

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Нанобиотехнология
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология
(код и наименование направления)

Направленность: Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

"Нанобиотехнология" является учебной дисциплиной, обеспечивающей освоение магистрами теоретического материала по созданию, инструментальному анализу и оценке широкого спектра уникальных свойств наноразмерных объектов, а также подготовку магистров к практическому использованию данных объектов в биотехнологии.

Задачи:

- изучение и освоение передовых знаний об организации и функционировании биологических и небиологических наноразмерных объектов, систем, материалов;
- изучение и освоение методов исследования и анализа структуры наноразмерных объектов, систем, материалов и процессов, протекающих в ходе их образования и функционирования;
- формирование навыков использования полученных теоретических и практических знаний в различных областях науки и производства с акцентом на профиль подготовки.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Изучаемыми объектами дисциплины являются нанообъекты на основе вещества органической и неорганической природы, эффекты и взаимодействия, определяющие пути конструирования и особые физико-химические и биологические свойства наноразмерных объектов и наноструктур, методы исследования биологических и небиологических нанообъектов; пути и области применения бионанообъектов, включая их модифицированные аналоги; применение небиологических нанообъектов в биотехнологии.

1.3. Входные требования

Освоение дисциплины «Нанобиотехнология» строится на базе материала, изложенного в дисциплинах «Инструментальные методы анализа», «Основы биохимии и молекулярной биологии»

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------|
| ОПК-1 | ИД-1ОПК-1 | Знать основные понятия нанотехнологии, роль наноразмерных структур в живом организме, основные принципы получения и методы исследования наноразмерных объектов и материалов, возможности их применения в биотехнологии, биологии, медицине, экологические и токсикологические аспекты применения наноразмерных объектов и наноустройств, перспективы применения достижений нанобиотехнологии в реализации экономики замкнутого цикла. | Знает фундаментальные закономерности и прикладные аспекты в области биотехнологий, основы промышленной и специальной безопасности, методы получения новых знаний, в том числе в новых областях биотехнологии и смежных наук и технологий | Экзамен |
| ОПК-1 | ИД-2ОПК-1 | Уметь обобщать и анализировать теоретические и практические знания в области нанобиотехнологии и на их основе предлагать решения для стандартных научно-технических задач, формулировать и разрабатывать новые задачи и идеи в области биотехнологии | Умеет обобщать и анализировать высокоспециализированные теоретические и практические знания в области профессиональной деятельности и на их основе выполнять стандартные научно-технические задачи, формулировать и разрабатывать новые задачи и идеи в области биотехнологии | Контрольная работа |
| ОПК-1 | ИД-3ОПК-1 | Владеть навыками анализа и обобщения теоретических и практических знаний в области нанобиотехнологии, навыками поиска на их основе решений для стандартных научно-технических задач, навыками постановки новых задачи и идей в области биотехнологии | Владеет навыками использования теоретических и практических знаний для решения существующих и новых задач в области биотехнологии и смежных технологий | Творческое задание |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 2 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 54 | 54 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 18 | 18 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 32 | 32 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 90 | 90 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | | | |
| Дифференцированный зачет | 9 | 9 | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 144 | 144 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | |
| 2-й семестр | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1. Классификация наноразмерных объектов и способы их получения. | 4 | 0 | 6 | 14 |
| 1.1. Введение. Определения и понятия. История зарождения нанобиотехнологии, место среди схожих направлений инженерной и научной деятельности. Формирование рынка нанотехнологий 1.2. Невалентные взаимодействия: типы, примеры, роль в существовании живой природы. Свойства гидро- и липофильности, роль в существовании и функционировании объектов живой природы. Нанообъекты: классификация, примеры. Объекты нанобиотехнологии. 1.3. Способы получения наноразмерных объектов по принципу "снизу-вверх" и "сверху-вниз". Дисперсные системы. Самоорганизация и самосборка нанообъектов. Самосборка и упорядоченные ассоциаты в живой природе. 1.4. Особые свойства наноразмерных объектов и материалов на их основе. Зависимость отношения площади поверхности к объему и удельной площади поверхности системы от размера частиц. | | | | |
| 2. Методы изучения наноразмерных объектов | 6 | 0 | 10 | 30 |
| Инструментальные методы исследования -Колебательная спектроскопия (ИК-, КР-) - ЯМР-спектроскопия -Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) - Рентгеноструктурный анализ (РСА) - Оптическая микроскопия - Электронная микроскопия -Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ) - Атомно-силовая микроскопия (АСМ) - Комбинированные методы | | | | |
| 3. Применение методов нанотехнологии к биологическим объектам | 4 | 0 | 8 | 26 |
| 3.1. Пути и области применения бионанообъектов Применение небактериальных нанообъектов в биотехнологии. 3.2. Нанобиосенсорика как инструмент нанобиотехнологии. 3.3. Наноразмерные инструменты и инструментарий для работы с нанообъектами. | | | | |
| 4. Развитие нанобиотехнологий и возможные риски | 4 | 0 | 8 | 20 |
| 4.1. Миниатюризация как тенденция развития технологий в отраслях. Нанотехнологии в медицине и биологии. 4.2. Вопросы токсичности и биосовместимости в применении к наноразмерным объектам. Экологические аспекты нанотехнологий. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Биоразлагаемые полимеры. 4.3. Регулирование вопросов использования наноразмерных объектов. | | | | |
| ИТОГО по 2-му семестру | 18 | 0 | 32 | 90 |
| ИТОГО по дисциплине | 18 | 0 | 32 | 90 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1 | Наноразмерные объекты: примеры, разбор роли масштаба. Невалентные взаимодействия, разбор в применении к объектам разной природы |
| 2 | Биологические наноразмерные объекты, примеры и свойства |
| 3 | Принцип построения «снизу-вверх» как основной путь формирования биологических нанобъектов |
| 4 | Самосборка. Отработка навыков оперирования химическими связями различной природы. Роль конкретных связей в формировании супрамолекулярных ансамблей. Самосборка биологических полимеров, роль невалентных взаимодействий |
| 5 | Методы исследования нанобъектов: микроскопия (оптическая, электронная, флуоресцентная, рентгеновская). Примеры приборов. |
| 6 | Атомно-силовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия. Примеры приборов. |
| 7 | Методы спектроскопии в исследовании наноразмерных объектов. Примеры приборов. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов, пример исследования структуры белковых молекул. |
| 8 | Подходы к выбору инструментальных методов исследования биологических нанобъектов |
| 9 | Работа с научными статьями по теме нанобиотехнологии. Анализ выбора методов исследования |
| 10 | Нанобиосенсорика. Нанобиомоторы. Нанороботы. |
| 11 | Вопросы токсичности и биосовместимости. Биоразлагаемые биополимеры. |
| 12 | Нанобиотехнологии: вопросы охраны здоровья населения и окружающей среды |
| 13 | Нанобиотехнологии и экономика замкнутого цикла |
| 14 | Знакомство с передовыми школами по нанобиотехнологии |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|---|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Основы нанотехнологии : учебник для студентов высших учебных заведений / Кузнецов Н. Т., Новоторцев В. М., Жабрев В. А., Марголин В. И. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2017. 397 с. 32,5 усл. печ. л. | 3 |
| 2 | Пул (мл.) Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии : учебное пособие для вузов пер. с англ. 5-е изд., испр. и доп. Москва : Техносфера, 2010. 330 с. | 5 |
| 3 | Хартманн У. Очарование нанотехнологии : пер. с нем. 2-е изд., испр. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. 173 с. 11,0 усл. печ. л. | 5 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Газит Э. Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития : пер. с англ. Москва : Науч. мир, 2011. 149 с. 9,5 усл. печ. л. | 2 |
| 2 | Глик Б., Пастернак Д. Молекулярная биотехнология : принципы и применение пер. с англ. Москва : Мир, 2002. 589 с. | 35 |
| 3 | Головин Ю. И. Основы нанотехнологий. Москва : Машиностроение, 2012. 653 с. 40,18 усл. печ. л. | 3 |
| 4 | Нанобиотехнология биомиметических мембран : пер. с англ. Москва : Научный мир, 2012. 214 с. 13,5 усл. печ. л. | 1 |
| 5 | Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография пер. с англ. / Брайдсон Р., Гиббс М. Р. Дж., Грелл М., Хэммонд К. Долгопрудный : Интеллект, 2011. 527 с. | 8 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| 1 | Российские нанотехнологии : журнал. Москва : Парк-медиа, 2006 - . | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| 1 | Большой нормативно-технический словарь : около 15 000 терминов и их определений. М. : АСТ : Астрель, 2007. 927 с. | 3 |
| 2 | Окрепилов В.В. Словарь терминов и определений по стандартизации и метрологии в области нанотехнологий. Санкт-Петербург : Наука, 2008. 209 с. | 1 |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| 1 | Метрология, стандартизация и сертификация : методические указания. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 104 с. 6,75 усл. печ. л. | 20 |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| 1 | Нанотехнология белков. Протоколы, оборудование, области применения : пер. с англ. / Векилов П., Лан Э., Данн Б., Зинк Д. Москва : Науч. мир, 2012. 462 с. 29,0 усл. печ. л. | 1 |
| 2 | Новичков Н. Н. Англо-русский словарь по нанотехнологиям : 80000 терминов и сокращений. Москва : АРМС-ТАСС, 2010. 1093 с. | 6 |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин [и др.]. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. | https://elibr.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-152281 | локальная сеть; свободный доступ |

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | Поленов Ю. В. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник / Поленов Ю. В., Егорова Е. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. | https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-125699 | локальная сеть; авторизованный доступ |
| Основная литература | Будкевич, Е. В. Основы нанобиотехнологии. Фундаментальные основы нанобиотехнологии? | https://elib.pstu.ru/Record/ipr66078 | локальная сеть; свободный доступ |
| Основная литература | Просеков А. Ю. Нанобиотехнология : учеб. пособие / Просеков А. Ю., Дышлюк Л. С., Козлова О. В., Изгарышева Н. В. - Кемерово: КемГУ, 2016. | https://elib.pstu.ru/Record/lan99583 | локальная сеть; свободный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|--|---|
| Операционные системы | MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022) |
| Офисные приложения. | Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | WinRAR (лиц.№ 879261.1493674) |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|---|
| База данных Scopus | https://www.scopus.com/ |
| База данных Wiley Journals | http://onlinelibrary.wiley.com/ |
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки | https://dvs.rsl.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |
| Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки | http://www.diss.rsl.ru/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция | Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic PT-W 430 | 1 |
| Практическое занятие | Компьютерный класс Персональные компьютеры "Декада" 5 | 5 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Нанобиотехнология»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 19.04.01. "Биотехнология"

Направленность (профиль) Биотехнология в освоении экономики замкнутого образовательной программы: цикла

Квалификация выпускника: Магистр

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет дифференцированный: 2 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 2-го семестра учебного плана и разбито на 4 учебных раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы) | Вид контроля | | | | Дифференцированный зачет |
|---|--------------|--------------------------|-----|----------|--------------------------|
| | Текущий | Рубежный и промежуточный | | Итоговый | |
| | | С | ПЗ | | |
| Усвоенные знания | | | | | |
| З.1 Знает основы современных информационно-коммуникационных технологий, научные приборы и оборудование, используемые при научных исследованиях и разработках в области биотехнологии, методы автоматизации при проведении экспериментов и обработке экспериментальных данных | С1 | | КР1 | | ТВ |
| Освоенные умения | | | | | |
| У.1 Умеет применять современные информационно-коммуникационные технологии, специализированные программы, новейшие методы и технику исследований в области биотехнологии | С2 | ПЗ1 | КР2 | | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | | |
| В.1 Владеет навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий, новейших методов и техники исследований в рамках профильной деятельности в области биотехнологии | | ПЗ2 | | ТЗ | ПЗ |

С – собеседование по теме; КР – рубежная контрольная работа; ТЗ – творческое задание; ПЗ – практическое задание, ТВ – теоретический вопрос

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме контроля посещаемости лекционных занятий и в форме собеседования с дискуссией во время практических занятий. Результаты по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Шкала и критерии оценки активности студента во время собеседования с дискуссией во время практических занятий приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки активности студента

| Баллы за | | Уровень освоения | Критерии оценивания уровня творческого подхода к решению задач, определенных компетенциями |
|----------|--------|----------------------------------|--|
| знания | умения | | |
| 5 | 5 | Максимальный уровень | Приведен детально обоснованный выбор варианта решения вопроса, вынесенного на обсуждение, убедительно доказаны преимущества предложения в ходе дискуссии |
| 4 | 4 | Средний уровень | Представлены предложения по решению вопроса, вынесенного на обсуждение, в ходе дискуссии удалось в основном отстоять представленные предложения по совершенствованию процесса. |
| 3 | 3 | Минимальный уровень | Проявлено участие в дискуссии по решению вопроса, выдвинутого на обсуждение |
| 2 | 2 | Минимальный уровень не достигнут | Не представлены собственные предложения по решению вопроса, выдвинутого на обсуждение, не было участия в дискуссии |
| 0 | 0 | Уровень освоения не установлен | Отсутствие на занятии |

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (приведены в таблице 1.1) проводится согласно графику учебного процесса в следующих формах: в форме отчета по практическому заданию 1 (разделы 1-3), отчета по практическому заданию 2 (раздел 4), рубежной контрольной работы КР1 после изучения раздела 1, рубежной контрольной работы 2 после изучения раздела 2, интегральной оценки по суммарным результатам активности студента во время дискуссий на практическом занятии, в форме отчета по творческому заданию (разделы 2-4).

2.2.1. Рубежные контрольные работы

Рубежная контрольная работа 1 (КР1) введена для оценивания усвоения знаний и освоения умений, включенных в дисциплинарные части компетенций, после изучения раздела 1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Рубежная контрольная работа 2 (КР2) введена для оценивания усвоения знаний и освоения умений, включенных в дисциплинарные части компетенций, после изучения раздела 2. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Критерии оценивания уровня освоения учебного материала контрольных работ

| Балл | Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|------|----------------------|--|
| 5 | Максимальный уровень | Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. |
| 4 | Средний уровень | Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе. |

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| 3 | Минимальный уровень | Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления. |
| 0 | Минимальный уровень не достигнут | Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат |

Результаты рубежных контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Типовые задания КР1:

1. Типы классификации наноразмерных объектов. Примеры.
2. N-мерность наноразмерных объектов с точки зрения нано-мира и макро-мира. Примеры.
3. Почему размер важен? Обосновать появление специфических свойств у наноразмерных объектов.
4. Невалентные взаимодействия: типы, примеры.
5. Получение наноразмерных объектов по принципу «снизу-вверх». Примеры.

Типовые задания КР2.

1. Рентгенография монокристалла: суть метода. Применение для анализа структуры белка.
2. ЯМР: базовая схема метода. Применение для контроля образования супрамолекулярных структур.
3. Атомно-силовая микроскопия. Суть метода. Применение для анализа межмолекулярных взаимодействий

2.2.2. Рубежный контроль активности студента на семинарах

Творческая активность студента на семинаре оценивается в баллах согласно шкале оценивания, приведенной в таблице 2.1. По темам, включенным в раздел 4, оценки за знание и умение заносятся в книжку преподавателя и учитываются при определении итоговой оценки по разделу.

В ходе самостоятельной работы каждый студент готовит к семинару презентацию и доклад о вопросах токсичности и биосовместимости наноразмерных объектов, а также о вопросах законодательного регулирования их использования

Оценка, установленная в ходе презентации подготовленного материала, а также активности и адекватности обсуждения докладов других студентов, определяет уровень сформированности компетенции ОПК-2 по 4-х балльной шкале, включается в оценочный лист на дифференциальном зачете по дисциплине для оценивания уровня освоения владения.

2.2.3. Рубежный контроль по результатам отчета по практическому

занятию

Задание выполняется в парах. В ходе самостоятельной работы с литературой студенты выполняют комплексное задание, состоящее из двух частей. Первая часть включает изложение материала по двум методам исследования (один – из группы спектроскопических методов, один – из микроскопии). При изложении ожидаются ответы на вопросы: физические и химические основы метода; какого типа наноразмерные объекты позволяет исследовать и какие из их свойств. Кратко - основные структурные блоки оборудования, примеры двух конкретных приборов. Подготовка пробы к исследованию: основные варианты, от чего зависит выбор, не требуется описывать конкретные методики. Примеры условий проведения эксперимента в целом (в том числе температурный интервал, продолжительность эксперимента, факторы, влияющие на результат). Вторая часть задания включает разбор примеров из научных статей, опубликованных в ведущих научных журналах: необходимо показать применение изложенных в первой части методов для решения задач в области нанобиотехнологии. Обе части излагаются в виде реферата.

Результат представляется на практическом занятии в виде краткого сообщения с акцентом на разборе примера из научной статьи. Группа принимает участие в обсуждении материала.

Оценка, устанавливаемая по количеству и качеству материала, глубине его проработки определяет уровень сформированности компетенции ОПК-2. Оценка по 4-х бальной шкале включается в оценочный лист на дифференциальном зачете по дисциплине для оценивания уровня освоения владения. Критерии оценки уровня освоения данной формы контроля приведены в таблице 2.2.1. Итоговая оценка по результатам выполнения практического задания вносится в оценочный лист на дифференциальном зачете при определении оценки умений и владений.

Таблица 2.3. Шкала и критерии оценки уровня освоения владения по результатам защиты задания практического занятия.

| Балл | Уровень усвоения | Критерии оценивания |
|------|----------------------------------|---|
| 5 | Максимальный уровень | Методы изложены полно, примеры оборудования современные, приведена информация по всем пунктам задания, продемонстрировано полное понимание вопроса. Во второй части использовано не менее двух научных статей на каждый метод, примеры из статей разобраны подробно. На защите примеры изложены ясно и логично, на все вопросы дан ответ. |
| 4 | Средний уровень | Выполнены все перечисленные выше этапы, предусмотренные заданием, но в ходе проверки реферата и (или) защиты выявлены неточности, касающиеся отдельных пунктов задания. |
| 3 | Минимальный уровень | Выполнены основные этапы, предусмотренные заданием, но в ходе проверки реферата и (или) защиты выявлены серьезные замечания по пунктам задания |
| 2 | Минимальный уровень не достигнут | Не выполнены в полном объеме этапы, предусмотренные заданием, и в ходе защиты выявлен низкий уровень освоения. |

2.2.4. Рубежный контроль по результатам выполнения творческого задания

Задание выполняется индивидуально. Студенту предлагается выбор в написании эссе или заявки на финансирование (в формате конкурса УМНИК). Требования к выбору темы для заявки включают необходимость комбинирования вопросов нанобиотехнологии с направлением работ в рамках подготовки магистерской диссертации студента. Требования к выбору темы для эссе включает необходимость использования современных достижений нанобиотехнологии со ссылкой на свежие научные статьи (не старше 3 лет). На практическом занятии студент делает краткое сообщение о выполненной работе, отвечает на вопросы группы.

Оценка, устанавливаемая по совокупности выполненного задания, определяет уровень сформированности компетенции ОПК-2. Оценка по 4-х бальной шкале включается в оценочный лист на дифференциальном зачете по дисциплине для оценивания уровня освоения владения. Критерии оценки уровня освоения данной формы контроля приведены в таблице 2.2.1. Итоговая оценка по результатам выполнения индивидуального творческого задания вносится в оценочный лист на экзамене при определении оценки владений.

Таблица 2.4. Шкала и критерии оценки уровня освоения владения по результатам работы над творческим заданием.

| Балл | Уровень усвоения | Критерии оценивания |
|------|----------------------------------|---|
| 5 | Максимальный уровень | Критерии выбора тем соблюдены, задание выполнено успешно, материал изложен полно, работа оформлена в соответствии с типом (заявка или эссе). Сообщение на практическом занятии лаконично и в полной степени отражает письменную часть. Даны полные и аргументированные ответы на вопросы. |
| 4 | Средний уровень | Выполнены все перечисленные выше моменты, предусмотренные заданием, но в тексте или при изложении выявлены неточности, касающиеся отдельных пунктов задания. |
| 3 | Минимальный уровень | Выполнены основные этапы, предусмотренные заданием, но в тексте или при устном изложении выявлены серьезные замечания по пунктам задания |
| 2 | Минимальный уровень не достигнут | Не выполнены в полном объеме этапы, предусмотренные заданием, и в ходе устного изложения выявлен низкий уровень освоения. |

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференциального зачета по дисциплине письменно. Предусмотрены несколько

вариантов, каждый вариант содержит тестовые задания для проверки усвоенных знаний и формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности заявленной компетенции.

2.3.1. Типовые вопросы в тестовом задании

1. Укажите правильный порядок возрастания размеров частиц:
А 1 Å, 1 мм, 1 мкм, 1 нм
Б 1 нм, 1 Å, 1 мкм, 1 мм
В 1 Å, 1 нм, 1 мкм, 1 мм
Г 1 мкм, 1 Å, 1 нм, 1 мм
2. Нанобиотехнология – это (выбрать наиболее подходящее определение)
А. наука, изучающая как использовать живые организмы или продукты их жизнедеятельности для решения определенных технологических задач
Б. Наука, основанная на применении нанотехнологических приемов для развития биотехнологических методов
В. Набор мер по выпуску товаров и предоставлению услуг, которые позволяют оценивать, предотвращать и сводить к минимуму ущерб, причиняемый окружающей среде и человеку
Г. современная нанотехнология, основанная на использовании биологических строительных блоков и принципов биоспецифичности
Д. область фундаментальной науки, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования методов производства продуктов с заданной атомарной и молекулярной структурой в наноразмерной области
Е. Наука, основанная на применении природных явлений и принципов в нанотехнологии
3. Что такое фуллерен?
А. Углеродная нанотрубка
Б. Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине
В. Плоский лист графита мономолекулярной толщины
Г. Семейство шарообразных полых молекул общей формулы C_n
4. Неполярные части липидных молекул («хвосты»):
А. Гидрофильны
Б. Амфифильны
В. Гидрофобны
Г. Ацидофильны
5. Электронный зонд – это:
А. Кварцевая пластина с заостренным концом
Б. Сфокусированный луч электронов
В. Нагретая вольфрамовая нить

- Г. Нагретая нанотрубка, испускающая электроны
6. В каком микроскопе используется кантилевер?
- А. Сканирующий силовой микроскоп
 - Б. Сканирующий туннельный микроскоп
 - В. Растровый микроскоп
 - Г. Просвечивающий электронный микроскоп
7. ЭПР – спектроскопия...
- А. позволяет определять структуры молекул и концентрации веществ, имеющих неспаренные электроны
 - Б. основана на взаимодействии внешних электронов с переменным магнитным полем
 - В. использует магнитный резонанс атомов, помещённых в поток рентгеновских лучей
 - Г. основана на явлении резонанса ядер атомов
8. Что такое липосомы?
- А. Субклеточные частицы
 - Б. Белковые молекулы, содержащие ферменты
 - В. Наноразмерные вирусы
 - Г. Замкнутые бислойные мембранные оболочки

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций по 4-х балльной шкале оценивания. По четырем оценкам, внесенным в оценочный лист, вычисляется среднеарифметическое значение и после округления до целого числа определяется оценка дифференцированного зачета по дисциплине.