <b>Междисциплинарный характер нанотехнологий</b>                                          | ПК-6                                          | Письменный опрос                         |
| 3     | <b>Углеродные наноструктуры.</b><br>Фуллерены. Графен.                                    | ПК-6                                          | Письменный опрос                         |
| 4     | <b>Коллоидные кластеры и наноструктуры.</b> Золи, мицеллы, микроэмульсии.                 | ПК-2                                          | Лабораторная работа                      |
| 5     | <b>Нанопорошки.</b><br>Структура, свойства., получение и применение.                      | ПК-2                                          | Письменный опрос                         |
| 6     | <b>Объемные наноматериалы.</b><br>Технологии, область применения                          | ПК-2                                          | Письменный опрос                         |
| 7     | <b>Дифракционные методы исследования наноструктур.</b> Масс-спектрометрия.                | ПК-6                                          | Письменный опрос                         |
| 8     | <b>Электронная микроскопия.</b><br>Различные виды электронной микроскопии                 | ПК-6                                          | Письменный опрос                         |
| 9     | <b>Атомно-силовая микроскопия.</b>                                                        | ПК-6                                          | Письменный опрос                         |
| 10    | <b>Нанотестирование.</b><br>Проведение тестов с использованием наночастиц и наноструктур. | ПК-2                                          | Письменный опрос,<br>Ситуационная задача |
| 11    | <b>Методы конструирования наноструктур.</b><br>Нисходящие и восходящие методы.            | ПК-6                                          | Лабораторная работа                      |
| 12    | <b>Элементарные объекты и методы наноконструирования</b>                                  | ПК-6                                          | Контрольная работа                       |
| 13    | <b>Самоорганизация и самосборка нанообъектов</b>                                          | ПК-2                                          | Тестирование                             |
| 14    | <b>Прецизионная</b>                                                                       | ПК-6                                          | Письменный опрос                         |

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины)                                               | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                      | 3                                             | 4                                       |
|       | <b>литография</b>                                                                      |                                               |                                         |
| 15    | <b>Нанотехнологии в машиностроении, энергетике, строительстве и сельском хозяйстве</b> | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 16    | <b>Нанотехнологии в системах безопасности</b>                                          | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 17    | <b>Нанотехнологии экологии</b>                                                         | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 18    | <b>Нанотехнологии в медицине</b>                                                       | ПК-6                                          | Письменный опрос, Доклад                |
| 19    | <b>Проекты в области безопасности наноматериалов и нанотехнологий</b>                  | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 20    | <b>Воздействие наноматериалов на живые организмы</b>                                   | ПК-2                                          | Письменный опрос                        |
| 21    | <b>Основные направления развития нанотехнологий</b>                                    | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 22    | <b>Итоговая аттестация</b>                                                             | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 23    | <b>Плазмонно-резонансные наночастицы в нанобиотехнологии.</b>                          | ПК-2                                          | Письменный опрос                        |
| 24    | <b>Определение среднего диаметра золотых наночастиц.</b>                               | ПК-6                                          | Устный опрос, Лабораторная работа       |
| 25    | <b>Развитие методов синтеза золотых наночастиц.</b>                                    | ПК-6                                          | Устный опрос, Лабораторная работа       |
| 26    | <b>Достоинства и недостатки различных методов синтеза золотых наночастиц.</b>          | ПК-6                                          | Контрольная работа, Ситуационная задача |
| 27    | <b>Зависимость оптических свойств наночастиц от их параметров.</b>                     | ПК-6                                          | Устный опрос, Лабораторная работа       |
| 28    | <b>Настройка оптических свойств наночастиц путем изменения параметров синтеза.</b>     | ПК-6                                          | Письменный опрос                        |
| 29    | <b>Создание конъюгатов на основе золотых наночастиц.</b>                               | ПК-6                                          | Письменный опрос, Лабораторная работа   |

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины)                            | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства  |
|-------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1     | 2                                                                   | 3                                             | 4                                 |
| 30    | <b>Использование наночастиц в качестве меток для визуализации</b>   | ПК-2                                          | Письменный опрос                  |
| 31    | <b>Дот-анализ с использованием золотых наночастиц.</b>              | ПК-2                                          | Письменный опрос                  |
| 32    | <b>Иммуноанализ на основе частиц в коллоидном растворе.</b>         | ПК-2                                          | Письменный опрос                  |
| 33    | <b>Платформы для ГКР-анализа на основе золотых наночастиц.</b>      | ПК-6                                          | Контрольная работа                |
| 34    | <b>Фототермическая терапия с использованием золотых наночастиц.</b> | ПК-2                                          | Письменный опрос                  |
| 35    | <b>Использование золотых наночастиц для доставки лекарств.</b>      | ПК-2                                          | Письменный опрос                  |
| 36    | <b>Использование наночастиц для создания вакцин.</b>                | ПК-2                                          | Письменный опрос                  |
| 37    | <b>Биораспределение наночастиц в организме млекопитающих</b>        | ПК-6                                          | Письменный опрос                  |
| 38    | <b>Биологические механизмы токсичности наночастиц</b>               | ПК-6                                          | Устный опрос, Ситуационная задача |
| 39    | <b>Диагностические модальности нанокомпозитов.</b>                  | ПК-6                                          | Тестирование                      |
| 40    | <b>Терапевтические модальности нанокомпозитов</b>                   | ПК-6                                          | Письменный опрос                  |

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4

| Код компетенции, этапы освоения компетенции | Индикаторы достижения компетенций | Показатели и критерии оценивания результатов обучения |                                       |                              |                           |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                                             |                                   | ниже порогового уровня (неудовлетворительно)          | пороговый уровень (удовлетворительно) | продвинутый уровень (хорошо) | высокий уровень (отлично) |
|                                             |                                   |                                                       |                                       |                              |                           |



| 1                  | 2                                                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5                                                                                 | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2,<br>6 семестр | ПК-2.1<br>Выбирает рациональную технологическую схему биотехнологического производства | обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (аспекты становления и развития нанотехнологии; теоретическая база и терминология нанотехнологии; основные методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки | обучающийся демонстрирует знания только основного материала (аспекты становления и развития нанотехнологии; теоретическая база и терминология нанотехнологии; основные методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала | обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей | обучающийся демонстрирует знание материала (аспекты становления и развития нанотехнологии; теоретическая база и терминология нанотехнологии; основные методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |

|                    |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2,<br>7 семестр | ПК-2.1<br>Выбирает рациональную технологическую схему биотехнологического производства | обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (основные методы получения и исследования наноматериалов с заданными свойствами; методы организации исследовательских и технологических работ в области нанобиотехнологии), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки | обучающийся демонстрирует знания только основного материала (основные методы получения и исследования наноматериалов с заданными свойствами; методы организации исследовательских и технологических работ в области нанобиотехнологии), но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала | обучающийся демонстрирует знание материала (основные методы получения и исследования наноматериалов с заданными свойствами; методы организации исследований и технологических работ в области нанобиотехнологии), не допускает существенных неточностей | обучающийся демонстрирует знание материала (основные методы получения и исследования наноматериалов с заданными свойствами; методы организации исследовательских и технологических работ в области нанобиотехнологии), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |
| ПК-6,<br>6 семестр | ПК-6.2<br>Применяет достижения новых технологий для решения профессиональных задач     | обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (мировой практический                                                                                                                                                                                                                             | обучающийся демонстрирует знания только основного материала (мировой практический опыт реализации нанотехнолог                                                                                                                                                                                                                                                                                     | обучающийся демонстрирует знание материала (мировой практический опыт реализации нанотехнологии; экологически                                                                                                                                           | обучающийся демонстрирует знание материала (мировой практический опыт реализации нанотехнологии;                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                            |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                                                            | <p>опыт реализации нанотехнологии;</p> <p>экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии;</p> <p>результаты конкретных реализаций нанотехнологии), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки</p> | <p>ии;</p> <p>экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии;</p> <p>результаты конкретных реализаций нанотехнологии), но не знает деталей, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала</p> | <p>е и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии;</p> <p>результаты конкретных реализаций нанотехнологии), не допускает существенных неточностей</p>                                                           | <p>экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии;</p> <p>результаты конкретных реализаций нанотехнологии), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видеоизменении заданий</p> |
| <p>ПК-6,<br/>7 семестр</p> | <p>ПК-6.2<br/>Применяет достижения новых технологий для решения профессиональных задач</p> | <p>обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (современные тенденции и достижения в области нанобиотехнологии, методы исследования свойств наноструктур; правила</p>                         | <p>обучающийся демонстрирует знания только основного материала (современные тенденции и достижения в области нанобиотехнологии, методы исследования свойств наноструктур; правила подготовки технологической</p>                                                                     | <p>обучающийся демонстрирует знание материала (современные тенденции и достижения в области нанобиотехнологии, методы исследования свойств наноструктур; правила подготовки технологической документации и отчетов о</p> | <p>обучающийся демонстрирует знание материала (современные тенденции и достижения в области нанобиотехнологии, методы исследования свойств наноструктур; правила подготовки технологической</p>                                                                                                                               |

|  |  |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | подготовки технологической документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки | документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ), но не знает деталей, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала | проведении научно-исследовательских работ), не допускает существенных неточностей | документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1. Входной контроль**

Для успешного овладения новой дисциплиной перед началом ее изучения проводится в письменной форме входной контроль знаний, умений и навыков, приобретённых на предшествующем этапе обучения.

#### *Примерный перечень вопросов*

1. Оптический микроскоп. Схема и разрешающая способность оптического микроскопа.
2. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
3. Химическая кинетика. Скорость химической реакции и факторы, влияющие на нее.
4. Неорганические соединения благородных металлов.
5. Способы выражения концентрации растворенного вещества в растворе.
6. Органические соединения. Структура и свойства органических соединений
7. Физико-химические свойства белков.

## 8. Физико-химические свойства ДНК и РНК.

### 3.2. Доклады

Выполнение доклада в полной мере раскрывает творческий подход обучающихся к самостоятельной проработке нового материала, позволяет оценить степень готовности учащихся к самостоятельному выбору актуальных проблем дисциплины. Данный вид творческой работы позволяет обучающимся овладеть навыками систематизации материала, развивает умение обобщения проблемы и нахождение на основе теоретических знаний решения конкретных задач. Рекомендуемая тематика устных докладов по дисциплине приведена в таблице 5.

Таблица 5

**Темы докладов, рекомендуемые при изучении дисциплины  
«Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров.  
молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий»**

| № п/п | Темы докладов                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                                    |
| 1     | Биомолекулярные векторы, переносящие генетическую информацию                                                         |
| 2     | Каркасные аллотропные формы углерода - фуллерены, нанотрубки, их применение в диагностике и терапии.                 |
| 3     | Квантовые точки и их применение в качестве маркеров в биологических системах                                         |
| 4     | Дендримеры и наноболочки: локальное воздействие на злокачественные опухоли                                           |
| 5     | Наночастицы для визуализации болезней и терапевтического лечения                                                     |
| 6     | Золотые наноболочки и их использование в новых лечебных методах                                                      |
| 7     | Высокоэффективные нанопрепаративные формы и способы доставки лекарственных сред к очагу заболевания                  |
| 8     | Методы доставки медикаментов при реализации многофункциональной терапии                                              |
| 9     | Оптические технологии визуализации на примере оптической когерентной томографии                                      |
| 10    | Перспектива развития «зеленых» - нанотехнологии.                                                                     |
| 11    | Потенциальные риски и меры безопасности при работе с нанотехнологиями.                                               |
| 12    | Риск применения нанотехнологии, обусловленный высокой мобильностью наночастиц                                        |
| 13    | Биочипы - эффективное аналитическое средство                                                                         |
| 14    | Сенсоры для быстрого биохимического определения химического и биологического воздействия на объекты окружающей среды |
| 15    | Биологические наносенсоры                                                                                            |
| 16    | Микрофлюидика и миниатюризация химического анализа                                                                   |
| 17    | Микроаналитическая лаборатория на чипе                                                                               |

### 3.3. Контрольные работы

Цель контрольной работы: углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания обучающихся; проверить степень усвоения одной темы или вопроса.

Для закрепления навыков решения задач по темам разделов дисциплины проводится аудиторная письменная контрольная (самостоятельная) работа. Приводится пример одного из вариантов контрольной работы по каждой теме.

## **Тема: Элементарные объекты и методы наноконструирования (12 вариантов)**

### **Вариант 1**

1. Укажите, какой заряд на поверхности в водной среде будут иметь наночастицы диоксида кремния, синтезированные путем гидролиза тетроэтилортосиликата. Ответ поясните.

2. Рассчитайте площадь поверхности сферических наночастиц диаметром 50-нм, содержащихся в 10 мл коллоида с числовой концентрацией  $10^8$  шт/мл

## **Тема: Достоинства и недостатки различных методов синтеза золотых наночастиц (12 вариантов)**

### **Вариант 2**

1. Изобразите схему наночастицы золота, получаемой по методу Френса, в водном растворе. Объясните формирование заряженного слоя на поверхности частицы и его заряд.

2. Используя предположение о полном восстановлении рассчитайте концентрацию золота в коллоидном растворе золотых наночастиц со средним диаметром 3 нм, синтезированных по методу Даффа, при использовании 420 мкл 1%  $\text{HAuCl}_4$  для синтеза 10 мл коллоида.

## **Тема: Платформы для ГКР-анализа на основе золотых наночастиц (11 вариантов)**

### **Вариант 1**

1. При сравнительном анализе трех коллоидов наночастиц различной формы: наносфер, наностержней и нанозвезд, ГКР-сигнал от частиц какой формы будет максимальным? Почему? Считать, что числовая концентрация наночастиц в коллоидах одинакова.

2. Одна молекула нитробензентиола при присоединении к поверхности золотой наночастицы занимает область около  $0.468 \text{ нм}^2$ . Сколько молекул нитробензентиола необходимо, чтобы покрыть поверхность сферической наночастицы диаметром 30 нм?

### **3.4. Тестовые задания**

По дисциплине «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий» предусмотрено письменное тестирование.

Письменное тестирование рассматривается как рубежный контроль успеваемости и проводится после изучения определенного раздела дисциплины. Объем банка тестовых заданий: 12 вариантов по 5 заданий.

*Пример тестового задания.*

**Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий, 6 семестр**

### **Вариант № 1**

1. Выберите методы, позволяющие определить размер сферических наночастиц:

- А) Просвечивающая электронная микроскопия
- Б) Атомно-адсорбционная спектроскопия
- В) Метод динамического рассеяния света
- Г) Рентгено-структурный анализ

2. Выберите методы, которые относятся к спектральным методам исследования:

- А) Рамановская спектроскопия
- Б) Метод динамического рассеяния света
- В) Магнитный резонанс
- Г) Сканирующая электронная микроскопия

3. Вещество наносистем по сравнению с традиционными объектами с микроскопическими характеристическими размерами имеет следующие особенности:

- А) высокую долю поверхностных атомов;
- Б) квантовые закономерности поведения;
- В) более сильные связи между атомами
- Г) более высокую температуру плавления

4. Предельное разрешение современных просвечивающих электронных микроскопов составляет:

- А) 0.01-0.1 А
- Б) 1-5 А
- В) 1-10 нм
- Г) 10-100 нм

5. В процессе самосборки наноструктур молекулярное распознавание обладает рядом достоинств. Выберите вариант, который не относится к процессу самосборки:

- А) самопроизвольный, практически безбарьерный характер процессов;
- Б) высокий выход конечного продукта;
- В) высокая монодисперсность;
- Г) высокая растворимость в воде

**Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров.  
Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий, 7 семестр**

**Вариант № 1**

1. Выберите, какой метод используется для синтеза сферических золотых наночастиц диаметром 15 нм:

- А) Метод Даффа;
- Б) Метод Стёбера;
- В) Метод Френса;
- Г) Метод Мюррея;

2. Как изменится длина волны плазмонного резонанса в спектре поглощения при двукратном увеличении диаметра 15-нм золотых наносфер?

- А) Увеличится;
- Б) Уменьшится;
- В) Не изменится;
- Г) Исчезнет;

3. Для определения размеров каких наночастиц может использоваться метод динамического рассеяния света?

- А) Наносфер;
- Б) Наностержней;
- В) Нанозвёзд;
- Г) Всех описанных типов наночастиц;

4. Для создания конъюгатов 15-нм золотых наночастиц с биомолекулами адсорбционным способом необходимо подобрать следующий параметр:

- А) Концентрация молекул
- Б) Молекулярная масса молекул
- В) Диаметр наночастиц
- Г) Длина волны плазмонного резонанса наночастиц

5. Выберите вариант, который не является одной из стадий проведения дот-анализа с использованием золотых наночастиц:

- А) Создание конъюгатов наночастиц с биомолекулами;
- Б) Блокировка свободных сайтов нитроцеллюлозной мембраны;
- В) Лиофильная сушка синтезированных конъюгатов;
- Г) Визуальный контроль окрашивания мембраны

### 3.5. Ситуационные задачи

По дисциплине «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий» предусмотрено проведение ситуационных задач.

Ситуационные задачи рассматриваются как контроль успеваемости и проводятся после изучения определенных тем дисциплины. Объем банка ситуационных задач: на каждую тему по 10 задач.

*Примеры ситуационных задач.*

Тема «Нанотестирование»



При измерении спектров поглощения коллоидного раствора на спектрофотометре в 10-мм кювете лаборант измерил значение оптической плотности  $10 \text{ см}^{-1}$ . У него возникли сомнения в правильности выполненных измерений. Как проверить правильность измерений и найти истинное значение оптической плотности коллоида?

Тема «Достоинства и недостатки различных методов синтеза золотых наночастиц»

В зимнее время года лаборант решил синтезировать коллоид золотых наностержней. Он заранее приготовил раствор цетилтриметиламмоний бромида (ЦТАБ) и ушёл на обед. Во время обеда в лаборатории открыли окна и проветрили помещение в течение 10 минут. По возвращении лаборант обнаружил, что раствор ЦТАБ является неоднородным и содержит в себе белые кристаллы. Что произошло с раствором и можно ли использовать его для синтеза наностержней? Ответ объясните.

- Тема «Биологические механизмы токсичности наночастиц»

Золотые наночастицы со средним диаметром 3 нм, синтезируемые по методу Даффа, сразу после синтеза стали использовать в экспериментах по исследованию биотоксичности на клеточных линиях *in vitro*. Коллоидный раствор наночастиц показал высокую токсичность. Этот результат показался исследователям неожиданным, так как по литературным данным золотые наночастицы обычно демонстрируют низкую токсичность. Как Вы думаете, в результате чего коллоидный раствор мог продемонстрировать высокие токсикологические свойства и можно ли было этого избежать?

### 3.6. Лабораторная работа

Лабораторная работа направлена на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося.

*Перечень тем лабораторных работ:*

1. Синтез наночастиц диоксида кремния.
2. Определение среднего диаметра и концентрации наночастиц на основе спектров оптической плотности.
3. Получение коллоидного золота с заданным размером частиц по методу Френса.
4. Синтез золотых наноболочек на ядрах из диоксида кремния.
5. Исследование оптических свойств золотых наноболочек на ядрах из диоксида кремния.
6. Синтез конъюгатов золотых наночастиц с биомолекулами с использованием адсорбционного способа.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий».

### 3.7. Рубежный контроль

Рубежный (модульный, тематический) контроль – это контроль знаний обучающихся после изучения логически завершенной части учебной программы дисциплины.

#### Вопросы рубежного контроля № 1

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Какие размеры включает наномасштаб и какими факторами ограничен его диапазон?
2. Назовите основные известные Вам термины в области нанонауки и дайте их краткую характеристику.
3. Что подразумевают понятия «нанотехнология» и «наноматериалы»?
4. Что понимают под нанопроизводством?
5. Дайте определение понятий «наномеханика», «нанотехника».
6. Каковы основные характеристики индустрии наносистем?
7. Какие природные наноэффекты и нанообъекты Вам известны?
8. Укажите примеры «интуитивных» нанотехнологий.
9. Что представляют собой кластеры?
10. Назовите типы кластеров.
11. Какие способы получения нанокластеров существуют?
12. Приведите примеры наноструктур.
13. Каковы особенности вещества наносистем по сравнению с традиционными объектами?
14. Укажите характерные черты структурного состояния наноматериалов, определяющие их «аномальные» свойства.
15. Назовите основные критерии понятия наноматериалов.
16. В чем специфика физических и химических свойств наноматериалов по сравнению с традиционными аналогами? Покажите на основе конкретных примеров.
17. Дайте характеристику механических свойств наноматериалов.
18. Какова роль наноматериалов в расширении пределов прочности существующих материалов?
19. Объясните факт реализации в наноматериалах оптимального сочетания свойств прочность-пластичность.
20. Какие структурные аспекты определяют свойство сверхпластичности наноматериалов?
21. В чем специфика методов диагностики нанообъектов?
22. Какие основные методы применяют для изучения наноматериалов?
23. В чем сущность электронной микроскопии и какие виды излучения формируются при взаимодействии потока ускоренных электронов с веществом?
24. Как устроены просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы и каковы их основные характеристики?

25. Укажите особенности подготовки образцов для исследования в электронных микроскопах.
26. Какие параметры структуры материалов могут быть установлены с помощью электронной микроскопии?
27. Что понимают под электронной микроскопией высокого разрешения?
28. Дайте общую характеристику методов сканирующей зондовой микроскопии.
29. Опишите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа, его режимы и возможности при изучении наноматериалов.
30. Что представляет собой сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля?

### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Использование молекул ДНК в нанобиотехнологии.
2. Конструирование химерных белков. Принципы и примеры.
3. Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье.

### **Вопросы рубежного контроля № 2**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Что представляет собой сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля?
2. В чем состоит многофункциональность методов СЗМ?
3. Какие характеристики наноматериалов могут быть исследованы с помощью спектральных методов – Оже-спектроскопии, рамановской и фотоэмиссионной спектроскопии, магнитного резонанса?
4. В чем заключается принцип молекулярного распознавания в процессах самосборки?
5. Что представляют собой нанокластеры как элементарный объект нанотехнологий и каковы особенности конструирования материалов на их основе?
6. Опишите основные группы кластерных материалов.
7. Какие методы применяют для получения кластеров?
8. Укажите основные технологии формирования поверхностных слоев с атомарной точностью.
9. В чем сущность метода молекулярно-лучевой эпитаксии, каковы его возможности при создании нанослоев?
10. Что представляют собой квантовые ямы, проволоки, точки, где они применяются?
11. Каковы основные секторы рынка продукции нанотехнологий в ближайшем будущем?
12. Какие свойства наноматериалов обеспечивают возможность их использования в качестве нового класса конструкционных материалов?

13. Что понимают под нанокompозитами, какие виды упрочнителей в них могут быть применены?
14. Укажите примеры практического применения инструментальных наноматериалов.
15. В каких областях наиболее целесообразно использование наноструктурных покрытий, в том числе многофункциональных?
16. Какие изделия могут быть выполнены из нанокерамики?
17. Что представляют собой нанопористые материалы и каковы перспективы их применения?
18. Назовите наиболее характерные магнитные свойства наноматериалов и возможности их практической реализации.
19. В чем проявляется «интеллектуальность» наноматериалов и где она используется?

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии.
2. Полиэлектrolитные микрокапсулы и их физико-химические свойства.
3. Использование полиэлектролитных микрокапсул в биомедицине.

#### **Вопросы рубежного контроля № 3**

##### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Какова роль нанотехнологий в прогрессе микроэлектроники?
2. Опишите возможности применения фуллеренов и углеродных нанотрубок в качестве элементов электронных устройств.
3. Какие направления совершенствования фотонных устройств на базе наноматериалов Вам известны?
4. Что понимают под микроэлектромеханическими и наноэлектромеханическими системами? Укажите примеры применения.
5. Почему наночастицы легко проникают через биологические ткани и стенку кровеносных сосудов?
6. Что происходит с наночастицами, которые проникают через тканево-кровяной барьер?
7. Какими свойствами наночастиц обусловлена их опасность для живых организмов?
8. Зависит ли опасность наночастиц от их конкретных размеров?
9. Каким образом воздействуют на живые клетки наночастицы серебра?
10. Как воздействуют на культуру дафний наночастицы цинка?
11. Можно ли усилить (ослабить) влияние наночастиц цинка на культуру дафний?
12. Назовите основные источники поступления наночастиц в окружающую среду.

13. Какие наночастицы (свободные или зафиксированные) представляют меньшую угрозу для окружающей среды?
14. Объясните основные пути поступления наночастиц из окружающей среды в организм человека.
15. В каких органах накапливаются наночастицы после проникновения в организм человека?
16. Как образуется белковая «корона»?
17. Оказывают ли наночастицы влияние на белки «короны»?
18. Какое влияние на клетки оказывают наночастицы оксида титана после проникновения в организм?
19. Объясните механизм влияния на клетки органов наночастиц алюминия.
20. Какие изменения в клетках вызывают наночастицы оксида ванадия?
21. Зависит ли опасность наночастиц от пути проникновения в организм? Ответ объясните.
22. Как сказывается на живом организме регулярность введения наночастиц в небольших дозах?
23. Что происходит с клетками кожного эпителия после проникновения в них углеродных нанотрубок?
24. Как влияют на лабораторных животных углеродные нанотрубки, скормливаемые им с пищей?
25. Какое влияние оказывают углеродные нанотрубки на прокариотические клетки?
26. Что конкретно влияет на бактериальные клетки, углерод нанотрубок или трубкообразная наноструктура?
27. Что опаснее для живого организма: углеродные нанотрубки или городской воздух? Каким образом это было установлено?
28. В чем проявляется синергетический эффект нанотехнологий?
29. Какие страны мира лидируют в области нанотехнологий?
30. Каковы экономические аспекты развития нанотехнологий?
31. Дайте характеристику нанотехнологий как товара.
32. Каковы особенности мирового рынка нанопродукции?
33. Опишите перспективные проекты в области развития нанотехнологий.
34. Какие социальные последствия внедрения нанотехнологий Вам известны?
35. Какие требования предъявляются к подготовке персонала и научно-технических кадров в связи с развитием нанотехнологий?

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Различные механизмы введения наночастиц в организм млекопитающих.
2. Молекулярные наноконтейнеры.
3. Применение нанонитей для биологической детекции.

#### **Вопросы рубежного контроля № 4**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. В каких областях науки применяются коллоидное золото? Приведите примеры.
2. В чем уникальность золотых меток? Опишите их свойства.
3. Расскажите об истории изучения коллоидного золота.
4. Наночастица коллоидного золота в водном растворе. Распределение ионов вблизи и на поверхности наночастицы.
5. Методы синтеза коллоидного золота. Дисперсионные и конденсационные методы синтеза.
6. Опишите суть метода Френса.
7. Каким способом можно получить частицы коллоидного золота со средним диаметром 3-5 нм?
8. Назовите способы определения среднего диаметра золотых наночастиц
9. Каковы традиционные методы получения маркеров на основе коллоидного золота.
10. Приведите примеры синтетических и природных полимеров для создания золотых наночастиц однородной формы и размера.
11. Для чего нужны конъюгаты коллоидного золота?
12. Опишите суть теории Жигмонди.
13. В чем состоит уникальность несферических наночастиц благородных металлов?
14. Приведите примеры форм несферических наночастиц.
15. Опишите принцип синтеза с использованием мягких матриц.
16. В чем суть зародышевого метода получения наностержней?
17. Назовите механизмы контролируемого управления геометрическими параметрами наностержней.
18. С чем связан интерес к оптическим свойствам частиц коллоидного золота?
19. Поверхностный плазмонный резонанс и его механизм, от каких параметров он зависит.
20. Опишите экспериментальное исследование поверхностного плазмонного резонанса золотых зольей с частицами различных размеров.
21. Охарактеризуйте положение и величины максимума поглощения в зависимости от размера частиц коллоидного золота.
22. Что такое резонансное светорассеяние?
23. В каких разработках используются свойства светорассеяния золотых и серебряных коллоидов?
24. Опишите схему работы спектрофотометра в режиме измерения экстинкции и светорассеяния.
25. Что такое динамическое рассеяние света?

26. Какие приборы используют для измерения размеров методом динамического светорассеяния?

*Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Метод динамического рассеяния света для измерения размеров наночастиц.
2. Измерение дзета-потенциала на поверхности наночастиц в растворе. Дзета-потенциал как характеристика стабильности коллоидных систем.
3. Квантовые точки и их физико-химические свойства.
4. Достоинства и недостатки квантовых точек при их использовании в биомедицинских приложениях.

**Вопросы рубежного контроля № 5**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Общие принципы конъюгации наночастиц с биомолекулами.
2. Процедура получения конъюгатов коллоидного золота с биоспецифическими макромолекулами адсорбционным способом
3. Оптическая модель биоконъюгатов на примере двухслойной сферической частицы.
4. В каких сферах химической индустрии можно использовать адсорбцию полимеров на коллоидных частицах?
5. Хемосорбционный способ получения конъюгатов коллоидного золота с 5'-тиоолиготимидином
6. Основные методы микроскопии, используемые для исследования золотых наночастиц.
7. Метод сканирующей электронной микроскопии.
8. Особенности метода сканирующей электронной микроскопии.
9. Принципы визуализации золотых наночастиц в световом микроскопе.
10. Метод темнопольной микроскопии для визуализации наночастиц.
11. Принципы и применение методов дот-блот анализа.
12. Принципы твердофазных методов анализа коллоидного золота.
13. Методики проведения дот- и блот-анализов с применением конъюгатов коллоидного золота.
14. Методы повышения чувствительности выявления результатов биоспецифических реакций?
15. Каким образом методы дот-анализа применяются для серотипирования микроорганизмов?
16. Применение коллоидного золота в диагностике инфекционных заболеваний.
17. Метод SPIA.

18. История открытия метода SPIA?
19. Какие свойства золотых золь используются в методе SPIA?
20. Для чего применяется метод SPIA? Приведите примеры.
21. Что такое спектроскопия комбинационного рассеяния?
22. Кем и когда был открыт данный метод?
23. Что такое «стоксовое рассеяние»?
24. Охарактеризуйте метод гигантского комбинационного рассеяния света.
25. Опишите механизмы усиления SERS сигнала.
26. Какие методы количественного определения белков в растворе вы знаете.
27. На чем основаны эти методы?
28. Что такое «золотой краситель»?
29. Какие меченые золотом ферменты применяют в гисто- и цитохимии?

### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Флуоресцентная микроскопия. Принципы работы флуоресцентного микроскопа и примеры его использования. Использование флуоресцентных красителей.
2. Конфокальная микроскопия. Принципы работы конфокального микроскопа.

### **Вопросы рубежного контроля № 6**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. В результате чего возникают спектры поглощения света в видимой и УФ-областях?
2. Какую часть ИК-области используют в ИК-спектроскопии?
3. Приведите примеры различных функциональных групп, которые применяются для интерпретации ИК-спектров.
4. Что представляет собой ИК-Фурье спектроскопия?
5. Что такое SEIRA-спектроскопия?
6. Что представляю собой антитела и антигены?
7. Приведите примеры комплексных антигенов.
8. Частицы коллоидного золота как носители антигенов.
9. ДНК-вакцины на основе коллоидного золота.
10. Назовите адъювантные свойства золотых наночастиц. Приведите примеры.
11. В каких областях науки используются плазмонно-резонансные наночастицы: На каких принципах основаны эти приложения?
12. Примеры использования золотых наночастиц.
13. Что такое мокрый химический синтез наночастиц золота?



14. Биораспределение золотых наночастиц.
15. Эксперименты по нанотоксикологическим свойствам золотых наночастиц. Приведите примеры.
16. Какова зависимость биораспределения от размера золотых наночастиц и от способа их введения и функционализации их поверхности?
17. Биораспределение других типов наночастиц.
18. Цитотоксичность золотых наночастиц *in vitro*.
19. Биологические механизмы токсичности золотых наночастиц.
20. Цитотоксичность золотых наночастиц *in vivo*.
21. Что такое тераностика?
22. Способы получения многофункциональных золотых наночастиц.
23. Строение и свойства мультифункционализованных композитных наноструктур на основе золотых наночастиц?
24. Преимущества композитных наночастиц на основе золота. Области применения композитных наночастиц на основе золота.
25. Для чего применяют мультифункционализованные золотые наночастицы?
26. Что такое адресная доставка лекарств?
27. Что представляют собой мультифункционализованные композитные золотые наночастицы?
28. Золотые «нанопогремушки». Описание и свойства.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Лекарственные средства на основе наночастиц. Принцип действия и примеры.
2. Анализы и тест-системы на основе наночастиц. Принцип работы и примеры.
3. Лекарства на основе наночастиц альбумина. Способы введения, принцип действия и примеры.

### **3.8. Промежуточная аттестация**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология вид промежуточной аттестации в 6 семестре – зачет, в 7 семестре – экзамен.

Цель промежуточной аттестации обучающихся является комплексная и объективная оценка качества усвоения ими теоретических знаний, умения синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач при освоении основной образовательной программы высшего образования за определенный период.

#### **Тематика вопросов, выносимых на зачет (6 семестр)**

1. Какие размеры включает наномасштаб и какими факторами ограничен его диапазон?

2. Назовите основные известные Вам термины в области нанонауки и дайте их краткую характеристику.
3. Что подразумевают понятия «нанотехнология» и «наноматериалы»?
4. Что понимают под нанопроизводством?
5. Дайте определение понятий «наномеханика», «нанотехника».
6. Каковы основные характеристики индустрии наносистем?
7. Какие природные наноэффекты и нанообъекты Вам известны?
8. Укажите примеры «интуитивных» нанотехнологий.
9. Что представляют собой кластеры?
10. Назовите типы кластеров.
11. Какие способы получения нанокластеров существуют?
12. Приведите примеры наноструктур.
13. Каковы особенности вещества наносистем по сравнению с традиционными объектами?
14. Укажите характерные черты структурного состояния наноматериалов, определяющие их «аномальные» свойства.
15. Назовите основные критерии понятия наноматериалов.
16. В чем специфика физических и химических свойств наноматериалов по сравнению с традиционными аналогами? Покажите на основе конкретных примеров.
17. Дайте характеристику механических свойств наноматериалов.
18. Какова роль наноматериалов в расширении пределов прочности существующих материалов?
19. Объясните факт реализации в наноматериалах оптимального сочетания свойств прочность-пластичность.
20. Какие структурные аспекты определяют свойство сверхпластичности наноматериалов?
21. В чем специфика методов диагностики нанообъектов?
22. Какие основные методы применяют для изучения наноматериалов?
23. В чем сущность электронной микроскопии и какие виды излучения формируются при взаимодействии потока ускоренных электронов с веществом? Как устроены просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы и каковы их основные характеристики?
24. Укажите особенности подготовки образцов для исследования в электронных микроскопах.
25. Какие параметры структуры материалов могут быть установлены с помощью электронной микроскопии?
26. Что понимают под электронной микроскопией высокого разрешения?
27. Дайте общую характеристику методов сканирующей зондовой микроскопии.
28. Опишите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа, его режимы и возможности при изучении наноматериалов.
29. Что представляет собой сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля?
30. Что представляет собой сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля?

31. В чем состоит многофункциональность методов СЗМ?
32. Какие характеристики наноматериалов могут быть исследованы с помощью спектральных методов – Оже-спектроскопии, рамановской и фотоэмиссионной спектроскопии, магнитного резонанса?
33. В чем заключается принцип молекулярного распознавания в процессах самосборки?
34. Что представляют собой нанокластеры как элементарный объект нанотехнологий и каковы особенности конструирования материалов на их основе?
35. Опишите основные группы кластерных материалов.
36. Какие методы применяют для получения кластеров?
37. Укажите основные технологии формирования поверхностных слоев с атомарной точностью.
38. В чем сущность метода молекулярно-лучевой эпитаксии, каковы его возможности при создании нанослоев?
39. Что представляют собой квантовые ямы, проволоки, точки, где они применяются?
40. Каковы основные секторы рынка продукции нанотехнологий в ближайшем будущем?
41. Какие свойства наноматериалов обеспечивают возможность их использования в качестве нового класса конструкционных материалов?
42. Что понимают под нанокompозитами, какие виды упрочнителей в них могут быть применены?
43. Укажите примеры практического применения инструментальных наноматериалов.
44. В каких областях наиболее целесообразно использование наноструктурных покрытий, в том числе многофункциональных?
45. Какие изделия могут быть выполнены из нанокерамики?
46. Что представляют собой нанопористые материалы и каковы перспективы их применения?
47. Назовите наиболее характерные магнитные свойства наноматериалов и возможности их практической реализации.
48. В чем проявляется «интеллектуальность» наноматериалов и где она используется? Какова роль нанотехнологий в прогрессе микроэлектроники?
49. Опишите возможности применения фуллеренов и углеродных нанотрубок в качестве элементов электронных устройств.
50. Какие направления совершенствования фотонных устройств на базе наноматериалов Вам известны?
51. Что понимают под микроэлектромеханическими и наноэлектромеханическими системами? Укажите примеры применения.
52. Почему наночастицы легко проникают через биологические ткани и стенку кровеносных сосудов?
53. Что происходит с наночастицами, которые проникают через тканево-кровяной барьер?
54. Какими свойствами наночастиц обусловлена их опасность для живых организмов?

55. Зависит ли опасность наночастиц от их конкретных размеров?
56. Каким образом воздействуют на живые клетки наночастицы серебра?
57. Как воздействуют на культуру дафний наночастицы цинка?
58. Можно ли усилить (ослабить) влияние наночастиц цинка на культуру дафний?
59. Назовите основные источники поступления наночастиц в окружающую среду.
60. Какие наночастицы (свободные или зафиксированные) представляют меньшую угрозу для окружающей среды?
61. Объясните основные пути поступления наночастиц из окружающей среды в организм человека.
62. В каких органах накапливаются наночастицы после проникновения в организм человека?
63. Как образуется белковая «корона»?
64. Оказывают ли наночастицы влияние на белки «короны»?
65. Какое влияние на клетки оказывают наночастицы оксида титана после проникновения в организм?
66. Объясните механизм влияния на клетки органов наночастиц алюминия.
67. Какие изменения в клетках вызывают наночастицы оксида ванадия?
68. Зависит ли опасность наночастиц от пути проникновения в организм? Ответ объясните.
69. Как сказывается на живом организме регулярность введения наночастиц в небольших дозах?
70. Что происходит с клетками кожного эпителия после проникновения в них углеродных нанотрубок?
71. Как влияют на лабораторных животных углеродные нанотрубки, скормливаемые им с пищей?
72. Какое влияние оказывают углеродные нанотрубки на прокариотические клетки?
73. Что конкретно влияет на бактериальные клетки, углерод нанотрубок или трубкообразная наноструктура?
74. Что опаснее для живого организма: углеродные нанотрубки или городской воздух? Каким образом это было установлено?
75. В чем проявляется синергетический эффект нанотехнологий?
76. Какие страны мира лидируют в области нанотехнологий?
77. Каковы экономические аспекты развития нанотехнологий?
78. Дайте характеристику нанотехнологий как товара.
79. Каковы особенности мирового рынка нанопродукции?
80. Опишите перспективные проекты в области развития нанотехнологий.
81. Какие социальные последствия внедрения нанотехнологий Вам известны?
82. Какие требования предъявляются к подготовке персонала и научно-технических кадров в связи с развитием нанотехнологий?

### **Тематика вопросов выносимых на экзамен (7 семестр)**

1. В каких областях науки применяется коллоидное золото? Приведите примеры.

2. В чем уникальность золотых меток? Опишите их свойства.
3. Расскажите об истории изучения коллоидного золота.
4. Наночастица коллоидного золота в водном растворе. Распределение ионов вблизи и на поверхности наночастицы.
5. Методы синтеза коллоидного золота. Дисперсионные и конденсационные методы синтеза.
6. Опишите суть метода Френса.
7. Каким способом можно получить частицы коллоидного золота со средним диаметром 3-5 нм?
8. Назовите способы определения среднего диаметра золотых наночастиц.
9. Каковы традиционные методы получения маркеров на основе коллоидного золота.
10. Приведите примеры синтетических и природных полимеров для создания золотых наночастиц однородной формы и размера.
11. Для чего нужны конъюгаты коллоидного золота?
12. Опишите суть теории Жигмонди.
13. В чем состоит уникальность несферических наночастиц благородных металлов?
14. Приведите примеры форм несферических наночастиц.
15. Опишите принцип синтеза с использованием мягких матриц.
16. В чем суть зародышевого метода получения наностержней?
17. Назовите механизмы контролируемого управления геометрическими параметрами наностержней.
18. С чем связан интерес к оптическим свойствам частиц коллоидного золота?
19. Поверхностный плазмонный резонанс и его механизм, от каких параметров он зависит.
20. Опишите экспериментальное исследование поверхностного плазмонного резонанса золотых зольей с частицами различных размеров.
21. Охарактеризуйте положение и величины максимума поглощения в зависимости от размера частиц коллоидного золота.
22. Что такое резонансное светорассеяние?
23. В каких разработках используются свойства светорассеяния золотых и серебряных коллоидов?
24. Опишите схему работы спектрофотометра в режиме измерения экстинкции и светорассеяния.
25. Что такое динамическое рассеяние света?
26. Какие приборы используют для измерения размеров методом динамического светорассеяния?
27. Общие принципы конъюгации наночастиц с биомолекулами.

28. Процедура получения конъюгатов коллоидного золота с биоспецифическими макромолекулами адсорбционным способом.
29. Оптическая модель биоконъюгатов на примере двухслойной сферической частицы.
30. В каких сферах химической индустрии можно использовать адсорбцию полимеров на коллоидных частицах?
31. Хемосорбционный способ получения конъюгатов коллоидного золота с 5'-тиоолиготимидином.
32. Основные методы микроскопии, используемые для исследования золотых наночастиц.
33. Метод сканирующей электронной микроскопии.
34. Особенности метода сканирующей электронной микроскопии.
35. Принципы визуализации золотых наночастиц в световом микроскопе.
36. Метод темнопольной микроскопии для визуализации наночастиц.
37. Принципы и применение методов дот-блот анализа.
38. Принципы твердофазных методов анализа коллоидного золота.
39. Методики проведения дот- и блот-анализов с применением конъюгатов коллоидного золота.
40. Методы повышения чувствительности выявления результатов биоспецифических реакций?
41. Каким образом методы дот-анализа применяются для серотипирования микроорганизмов?
42. Применение коллоидного золота в диагностике инфекционных заболеваний.
43. Метод SPIA.
44. История открытия метода SPIA?
45. Какие свойства золотых золь используются в методе SPIA?
46. Для чего применяется метод SPIA? Приведите примеры.
47. Что такое спектроскопия комбинационного рассеяния?
48. Кем и когда был открыт данный метод?
49. Что такое «стоксовое рассеяние»?
50. Охарактеризуйте метод гигантского комбинационного рассеяния света.
51. Опишите механизмы усиления SERS сигнала.
52. Какие методы количественного определения белков в растворе вы знаете.
53. На чем основаны эти методы?
54. Что такое «золотой краситель»?
55. Какие меченые золотом ферменты применяют в гисто- и цитохимии?
56. В результате чего возникают спектры поглощения света в видимой и УФ-областях?
57. Какую часть ИК-области используют в ИК-спектроскопии?

58. Приведите примеры различных функциональных групп, которые применяются для интерпретации ИК-спектров.
59. Что представляет собой ИК-Фурье спектроскопия?
60. Что такое SEIRA-спектроскопия?
61. Что представляю собой антитела и антигены?
62. Приведите примеры комплексных антигенов.
63. Частицы коллоидного золота как носители антигенов.
64. ДНК-вакцины на основе коллоидного золота.
65. Назовите адъювантные свойства золотых наночастиц. Приведите примеры.
66. В каких областях науки используются плазмонно-резонансные наночастицы: На каких принципах основаны эти приложения?
67. Примеры использования золотых наночастиц.
68. Что такое мокрый химический синтез наночастиц золота?
69. Биораспределение золотых наночастиц.
70. Эксперименты по нанотоксикологическим свойства золотых наночастиц. Приведите примеры.
71. Какова зависимость биораспределения от размера золотых наночастиц и от способа их введения и функционализации их поверхности?
72. Биораспределение других типов наночастиц.
73. Цитотоксичность золотых наночастиц *in vitro*.
74. Биологические механизмы токсичности золотых наночастиц.
75. Цитотоксичность золотых наночастиц *in vivo*.
76. Что такое тераностика?
77. Способы получения многофункциональных золотых наночастиц.
78. Строение и свойства мультифункционализованных композитных наноструктур на основе золотых наночастиц?
79. Преимущества композитных наночастиц на основе золота. Области применения композитных наночастиц на основе золота.
80. Для чего применяют мультифункционализованные золотые наночастицы
81. Что такое адресная доставка лекарств?
82. Что представляют собой мультифункционализованные композитные золотые наночастицы?
83. Золотые «нанопогремушки». Описание и свойства.

*Образец экзаменационного билета*

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий

- 1.Какие размеры включает наномасштаб и какими факторами ограничен его диапазон?
- 2.Что представляет собой сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля?
- 3.Опишите возможности применения фуллеренов и углеродных нанотрубок в качестве элементов электронных устройств.

Дата

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.С. Ларионова

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

**4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Модуль. Нанобиотехнологии: методы изучения наноструктур и биополимеров. молекулярно-биологические основы нанобиотехнологий» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой, исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

**4.2. Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

| Уровень освоения компетенции | Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)* |           |                     | Описание                                                                                                                                    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | «отлично»                                                   | «зачтено» | «зачтено (отлично)» |                                                                                                                                             |
| <b>высокий</b>               | «отлично»                                                   | «зачтено» | «зачтено (отлично)» | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные |



| Уровень освоения компетенции | Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)* |              |                                    | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                             |              |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                              |                                                             |              |                                    | программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>базовый</b>               | «хорошо»                                                    | «зачтено»    | «зачтено (хорошо)»                 | Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>пороговый</b>             | «удовлетворительно»                                         | «зачтено»    | «зачтено (удовлетворительно)»      | Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя |
| –                            | «неудовлетворительно»                                       | «не зачтено» | «не зачтено (неудовлетворительно)» | Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий                                                                                                                                    |

\* - форма промежуточной аттестации в семестре определяется в соответствии с таблицей 2 рабочей программы дисциплины (модуля)

#### 4.2.1. Критерии оценки устного (письменного) ответа

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** история развития нанотехнологии, теоретическая база и терминология нанотехнологии, основные этапы реализации конкретных

направлений нанотехнологии в биотехнологии, экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии.

**умения:** использовать методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; проводить связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам, анализировать достижения и современные тенденции развития нанотехнологии.

**владение навыками:** организации и выполнения работ в области нанобиотехнологии и получения наноматериалов с заданными свойствами, использования современных методов для исследования свойств наноструктур, подготовки технологической документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ.

### Критерии оценки устного (письменного) ответа

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>отлично</b>           | <p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала (история развития нанотехнологии, теоретическая база и терминология нанотехнологии, основные этапы реализации конкретных направлений нанотехнологии в биотехнологии, экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;</li> <li>- умение использовать методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; проводить связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам, анализировать достижения и современные тенденции развития нанотехнологии;</li> <li>- успешное и системное владение навыками организации и выполнения работ в области нанобиотехнологии и получения наноматериалов с заданными свойствами, использования современных методов для исследования свойств наноструктур, подготовки технологической документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ;</li> </ul> |
| <b>хорошо</b>            | <p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала, не допускает существенных неточностей;</li> <li>- в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение использовать методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; проводить связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам, анализировать достижения и современные тенденции развития нанотехнологии;</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками организации и выполнения работ в области нанобиотехнологии и получения наноматериалов с заданными свойствами, использования современных методов для исследования свойств наноструктур, подготовки технологической документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>удовлетворительно</b> | <p>обучающийся демонстрирует:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li> <li>- в целом успешное, но не системное умение использовать методы реализации нанотехнологии в биотехнологии; проводить связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам, анализировать достижения и современные тенденции развития нанотехнологии;</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение навыками организации и выполнения работ в области нанобиотехнологии и получения наноматериалов с заданными свойствами, использования современных методов для исследования свойств наноструктур, подготовки технологической документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>неудовлетворительно</b> | <p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (история развития нанотехнологии, теоретическая база и терминология нанотехнологии, основные этапы реализации конкретных направлений нанотехнологии в биотехнологии, экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки;</li> <li>- не умеет использовать методы и приемы реализации нанотехнологии в биотехнологии; проводить связь между составом, структурой и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам, анализировать достижения и современные тенденции развития нанотехнологии, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет навыками организации и выполнения работ в области нанобиотехнологии и получения наноматериалов с заданными свойствами, использования современных методов для исследования свойств наноструктур, подготовки технологической документации и отчетов о проведении научно-исследовательских работ, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено</li> </ul> |

#### 4.2.2. Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретических основ обобщенного изложения материала по заданной теме;

**умения:** грамотно и аргументировано изложить суть проблемы, разработки методов научного изыскания;

**владение навыками:** работы с научным текстом: поиска, анализа, переработки и систематизации информации по заданной теме.

#### Критерии оценки доклада

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>отлично</b>             | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальность темы;</li> <li>- соответствие содержания теме;</li> <li>- глубину проработки материала;</li> <li>- полноту использования источников, грамотность их анализа.</li> </ul> |
| <b>хорошо</b>              | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение работы полностью, но допущены некоторые недочеты.</li> </ul>                                                                                                              |
| <b>удовлетворительно</b>   | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточно полное раскрытие темы доклада;</li> <li>- затруднения в изложении, аргументировании.</li> </ul>                                                                         |
| <b>неудовлетворительно</b> | обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыта полностью тема доклада.</li> </ul>                                                                                                                                                     |

### 4.2.3. Критерии оценки выполнения контрольных работ

При выполнении контрольных (самостоятельных) работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретического материала и основных понятий нанобиотехнологии, областей её использования и методов изучения наноструктур;

**умения:** использовать для решения прикладных задач знание основных химических законов и понятий нанобиотехнологии;

**владение навыками:** описания основных элементов, методов и подходов нанобиотехнологии и решения типовых задач.

### Критерии оценки выполнения контрольных работ

|                            |                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>отлично</b>             | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответы на все теоретические вопросы даны полно;</li> <li>- задачи решены верно, ход решения пояснен.</li> </ul>                                           |
| <b>хорошо</b>              | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответы на все теоретические вопросы даны с некоторыми недочетами;</li> <li>- задачи решены верно, ход решения пояснен.</li> </ul>                         |
| <b>удовлетворительно</b>   | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответы даны на теоретические вопросы не полностью;</li> <li>- ход решения задач выбран правильно, но допущены грубые ошибки в расчетах.</li> </ul>        |
| <b>неудовлетворительно</b> | обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание теоретических вопросов задания;</li> <li>- для решения задач неправильно выбрана формула, допущены грубые ошибки в расчетах.</li> </ul> |

### 4.2.4. Критерии оценки выполнения тестовых заданий

При выполнении тестовых заданий обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретического и практического материала;

**умения:** применять знания теоретического материала при решении

тестового задания;

**владение навыками:** применения теории, обобщения материала для решения тестового задания.

### Критерии оценки выполнения тестовых заданий

|                            |                                                                                 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>отлично</b>             | обучающийся демонстрирует:<br>- правильные ответы на все тестовые задания       |
| <b>хорошо</b>              | обучающийся демонстрирует:<br>- правильные ответы на 73 – 85 % тестовых заданий |
| <b>удовлетворительно</b>   | обучающийся демонстрирует:<br>- правильные ответы на 60 – 72 % тестовых заданий |
| <b>неудовлетворительно</b> | обучающийся:<br>- правильные ответы на менее 60 % тестовых заданий              |

### 4.2.5. Критерии оценки выполнения ситуационных задач

При выполнении ситуационных задач обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретического и практического материала;

**умения:** анализа и оценки предлагаемой ситуации;

**владение навыками:** выбора конструктивного способа или варианта разрешения сложившейся ситуации.

### Критерии оценки решения ситуационных задач

|                            |                                                                                       |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>отлично</b>             | обучающийся демонстрирует:<br>- правильное решение ситуационной задачи                |
| <b>хорошо</b>              | обучающийся демонстрирует:<br>- решение ситуационной задачи с некоторыми неточностями |
| <b>удовлетворительно</b>   | обучающийся демонстрирует:<br>- решение ситуационной задачи на 50 %                   |
| <b>неудовлетворительно</b> | обучающийся:<br>- неверно выбрал способ решения ситуационной задачи                   |

### 4.2.6. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** проведения эксперимента при соблюдении техники безопасности;

**умения:** самостоятельной работы с химическими реактивами и на различных приборах;

**владение навыками:** экспериментального исследования.

### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

|                |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>отлично</b> | обучающийся демонстрирует:<br>- самостоятельно определил цель работы;<br>- выполнил работу в рациональной последовательности и полном объеме с безусловным соблюдением правил безопасности;<br>- грамотно, логично описал проведенные наблюдения и |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | сформулировал выводы из результатов опыта (наблюдения).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>хорошо</b>              | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно определил цель работы;</li> <li>- выполнил работу в полном объеме с безусловным соблюдением правил безопасности, но не в рациональной последовательности;</li> <li>- анализирует и обобщает результаты проведенных наблюдений и опытов с помощью преподавателя.</li> </ul>                                  |
| <b>удовлетворительно</b>   | обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно определил цель работы;</li> <li>- выполнил работу не менее чем на половину с безусловным соблюдением правил безопасности;</li> <li>- затруднения при анализе и обобщении результатов проведенных наблюдений и опытов;</li> <li>- выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки;</li> </ul> |
| <b>неудовлетворительно</b> | обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>- не смог определить цель работы и подготовить необходимое оборудование самостоятельно;</li> <li>- выполнил работу менее чем на половину, либо допустил однократное нарушение правил безопасности.</li> </ul>                                                                                                                              |

*Разработчик: доцент, Ханадеев В.А.*

  
(подпись)