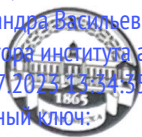


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агrobiотехнологий  
Дата подписания: 17.07.2023 14:44:55  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc54f245ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Агrobiотехнологий  
Кафедра Биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института  
Агrobiотехнологий

Белопухов С.Д.

“ 29 ” августа 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.03 БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и бионанотехнологии

Курс 1


Семестр 1

Форма обучения: очная

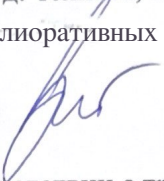
Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик: Поливанова О.Б., кандидат биологических наук

  
«29» августа 2022 г.


Рецензент: Балабанов В.И. – д. техн. н., профессор, заведующий кафедрой  
организации и технологий гидромелиоративных и строительных работ

  
«29» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология.

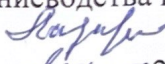
Программа обсуждена на заседании кафедры Биотехнологии  
протокол № 41 от «29» 08 2022 г.

И. о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., кандидат биологических наук, доцент


  
«29» 08 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института Агробиотехнологий  
Лазарев Н.Н., доктор с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем

  
«29» августа 2022 г.

И. о. заведующего выпускающей кафедрой Биотехнологии Чередниченко  
М.Ю., кандидат биологических наук, доцент

  
«29» 08 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	4
1. Цель освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. Структура и содержание дисциплины .....	5
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	5
4.2 Содержание дисциплины.....	9
4.3 Лекции и практические занятия .....	13
5. Образовательные технологии.....	18
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	19
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	19
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	21
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	22
7.1 Основная литература .....	22
7.2 Дополнительная литература.....	22
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	23
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	23
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	24
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	24
11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	24

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.03 Бионанотехнологии для подготовки магистра по направлению 19.04.01 Биотехнология направленности Биоинженерия и бионанотехнологии

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся системы знаний о физико-химических и биологических свойствах наноструктур и их применении в различных областях, таких как медицина, сельское хозяйство, защита окружающей среды и научные исследования и разработки.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина «Бионанотехнологии» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана 19.04.01 Биотехнология. На курсе «Бионанотехнологии» базируется изучение таких дисциплин, как «Генная инженерия», «Клеточная инженерия», «Прикладная биотехнология» и эффективная научно-исследовательская работа, в том числе над дипломной работой.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2.

**Краткое содержание дисциплины:** в рамках изучения дисциплины рассматриваются прикладные аспекты использования многообразных современных наноматериалов в областях, связанных с биологическими науками, такими как медицина, сельское хозяйство, защита окружающей среды, производство продуктов питания, редактирование генома и др. В ходе курса студенты знакомятся с классификацией современных наноматериалов, методами их получения и способами анализа и характеристики наноструктур. В связи с растущим интересом и расширением области применения, отдельно рассматриваются вопросы безопасности применения наноматериалов, их влияния на организм человека, растений, животных и окружающую среду.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:**  
108/4 часа (3 зачетных единицы)

**Промежуточный контроль:** зачёт

#### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Бионанотехнологии» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к решению различных прикладных задач в рамках исследований в области биологических дисциплин с применением нанотехнологий и наноматериалов. Также обучающиеся должны иметь представление о многообразии применяемых в настоящее время наноматериалах, способах их получения и актуальных методах анализа. На основании полученных результатов о физических и поверхностных свойствах наноматериалов, обучающиеся должны уметь делать выводы о возможных областях применения для решения тех или иных задач в рамках биологического исследования. В ходе освоения дисциплины предусмотрено применение цифровых технологий и инструментов, прежде всего работа с базами данных

научной литературы и публикаций на тему получения и применения наноматериалов.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Бионанотехнологии» относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана. Дисциплина «Бионанотехнологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 Биотехнология.

Дисциплина «Бионанотехнологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Генная инженерия», «Клеточная инженерия», «Прикладная биотехнология», «Биоинженерия в АПК».

Особенностью дисциплины является ознакомление обучающихся с многообразием применимых в настоящее время наноматериалов, способами их получения, методами из анализа и установления физико-химических характеристик. Всё это помогает проследить связь структуры того или иного наноматериала с его функциональными особенностями, а также связь способа получения с такими характеристиками как форма, размер, поверхностный заряд, пористость и др., что так же определяет возможную область применения наноматериала. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей базовых знаний по органической и неорганической химии, физике, физической и коллоидной химии, общей биологии.

Рабочая программа дисциплины «Бионанотехнологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1	терминологию, из области нанотехнологий и биотехнологий на иностранном языке	осуществлять написание, перевод и редактирование различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.) из области бионанотехнологий с использованием программных продуктов Microsoft office.	навыками поиска информации из области бионанотехнологий в базах данных научных публикаций и навыками осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при обсуждении вопросов из области бионанотехнологий.
2.	ПКос-1	Способен использовать цифровые средства и технологии, современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине	ПКос-1.1	основные направления развития бионанотехнологий и области их применения в сельском хозяйстве, экологии и медицине	планировать эксперимент с применением разработок в области нано- и биотехнологий, а также с привлечением цифровых средств и технологий	актуальной информацией о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики; использует цифровые средства и технологии
			ПКос-1.2	основные методы анализа наноматериалов, определяющими область их применения в сельском хозяйстве, экологии и медицине	самостоятельно выполнять исследования в области сельского хозяйства, экологии и медицине с применением современных методов и оборудования нано- и	актуальной информацией об исследованиях в области сельского хозяйства, экологии и медицине с применением современных методов и оборудования



					биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий	нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий
			ПКос-1.3	характеристики наноматериалов, определяющие их применение в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины	разрабатывать и совершенствовать современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии при научных исследованиях в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины	методами описания наноматериалов
3.	ПКос-2	Способен выполнять биотехнологические и микробиологические исследования, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека	ПКос-2.1;	области применения наноматериалов в биотехнологическом процессе получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений	осуществлять разработку предложений по совершенствованию биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений	информацией о совершенствовании процессов получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений с применением наноматериалов
			ПКос-2.2	подходы к совершенствованию биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, био-	Разрабатывать и осуществлять технологическое сопровождение биотехнологических процессов получения	методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биоло-

				<p>препаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения) с применением наноматериалов</p>	<p>биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения) с использованием нанотехнологий</p>	<p>гически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)</p>
--	--	--	--	--	---	--



## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	час. Всего/*
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>60,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	
<i>лекции (Л)</i>	30
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	30/4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>	
<i>консультации перед экзаменом</i>	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>47,75</b>
<i>реферат/эссе (подготовка)</i>	
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>	
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	
<i>контрольная работа</i>	
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	<b>47,75</b>
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	
<i>Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)</i>	
Вид промежуточного контроля:	Зачёт

\* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

## 4.2 Содержание дисциплины

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
Введение в нанотехнологии. Нанотехнологии в современных науках о жизни	9,75	2	2			5,75
<b>Раздел 1 «Общие понятия бионанотехнологии»</b>	<b>14/1</b>	<b>4</b>	<b>4/1</b>			<b>6</b>
Тема 1. Способы получения наноматериалов и методы их анализа	7/1	2	2/1			3
Тема 2. Вопросы безопасности в использовании наноматериалов	7	2	2			3
<b>Раздел 2 «Нанотехнологии в сельском хозяйстве»</b>	<b>28/1</b>	<b>8</b>	<b>8/1</b>			<b>12</b>

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ЛР всего/*	ПКР	
Тема 3. Наноудобрения	7/1	2	2/1			3
Тема 4. Нанотехнологии в защите растений	7	2	2			3
Тема 5. Нанотехнологии в ветеринарии и животноводстве	7	2	2			3
Тема 6. Нанотехнологии в производстве продуктов питания	7	2	2			3
<b>Раздел 3 «Нанотехнологии в научно-исследовательской деятельности»</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>3</b>
Тема 7. Нанотехнологии в генетической инженерии	7	2	2			3
<b>Раздел 4. «Нанотехнологии в медицине»</b>	<b>35/1</b>	<b>10</b>	<b>10/1</b>			<b>15</b>
Тема 8. Наночастицы как система контролируемой доставки лекарств и активных компонентов	7/1	2	2/1			3
Тема 9. Наночастицы в терапии рака	7	2	2			3
Тема 10. Нановакцины	7	2	2			3
Тема 11. Наночастицы и генетическая терапия	7	2	2			3
Тема 12. Применение нанотехнологий в диагностике заболеваний	7	2	2			3
<b>Раздел 5. «Нанотехнологии в защите окружающей среды»</b>	<b>14/1</b>	<b>4</b>	<b>4/1</b>			<b>6</b>
Тема 13. Очистка почв и сточных вод с помощью нанотехнологий	7/1	2	2/1			3
Тема 14. Мониторинг загрязнения окружающей среды с использованием нанотехнологий. Нанобиосенсоры	7	2	2			3
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25				0,25	
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>108/4</b>	<b>30</b>	<b>30/4</b>		<b>0,25</b>	<b>47,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/4</b>	<b>30</b>	<b>30/4</b>		<b>0,25</b>	<b>47,75</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Введение в нанотехнологии. Нанотехнологии в современных науках о жизни**

### **Раздел 1. «Общие понятия бионанотехнологии»**

#### **Тема 1. Способы получения наноматериалов и методы их анализа**

1. Подходы к получению наноматериалов
2. Подходы «Снизу вверх»
3. Подходы «Сверху вниз»
4. Методы анализа наноматериалов

#### **Тема 2. Вопросы безопасности в использовании наноматериалов**

1. Определение нанотоксикологии
2. Риски, связанные с воздействием наноматериалов при их производстве

3. Биомаркеры токсического эффекта наноматериалов и модели для изучения нанотоксичности *in vitro* и *in vivo*
4. Основные методы изучения нанотоксичности
5. Токсический эффект углеродных наноматериалов и наночастиц серебра
6. Физико-химические характеристики наноматериалов, определяющие их токсический эффект

## **Раздел 2. «Нанотехнологии в сельском хозяйстве»**

### **Тема 3. Наноудобрения**

1. Наноудобрения – перспективы и преимущества по сравнению с традиционными удобрениями
2. Классификация наноудобрений
3. Способы воздействия наночастиц на организм растений
4. Исследования наноудобрений

### **Тема 4. Нанотехнологии в защите растений**

1. Нанопрепараты для защиты растений – перспективы и преимущества по сравнению с традиционными средствами защиты растений
2. Классификация наноматериалов в защите растений
3. Нанотехнологии для борьбы с насекомыми-вредителями
4. Нанотехнологии для борьбы с бактериальными и грибными инфекциями
5. Наногербициды
6. Потенциальные риски для окружающей среды

### **Тема 5. Нанотехнологии в ветеринарии и животноводстве**

1. Классификация наноматериалов, применяемых в ветеринарии
2. Области применения нанотехнологий в ветеринарной медицине
3. Нановакцины в ветеринарии
4. Нанотехнологии в разведении животных
5. Нанотехнологии в животноводстве, кормлении животных
6. Нанотехнологии в диагностике заболеваний животных

### **Тема 6. Нанотехнологии в производстве продуктов питания**

1. Сырье для производства наноматериалов в производстве продуктов питания
2. Nanofood
3. Наноинкапсулирование в производстве продуктов питания
4. Наноматериалы для упаковки пищевых продуктов
5. Наноэмульсии в производстве продуктов питания
6. Наноструктуры для доставки БАВ
7. Умная наноупаковка для продуктов питания
8. Съедобные нанопокрывтия

## **Раздел 3 «Нанотехнологии в научно-исследовательской деятельности»**

### **Тема 7. Нанотехнологии в генетической инженерии**

1. Обзор методов геномного редактирования и генетической трансформации растений
2. Использование наночастиц в трансформации
3. Использование наночастиц в редактировании геномов

4. Проблемы при использовании наночастиц в генной инженерии
5. CRISPR-Cas и применение нанотехнологий

#### **Раздел 4. «Нанотехнологии в медицине»**

##### **Тема 8. Наночастицы как система контролируемой доставки лекарств и активных компонентов**

1. Типы наночастиц, используемые в контролируемой доставке лекарств
2. Липосомы в доставке лекарств – преимущества и недостатки
3. Наноэмульсии
4. Применение твердых липидных наночастиц и наноструктурированных липидных носителей
5. Мицеллы
6. Полимерные наночастицы
7. Наночастицы мезопористого кремния
8. Дендримеры
9. Наночастицы металлов и их применение в фармацевтика

##### **Тема 9. Наночастицы в терапии рака**

1. Проведение химиотерапии
2. Иммунотерапия с использованием нанотехнологий
3. Проведение или усиление лучевой терапии
4. Проблемы при клиническом применении наночастиц

##### **Тема 10. Нановакцины**

1. Нанотехнологические подходы, применяемые в области профилактики инфекционных заболеваний
2. Разработка составов и процессов нановакцины
3. Ткане- и клеточно-специфическая доставка нановакцин
4. Презентация антигена
5. Стимуляция врожденных и/или адаптивных иммунных реакций
6. Невирусные векторы для вакцин, вакцинных адъювантов и иммуномодуляторов
7. Профилактические и терапевтические нановакцины

##### **Тема 11. Наночастицы и генетическая терапия**

1. Типы наночастиц, применяемые в генной терапии
2. Стратегии генной терапии с применением наночастиц
3. Магнитофекция

##### **Тема 12. Применение нанотехнологий в диагностике заболеваний**

1. Нанотехнологии для обнаружения внеклеточных биомаркеров рака
2. Нанотехнологии для детекции раковых клеток
3. Нанотехнологии для визуализации *in vivo*

#### **Раздел 5. «Нанотехнологии в защите окружающей среды»**

##### **Тема 13. Очистка почв и сточных вод с помощью нанотехнологий**

1. Удаление тяжелых металлов с использованием нанотехнологий
2. Удаление неорганических загрязнителей с использованием нанотехнологий
3. Удаление органических загрязнителей с использованием нанотехнологий. Фотокаталитическая деградация

## Тема 14. Мониторинг загрязнения окружающей среды с использованием нанотехнологий. Нанобиосенсоры

1. Применение бионаносенсоров для обнаружения тяжелых металлов, гормонов, пестицидов и других групп соединений
2. Недостатки и преимущества наносенсоров для мониторинга состояния окружающей среды

### 4.3 Лекции и практические занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Введение</b>				<b>4</b>
	Введение	Лекция № 1. Введение в нанотехнологии. Нанотехнологии в современных науках о жизни	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 1. Классификация наноматериалов - состав, получение, области применения, безопасность	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Коллоквиум	2
2.	<b>Раздел 1. «Общие понятия бионанотехнологии»</b>				<b>8/1</b>
	Тема 1. Способы получения наноматериалов и методы их анализа	Лекция № 2. Способы получения наноматериалов и методы их анализа	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 2. Физико-химическая характеристика наночастиц – базовые методы анализа	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос	2/1
	Тема 2. Вопросы безопасности в использовании наноматериалов	Лекция № 3. Вопросы безопасности в использовании наноматериалов	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		Практическое занятие № 3. Методы изучения нанотоксичности	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Коллоквиум	2
3.	<b>Раздел 2. «Нанотехнологии в сельском хозяйстве»</b>				<b>16/1</b>
	Тема 3. Наноудобрения	Лекция № 3. Наноудобрения	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 3. Способы воздействия наноудобрений на организм растений. Фитотоксичность.	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос	2/1
	Тема 4. Нанотехнологии в защите растений	Лекция № 4. Нанотехнологии в защите растений	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 4. Нанотехнологии в борьбе с болезнями и вредителями	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Доклад	2
	Тема 5. Нанотехнологии в ветеринарии и животноводстве	Лекция № 5. Нанотехнологии в ветеринарии и животноводстве	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 5. Нанотехнологии в профилактике болезней животных	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2
	Тема 6. Нанотехнологии в производстве	Лекция № 6. Нанотехнологии в производстве продуктов питания	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	продуктов питания		ПКос-2.1; ПКос-2.2		
		Практическое занятие № 6. Нанотехнологии как анти-микробные агенты	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2
4.	<b>Раздел 3 «Нанотехнологии в научно-исследовательской деятельности»</b>				<b>4</b>
	Тема 7. Нанотехнологии в генетической инженерии	Лекция № 7. Нанотехнологии в генетической инженерии	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 7. Применение нанотехнологии в редактировании геномов животных	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2
5.	<b>Раздел 4. «Нанотехнологии в медицине»</b>				<b>20/1</b>
	Тема 8. Наночастицы как система контролируемой доставки лекарств и активных компонентов	Лекция № 8. Наночастицы как система контролируемой доставки лекарств и активных компонентов	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 8. Типы наночастиц, применяемых в контролируемой доставке лекарств	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2/1
	Тема 9. Наночастицы в терапии рака	Лекция № 9. Наночастицы в терапии рака	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 9. Подходы к лечению различных типов рака с применением наночастиц	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 10. Нановакцины	Лекция № 10. Нановакцины	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 10. Бионановакцины	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2
	Тема 11. Наночастицы и генетическая терапия	Лекция № 11. Наночастицы и генетическая терапия	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 11. Наночастицы и генетическая терапия	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Коллоквиум	2
	Тема 12. Применение нанотехнологий в диагностике заболеваний	Лекция № 12. Применение нанотехнологий в диагностике заболеваний	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 12. Методы диагностики с применением наночастиц	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Разбор научной публикации на тему	2
6.	<b>Раздел 5. «Нанотехнологии в защите окружающей среды»</b>				<b>8/1</b>
	Тема 13. Очистка почв и сточных вод с помощью нанотехнологий	Лекция № 13. Очистка почв и сточных вод с помощью нанотехнологий	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 13. Очистка почв и сточных вод с помощью нанотехнологий	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3;	Разбор научной публикации на тему	2/1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
			ПКос-2.1; ПКос-2.2		
	Тема 14. Мониторинг загрязнения окружающей среды с использованием нанотехнологий. Нанобиосенсоры.	Лекция № 14. Мониторинг загрязнения окружающей среды с использованием нанотехнологий. Нанобиосенсоры	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2		2
		Практическое занятие № 14. Недостатки и преимущества наносенсоров для мониторинга состояния окружающей среды	УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Коллоквиум	2

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Введение</b>		
1.	Введение в нанотехнологии. Нанотехнологии в современных науках о жизни	Понятия нанотехнологии. История развития нанотехнологий, области применения нанотехнологий (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
<b>Раздел 1. «Общие понятия бионанотехнологии»</b>		
2.	Тема 1. Способы получения наноматериалов и методы их анализа	Химические и физические подходы к получению наноматериалов (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
3.	Тема 2. Вопросы безопасности в использовании наноматериалов	Организация лаборатории нанотехнологий и техника безопасности (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
<b>Раздел 2. «Нанотехнологии в сельском хозяйстве»</b>		
4.	Тема 3. Нанодобрения	Коммерческое применение нанодобрений (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
5.	Тема 4. Нанотехнологии в защите растений	Нанотехнологии в борьбе с насекомыми-вредителями (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
6.	Тема 5. Нанотехнологии в ветеринарии и животноводстве	Нанотехнологии в разведении и кормлении животных (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
7.	Тема 6. Нанотехнологии в производстве	Применение нанотехнологий в создании упаковочных материалов для пищевых продуктов (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2;

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	продуктов питания	ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
<b>Раздел 3 «Нанотехнологии в научно-исследовательской деятельности»</b>		
8.	Тема 7. Нанотехнологии в генетической инженерии	Нанотехнологии в клеточной инженерии (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
<b>Раздел 4. «Нанотехнологии в медицине»</b>		
9.	Тема 8. Наночастицы как система контролируемой доставки лекарств и активных компонентов	Наночастицы металлов и контролируемая доставка лекарств и активных компонентов (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
10.	Тема 9. Наночастицы в терапии рака	Наночастицы для преодоления лекарственной устойчивости (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
11.	Тема 10. Нановакцины	РНК нановакцины (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
12.	Тема 11. Наночастицы и генетическая терапия	Полимерные наночастицы в генной терапии (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
13.	Тема 12. Применение нанотехнологий в диагностике заболеваний	Биочипы на основе нанотехнологий; наножидкостные микрочипы (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
<b>Раздел 5. «Нанотехнологии в защите окружающей среды»</b>		
14.	Тема 13. Очистка почв и сточных вод с помощью нанотехнологий	Очистка сточных вод и почвы от тяжёлых металлов (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).
15.	Тема 14. Мониторинг загрязнения окружающей среды с использованием нанотехнологий. Нанобиосенсоры	Применение ДНК-наносенсоров для мониторинга окружающей среды: последние достижения и перспективы (УК-4.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 2. Вопросы безопасности в использовании наноматериалов	ПЗ Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
2.	Тема 4. Нанотехнологии в защите растений	ПЗ Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
3.	Тема 7. Нанотехнологии в генети-	ПЗ Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	ческой инженерии		
4.	Тема 9. Наночастицы в терапии рака	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
5.	Тема 11. Наночастицы и генетическая терапия	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов
6.	Тема 14. Мониторинг загрязнения окружающей среды с использованием нанотехнологий. Нанобиосенсоры	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций, учебная дискуссия в ходе просмотра обучающих видеоматериалов

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### Примерный перечень вопросов к коллоквиуму к разделу «Введение в нанобиотехнологии»

1. Приведите четыре примера коммерчески доступных нанотехнологических продуктов.
2. Укажите, работают ли сканирующие зондовые микроскопы в режиме дальнего или ближнего поля, и объясните свой ответ.
3. Объясните, почему свойства наночастиц отличаются от свойств материала в массе. Приведите два примера свойств, которые изменяются в наномасштабе, и объясните их.
4. Каковы преимущества использования квантовых точек в качестве флуоресцентных красителей вместо типичных органических красителей? Назовите и объясните шесть различных причин.
5. Обсудите различия в спектрах поглощения (по числу пиков, интенсивности плазмонной полосы и длине волны максимального поглощения) следующих веществ:
  - a. серебряная сфера диаметром 40 нм и серебряный куб со сторонами длиной 40 нм
  - b. серебряный октаэдр с размерами 40 нм и серебряная треугольная пластина с максимальной шириной 40 нм и высотой 5 нм.
  - c. серебряный диск и серебряная сфера диаметром 40 нм.
  - d. серебряный октаэдр со стороной 40 нм и серебряный куб со стороной 40 нм.

6. Объясните, чем оптические свойства квантовых точек отличаются от оптических свойств металлических наночастиц. Нарисуйте график плотности состояний в каждом случае.
7. Кратко опишите основной принцип работы сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) и то, как его можно использовать для получения геометрической информации.

### **Вопросы к зачёту**

1. Определение нанотехнологий
2. Подходы к получению наноматериалов
3. Подходы «Снизу вверх» и «Сверху вниз»
4. Физические, химические и биологические методы получения наноматериалов
5. Методы анализа наноматериалов
6. Определение нанотоксикологии
7. Риски, связанные с воздействием наноматериалов при их производстве
8. Биомаркеры токсического эффекта наноматериалов и модели для изучения нанотоксичности *in vitro* и *in vivo*
9. Основные методы изучения нанотоксичности
10. Токсический эффект углеродных наноматериалов и наночастиц серебра
11. Физико-химические характеристики наноматериалов, определяющие их токсический эффект
12. Наноудобрения – перспективы и преимущества по сравнению с традиционными удобрениями
13. Классификация наноудобрений  
Способы воздействия наночастиц на организм растений
14. Исследования наноудобрений
15. Нанопрепараты для защиты растений – перспективы и преимущества по сравнению с традиционными средствами защиты растений
16. Классификация наноматериалов в защите растений
17. Нанотехнологии для борьбы с насекомыми-вредителями
18. Нанотехнологии для борьбы с бактериальными и грибными инфекциями
19. Наногербициды
20. Потенциальные риски для окружающей среды
21. Классификация наноматериалов, применяемых в ветеринарии
22. Области применения нанотехнологий в ветеринарной медицине
23. Нановакцины в ветеринарии
24. Нанотехнологии в разведении животных
25. Нанотехнологии в животноводстве, кормлении животных
26. Нанотехнологии в диагностике заболеваний животных
27. Обзор методов геномного редактирования и генетической трансформации растений
28. Использование наночастиц в трансформации
29. Использование наночастиц в редактировании геномов
30. Проблемы при использовании наночастиц в генной инженерии
31. CRISPR-Cas и применение нанотехнологий

32. Типы наночастиц, используемые в контролируемой доставке лекарств
33. Липосомы в доставке лекарств – преимущества и недостатки
34. Наноэмульсии
35. Применение твердых липидных наночастиц и наноструктурированных липидных носителей
36. Мицеллы
37. Полимерные наночастицы
38. Наночастицы мезопористого кремния
39. Дендримеры
40. Наночастицы металлов и их применение в фармацевтике
41. Проведение химиотерапии
42. Иммунотерапия с использованием нанотехнологий
43. Проведение или усиление лучевой терапии
44. Проблемы при клиническом применении наночастиц
45. Нанотехнологические подходы, применяемые в области профилактики инфекционных заболеваний
46. Разработка составов и процессов нановакцины
47. Ткане- и клеточно-специфическая доставка нановакцин
48. Презентация антигена
49. Стимуляция врожденных и/или адаптивных иммунных реакций
50. Невирусные векторы для вакцин, вакцинных адъювантов и иммуномодуляторов
51. Профилактические и терапевтические нановакцины
52. Типы наночастиц, применяемые в генной терапии
53. Стратегии генной терапии с применением наночастиц
54. Магнитофекция
55. Нанотехнологии для обнаружения внеклеточных биомаркеров рака
56. Нанотехнологии для детекции раковых клеток
57. Нанотехнологии для визуализации *in vivo*
58. Удаление тяжелых металлов с использованием нанотехнологий
59. Удаление неорганических загрязнителей с использованием нанотехнологий
60. Удаление органических загрязнителей с использованием нанотехнологий. Фотокаталитическая деградация
61. Применение бионаносенсоров для обнаружения тяжелых металлов, гормонов, пестицидов и других групп соединений
62. Недостатки и преимущества наносенсоров для мониторинга состояния окружающей среды

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Зачет
75-100	зачет
0-74	незачет

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-9164-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187746> (дата обращения: 02.12.2022).

2. Введение в нанотехнологию : учебное пособие / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1318-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209636> (дата обращения: 02.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур, Лабораторный практикум по нанотехнологиям, Мишина Е.Д., Шерстюк Н.Э., Евдокимов А.А., 2021
2. Наноструктуры в биомедицине, Гонсалвес К., Хальберштадт К., Лоренсин К., Наир Л., 2020
3. Нанобиотехнологии, Практикум, Рубин А.Б., 2015

### Перечень журналов по профилю дисциплины.

1. Журнал Nature nanotechnology (<https://www.nature.com/nnano/>) (открытый доступ).
2. Журнал Nano Letters (<https://pubs.acs.org/journal/nalefd>) (открытый доступ).
3. Журнал Advanced Materials (<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214095>) .
4. Журнал Nano Today (<https://www.sciencedirect.com/journal/nano-today>) (открытый доступ).
5. Журнал ACS Nano (<https://pubs.acs.org/journal/ancac3>) (открытый доступ).
6. Журнал Advanced Functional Materials (<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/16163028>) (открытый доступ).



7. Журнал Journal of Physical Chemistry Letters (<https://pubs.acs.org/journal/jpcld>) (открытый доступ).

8. Журнал Biomaterials (<https://www.sciencedirect.com/journal/biomaterials>) (открытый доступ).

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.nanometer.ru> (открытый доступ)

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус № 3, аудитория № 109 Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа, - практических занятий, - занятий семинарского типа, - лабораторных занятий, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы, - научно-исследовательской работы студентов.	1. Парты двухместные – 15 шт.; 2. Стулья – 30 шт.; 3. Доска передвижная поворотная, инв. 557950/1 – 1 шт.; 4. Мультимедийный проектор – 1 шт.; 5. Экран для проектора – 1 шт.; 6. Доска меловая – 1 шт.;
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки	1. Парты двухместные – 10 шт.; 2. Стулья – 20 шт.
Комната для самоподготовки, Общежитие	1. Парты двухместные – 10 шт.; 2. Стулья – 20 шт.

Для проведения лекций по дисциплине «Основы ионанотехнологий» необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и соответствующим демонстрационным сопровождением.

Для проведения практических и семинарских занятий по дисциплине «Основы бионанотехнологий» необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и меловой доской.

## **10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа студентов над курсом «Бионанотехнологии» заключается в систематической работе с учебными пособиями и конспектом лекций, подготовке к практическим занятиям и семинарам. Все сложные вопросы по теории и практике разбираются на семинарских занятиях.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан в отведенное для консультаций время на кафедре показать знания соответствующего раздела в виде написания реферата и решения тестовых заданий. Сложные вопросы необходимо разбирать с преподавателем.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия (занятия семинарского типа);
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В процессе слушания лекций необходимо создавать резерв времени. Студенту необходимо ежедневно читать учебную или научную литературу по изучаемой дисциплине, что достигается четкой постановкой вопросов для самостоятельного изучения. Необходимо регулярно проводить консультации, обсуждать вопросы, вынесенные на самостоятельное обучение, проверять степень усвоения материала студентами путем опросов или тестовых заданий по материалам лекций. Тестовые задания могут выполняться в электронном виде.

**Программу разработала:**

Поливанова Оксана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Бионанотехнологии»**  
**ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология» направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Балабановым В.И. – д. техн. н., профессором, заведующим кафедрой технологий и машин в растениеводстве ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Бионанотехнологии» ОПОП ВО по направлению **19.04.01 – «Биотехнология»**, направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (магистры) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Биотехнологии Поливановой О.Б., кандидатом биологических наук, доцентом.

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Бионанотехнологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **19.04.01 – «Биотехнология»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **19.04.01 – «Биотехнология»**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Бионанотехнологии» закреплено **6 компетенций**. Дисциплина «Бионанотехнологии» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Бионанотехнологии» составляет 3 зачётных единицы (108/4 часа /из них практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Бионанотехнологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **19.04.01 – «Биотехнология»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Бионанотехнологии» предполагает 6 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **19.04.01 – «Биотехнология»**.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, участие в тестировании, коллоквиумах, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях - работа с научными публикациями), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины,

формируемой участниками образовательных отношений части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 19.04.01 – «Биотехнология».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источник (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 наименования, периодическими изданиями – 11 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 1 источник и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.04.01 – «Биотехнология».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Бионанотехнологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Бионанотехнологии».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Бионанотехнологии» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Поливановой О.Б., кандидатом биологических наук, доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Балабанов В.И. – д. техн. н., профессор, заведующим кафедрой организации и технологий гидромелиоративных и строительных работ ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

« 29 » августа 2017 г.