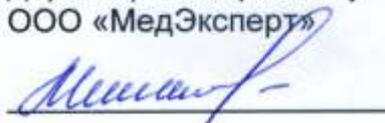


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

СОГЛАСОВАНО

Директор по персоналу  
ООО «МедЭксперт»



А.В. Минаков

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 20\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии



В.Г. Артюхов

01.06.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.04.01 Нанотехнологии в биологии и медицине**

**1. Шифр и наименование специальности:**

30.05.03 Медицинская кибернетика

**2. Специализация:**

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

врач-кибернетик

**4. Форма обучения:**

очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

биофизики и биотехнологии

**6. Составители программы:**

Наквасина Марина Александровна, доктор биологических наук, доцент

**7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета, протокол № 5 от  
01.06.2020 г.

---

---

---

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения данной дисциплины: ознакомление студентов с основными направлениями нанобиотехнологии, ее достижениями, проблемами и перспективами.

Задачи дисциплины: изучить определения и направления нанотехнологий и бионанотехнологий, типы наночастиц, их свойства; методы обнаружения и характеристики наночастиц; пути поступления и механизмы проникновения наночастиц в клетки, особенности взаимодействий наночастиц с биомолекулами и клеточными компонентами, структурно-функциональные модификации клеток под влиянием наночастиц; основы использования наночастиц как платформ для создания современных диагностических и терапевтических средств, принципы создания и направления использования биочипов в биологии и медицине; проблемы и перспективы нанобиотехнологии и наномедицины.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Нанотехнологии в биологии и медицине» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика (специалист). Знания, навыки и умения, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы обучающемуся для осуществления медицинской и научно-исследовательской деятельности.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-7	способностью к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Знать: основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека. Уметь: использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике. Владеть: навыками работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с использованием биочипов, получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами.
ПК-16	способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки информационных технологий в медицине и здравоохранении	Знать: основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм; механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные модификации клеток под влиянием наночастиц. Уметь: использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной

		<p>деятельности, связанной с получением наночастиц и их использованием в медицине.</p> <p>Владеть: навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма.</p>
--	--	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3 ЗЕ / 108 ч.**

**Форма промежуточной аттестации зачет.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ семестра 7
Аудиторные занятия	50	50
в том числе: лекции	16	16
практические	-	-
лабораторные	34	34
Самостоятельная работа	58	58
Форма промежуточной аттестации (зачет)	0	0
Итого:	108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Нанотехнологии. Бионанотехнологии	Определения нанотехнологий и их основные направления. Бионанотехнологии и их основные направления. Тераностика.
1.2	Биочипы	Бионанотехнологии для медицинской диагностики. Биочипы: принципы создания, типы, биомедицинское применение.
1.3	Наночастицы и их использование	Общая характеристика наночастиц. Основные направления использования наночастиц в биологии и медицине. Типы наночастиц, применяющихся в медицине. Техногенные наночастицы. Методы исследования (характеризации) наночастиц. Пути поступления наночастиц в организм. Взаимодействие наночастиц с биомолекулами и механизмы их проникновения в клетки. Влияние наночастиц на структурно-функциональное состояние клеток и их компонентов. Характеристика вирусных наночастиц и их использование в медицине. Преимущества, особенности и функционализация вирусных наночастиц. Вирусные наночастицы на основе аденовирусов и парвовирусов. Липосомы как бионанокапсулы для транспорта биологически активных соединений и лекарств. Методы получения липосом. Создание различных типов липосом и их применение в медицине. Механизмы проникновения липосом в клетки. Мультифункциональные дендритные

		<p>молекулы: перспективы применения в медицине и биологии. Структура и свойства дендримеров. Дендримеры – универсальная система доставки лекарственных препаратов в клетки-мишени. Наночастицы на основе хитозана и их биомедицинское применение. Наноантитела: применение в биологии и медицине. Неорганические наночастицы и их биомедицинское применение. Квантовые точки и их применение. Золотые и серебряные наночастицы, их применение в биологии и медицине. Углеродные наночастицы и их биомедицинское использование. Понятие о фотосенсибилизаторах и фотодинамической терапии. Бионанотехнологические подходы для создания современных фотосенсибилизаторов.</p> <p>Системы доставки нуклеиновых кислот в клетки. Доставка нуклеиновых кислот в клетки с использованием вирусных векторов. Нанотранспортные системы доставки нуклеиновых кислот в клетки-мишени: липоплексы, липосомы, векторы на основе белков, углеводные векторы, другие типы наночастиц для доставки нуклеиновых кислот. Липоплексы и перспективы их применения в биологии и медицине.</p> <p>Применение нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) в бионанотехнологии и медицине: аптамеры, структуры и материалы, подвижные молекулы, ферменты, молекулярные автоматы, умные лекарства и др.</p> <p>Проблемы бионанотехнологии и наномедицины. Перспективы нанотехнологий.</p>
<b>2. Практические занятия</b>		
Не предусмотрены		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
1.2	Биочипы	Бионанотехнологии для медицинской диагностики. Биочипы: принципы создания, типы, биомедицинское применение.
1.3	Наночастицы и их использование	<p>Типы наночастиц, применяющихся в медицине. Методы исследования (характеризации) наночастиц. Измерение размеров наночастиц методом динамического светорассеяния. Ознакомление с работой системы для характеризации наночастиц Malvern ZetasizerNano. Исследование размеров наночастиц.</p> <p>Характеристика липосом. Методы получения липосом. Включение в липосомы инсулина, препарата «Веторон».</p> <p>Фотосенсибилизаторы. Фотодинамическая терапия. Определение жизнеспособности опухолевых клеток асцитной карциномы Эрлиха после генерации синглетного кислорода в присутствии фотосенсибилизатора. Определение жизнеспособности лимфоцитов человека после генерации синглетного кислорода в присутствии фотосенсибилизатора. Исследование изменений структурного состояния мембран лимфоцитов человека после генерации синглетного кислорода в присутствии фотосенсибилизатора.</p> <p>Влияние наночастиц и ионов серебра на структурно-функциональное состояние клеток. Исследование влияния коллоидного серебра и нитрата серебра на уровень жизнеспособности клеток асцитной карциномы Эрлиха. Исследование влияния коллоидного серебра и нитрата серебра на структурное состояние эритроцитов человека. Исследование влияния коллоидного серебра и нитрата серебра на уровень жизнеспособности лимфоцитов человека.</p> <p>Исследование изменений каталитической активности</p>

	<p>лактатдегидрогеназы и сукцинатдегидрогеназы лимфоцитов человека после воздействия коллоидного серебра и нитрата серебра.</p> <p>Исследование влияния хитозана на структурное состояние белков и клеток крови. Исследование влияния хитозана на структурное состояние эритроцитов человека. Исследование спектров поглощения гемоглобина человека в присутствии хитозана. Исследование антирадикальной активности хитозана.</p> <p>Исследование влияния углеродных наночастиц на структурное состояние белков и клеток крови. Исследование влияния углеродных нанотрубок и фуллерена на структурное состояние эритроцитов человека. Исследование спектров поглощения гемоглобина человека в присутствии углеродных нанотрубок и фуллерена. Исследование влияния углеродных нанотрубок и фуллерена на уровень жизнеспособности клеток асцитной карциномы Эрлиха.</p> <p>Магнитные наночастицы и их биомедицинское применение. Получение магнитных наночастиц. Исследование влияния магнитных наночастиц на структурное состояние клеток крови человека.</p> <p>Исследование процессов гибели клеток, модифицированных воздействием наночастиц. Определение уровня экспрессии Fas-рецепторов лимфоцитов человека, модифицированных воздействием наночастиц. Определение активности эффекторной каспазы-3 лимфоцитов человека, модифицированных воздействием наночастиц. Определение количественных параметров апоптоза лимфоцитов человека, модифицированных воздействием наночастиц.</p>
--	---

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Нанотехнологии. Бионанотехнологии	2		-	4	6
2	Биочипы.	2		2	4	8
3	Наночастицы и их использование	12		32	50	94
	Итого:	16		34	58	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Информация по учебной дисциплине «Нанотехнологии в биологии и медицине» (основная образовательная программа высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика, учебный план, рабочая программа учебной дисциплины «Нанотехнологии в биологии и медицине», фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература) размещены на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru)) и в электронно-библиотечной системе ([www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)). Изучение дисциплины «Нанотехнологии в биологии и медицине» предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных занятий и самостоятельную работу студентов.

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, согласно указанному списку (п.15).

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты биотехнологических исследований. Результаты учебно-исследовательской работы, включая необходимые расчеты, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в рабочей тетради студента в виде протокола исследования. В конце лабораторного занятия результаты и материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе (отчет о лабораторном занятии). В случаях пропуска лабораторного занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования общепрофессиональной (ОПК-7) и профессиональной (ПК-16) компетенций. Текущая аттестация по дисциплине «Нанотехнологии в биологии и медицине» проводится 2 раза в семестр. Текущие аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов по лабораторным работам, выполнение тестовых и иных заданий к лекциям и разделам дисциплины. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат. Планирование и организация текущих аттестаций знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является зачет.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. На лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено. Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья на

лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Наквасина М.А. Бионанотехнологии: достижения, проблемы, перспективы развития / М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов: Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. – 152 с.</i>
2	Дмитриев А.С., Нанотехнологии в медицине [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Дмитриев А.С., Науменко В.Ю., Алексеев Т.А.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. — 200 с. - ЭБС "Лань"— URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/72245">https://e.lanbook.com/book/72245</a> .
3	Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Н. Пахарьков. - СПб. : Политехника, 2011. ЭБС "Консультант студента"- URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509830.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509830.html</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
7	<i>Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. - 589 с.</i>
8	<i>Наквасина М.А. Основы бионанотехнологии / М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов: Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – 72 с.</i>
9	<i>Ковалева Т.А. Генетическая инженерия / Т.А. Ковалева, М.А. Наквасина. – Воронеж: ИГЦ ВГУ, 2010. – 58 с</i>
10	<i>Рамбиди Н.Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии современной нанотехнологии / Н.Г. Рамбиди. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 376 с.</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	<i>Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a></i>
2	<i>Elibrary.ru – научная электронная библиотека</i>

### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	<i>Наквасина М.А. Бионанотехнологии: достижения, проблемы, перспективы развития / М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов: Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. – 152 с.</i>
2	<i>Наквасина М.А. Основы бионанотехнологии / М.А. Наквасина, В.Г. Артюхов: Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – 72 с.</i>

### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

DreamSpark (неограниченное кол-во настольных и серверных операционных систем Microsoft для использования в учебном и научном процессе) - лицензия действует до 31.12.2019, дог. 3010-15/1102-16 от 26.12.2016.

Microsoft Office Professional 2003 Win32 Russian, бессрочная лицензия Academic Open, дог. 0005003907-24374 от 23.10.2006.

Офисная система LibreOffice 4.4.4 (Свободно распространяемое программное обеспечение)

Microsoft Windows Professional 8.1 Russian Upgrade Academic Open License No Level. Бессрочная лицензия Academic OLP, дог. 3010-07/73-14 от 29.05.2014.  
 Microsoft Office 2013 Russian Academic Open License No Level. Бессрочная лицензия Academic OLP, дог. 3010-07/73-14 от 29.05.2014

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 365)</p>	<p>Специализированная мебель, экран для проектора, проектор Acer X115H DLP, ноутбук Lenovo G500 с возможностью подключения к сети «Интернет»</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 368а)</p>	<p>Ноутбук Lenovo G500 с возможностью подключения к сети «Интернет»</p>
<p>Лаборатория биохимии и фармакологии (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, Университетская пл., д.1, пом.І, ауд. 199)</p>	<p>Специализированная мебель, дозаторы, лабораторная посуда, шприцы, капилляры, центрифуга Eppendorf 5702, спектрофотометр Hitachi U-1900, спектрофотометр СФ-56А, биохемиллюминиметр БХЛ-07, холодильник-морозильник Stinol-116, кельвинатор SANYO, вытяжной шкаф, аппарат для горизонтального электрофореза SE-1, весы ВЛТ-150, шейкер, гомогенизатор, рН-метр Анион 410</p>
<p>Дисплейный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 67)</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»</p>
<p>Компьютерный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5)</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры (системный блок Pentium Dual Core CPU E6500, монитор LG Flatron L1742 (17 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»</p>
<p>Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/3)</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Core i5-2300 CPU, монитор LG Flatron E2251 (10 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»</p>

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-7 (Способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач)	<p>Знать: основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека.</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике.</p> <p>Владеть: навыками работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с использованием биочипов, получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами..</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нанотехнологии. Бионанотехнологии и</li> <li>2. Биочипы.</li> <li>3. Наночастицы и их использование</li> </ol>	<p>Тестирование. Тесты №№ 1-3.</p> <p>Устный опрос</p> <p>Вопросы к зачету №№ 1-30</p> <p>Отчеты по лабораторным работам.</p>
ПК-16 (способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки информационных технологий в медицине и здравоохранении)	<p>Знать: основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм; механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные модификации клеток под влиянием наночастиц.</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с получением наночастиц и их использованием в медицине.</p> <p>Владеть: навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нанотехнологии. Бионанотехнологии и</li> <li>2. Биочипы.</li> <li>3. Наночастицы и их использование</li> </ol>	<p>Тестирование. Тесты №№ 1-3.</p> <p>Устный опрос</p> <p>Вопросы к зачету №№ 1-30</p> <p>Отчеты по лабораторным работам.</p>
<b>Промежуточная аттестация</b> Зачет			КИМ

## 19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

Компетенция	Показатель сформированности компетенции	Шкала и критерии оценивания уровня освоения компетенции			
		5	4	3	2
ОПК-7	Знать: основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека. Уметь: использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике. Владеть: навыками работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с использованием	Обучающийся в полном объеме знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы биотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека; умеет использовать теоретические знания в области биотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике; владеет навыками работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с	Знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы биотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека; умеет использовать теоретические знания в области биотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике; владеет навыками работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с использованием	Частично знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы биотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека; умеет использовать теоретические знания в области биотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике; владеет навыками работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с использованием	Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, не знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы биотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся для диагностики патологических состояний организма человека; не умеет использовать теоретические знания в области биотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с использованием биочипов и наночастиц в медицинской диагностике; не владеет навыками

	м биочипов, получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами и..	использование м биочипов, получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами и.	получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами и, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	м биочипов, получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами и.	работы с биочипами, навыками проведения многопараметрического анализа с использованием биочипов, получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.) и их использования для визуализации очагов патологии, исследования процессов взаимодействия клеток с наночастицами и.
ПК-16 (способность к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки информационных технологий в медицине и здравоохранении)	Знать: основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм; механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные	В полном объеме знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм; механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные	Знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм; механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные	Выборочно знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм; механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные	Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, не знает основные направления, достижения, проблемы и перспективы бионанотехнологии и наномедицины ; принципы создания биочипов, направления их биомедицинского использования ; типы наночастиц, применяющихся в биологии и медицине; пути поступления наночастиц в организм;

	<p>модификации клеток под влиянием наночастиц. Уметь: использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с получением наночастиц и их использование в медицине. Владеть: навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами и; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма.</p>	<p>ые модификации клеток под влиянием наночастиц; умеет использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с получением наночастиц и их использование в медицине; владеет навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами и; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма.</p>	<p>модификации клеток под влиянием наночастиц; умеет использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с получением наночастиц и их использование в медицине; владеет навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами и; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач</p>	<p>ые модификации клеток под влиянием наночастиц; умеет использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с получением наночастиц и их использование в медицине; владеет навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами и; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма</p>	<p>механизмы взаимодействия наночастиц с биомолекулами и клетками; структурно-функциональные модификации клеток под влиянием наночастиц; не умеет использовать теоретические знания в области бионанотехнологии в будущей профессиональной деятельности, связанной с получением наночастиц и их использование в медицине; не владеет навыками получения наночастиц (липосом, наночастиц серебра, магнитных наночастиц и др.), исследования их характеристик, упаковки в липосомы лекарственных препаратов, исследования процессов взаимодействия клеток крови с наночастицами и; навыками исследования влияния наночастиц на структурно-функциональное состояние биомолекул и клеток организма</p>
--	---	--	---	---	--

Для оценивания результатов обучения на зачете используется "зачтено / не зачтено".

Оценка "зачтено" выставляется, если обучающийся на промежуточной аттестации в сумме набрал не менее 6 баллов.

Оценка "не зачтено" выставляется, если обучающийся на промежуточной аттестации в сумме набрал менее 6 баллов.

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

**Перечень вопросов к зачету:**

1. Определения нанотехнологий и их основные направления.
2. Определения бионанотехнологии, задачи бионанотехнологии.
3. Понятие о наномедицине. Понятие о тераностике.
4. Биочипы: принципы создания, типы, биомедицинское применение.
5. Общая характеристика наночастиц. Техногенные наночастицы.
6. Методы исследования (характеризации) наночастиц.
7. Основные направления использования наночастиц в биологии и медицине.
8. Типы наночастиц, применяющихся в медицине: липосомы, мицеллы, микросферы, собственно наночастицы, дендримеры, неорганические наночастицы, вирусные наночастицы, углеродные нанотрубки и фуллерены.
9. Пути поступления наночастиц в организм.
10. Взаимодействие наночастиц с биомолекулами и механизмы их проникновения в клетки.
11. Влияние наночастиц на структурно-функциональное состояние клеток и их компонентов.
12. Липосомы как бионанокапсулы для транспорта биологически активных соединений и лекарств.
13. Методы получения липосом.
14. Создание различных типов липосом и их применение в биологии и медицине.
15. Упаковка в липосомы биомолекул и лекарственных препаратов. Взаимодействие липосом с клетками.
16. Понятие о фотосенсибилизаторах и фотодинамической терапии. Бионанотехнологические подходы для создания современных фотосенсибилизаторов.
17. Характеристика вирусных наночастиц и их использование в медицине.
18. Преимущества, особенности и функционализация вирусных наночастиц. Вирусные наночастицы на основе аденовирусов и парвовирусов.
19. Мультифункциональные дендритные молекулы – универсальная система доставки лекарственных препаратов в клетки-мишени: строение, свойства, перспективы применения в медицине и биологии.
20. Наноантитела, применение в биологии и медицине.
21. Характеристика хитозана и его использование в бионанотехнологии.
22. Неорганические наночастицы, их применение в биологии и медицине.
23. Серебряные и золотые наночастицы, их свойства и применение в биологии и медицине.
24. Магнитные наночастицы и их биомедицинское применение.
25. Углеродные нанотрубки и фуллерены и их биомедицинское использование.
26. Системы доставки нуклеиновых кислот в клетки-мишени.
27. Доставка нуклеиновых кислот в клетки с использованием вирусных векторов. Преимущества и недостатки вирусных векторов.
28. Нанотранспортные системы доставки нуклеиновых кислот в клетки-мишени: липоплексы и липосомы, векторы на основе белков, углеводные векторы, другие типы наночастиц для доставки нуклеиновых кислот.
29. Липоплексы и перспективы их применения в биологии и медицине.

30. Применение нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) в бионанотехнологии и медицине: аптамеры, структуры и материалы, подвижные молекулы, ферменты, молекулярные автоматы, умные лекарства и др.
31. Проблемы бионанотехнологии и наномедицины.
32. Перспективы нанотехнологий.

### Пример контрольно-измерительных материалов к промежуточной аттестации

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
\_\_\_\_\_ В.Г. Артюхов  
01.06.2020

Специальность *30.05.03 Медицинская кибернетика*  
Дисциплина *Б1.В.ДВ.04.01 Нанотехнологии в биологии и медицине*  
Форма обучения *очная*  
Вид контроля *зачет*  
Вид аттестации *промежуточная*

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Понятие о наномедицине. Понятие о тераностике.
2. Углеродные нанотрубки и фуллерены и их биомедицинское использование.

Преподаватель \_\_\_\_\_ М.А. Наквасина

#### Перечень практических заданий:

1. Лабораторная работа № 1. Получение липосом

*Цель работы:* освоение методов получения липосом.

*Материалы и оборудование:* соевый лецитин, содержащий 90 % фосфатидилхолина (Sigma), этанол, 0,01 моль/л натрий-фосфатный буфер (pH 7,4), роторный испаритель (IKARV10 control), ультразвуковой дезинтегратор QsonicaSonicators, липосомальный экструдер LP-50 (LipoFast) с размером пор мембранного фильтра 100 нм, спектрофотометр СФ-2000.

*Ход работы:*

Раствор лецитина в этиловом спирте (1 %) выпаривают в роторном испарителе IKARV10 control при температуре водяной бани 60 °С. На стенке испарительной колбы получается пленка липидов. В колбу добавляют 0,01 моль/л натрий-фосфатный буфер (pH 7,4), в объеме, равном объему раствора лецитина в этаноле, перемешивают в течение 1 мин.

Далее суспензию липидов озвучивают на ультразвуковом дезинтеграторе QsonicaSonicators в течение 15 мин (частота 20 кГц, 10-секундный импульс с перерывом 3 секунды).

Для получения однослойных липосом суспензию липидов продавливают в липосомальном экструдере LP-50 через мембранный фильтр с размером пор 100 нм.

Для приблизительной оценки диаметра полученных липосом используют спектрофотометрический метод для определения диаметра липидных частиц по мутности суспензии. Определяют поглощение суспензии липосом, разведенной до концентрации лецитина 1 мг/мл на спектрофотометре в кварцевых кюветах с толщиной 1 см при длине волны 436 нм. Если поглощение суспензии менее 0,1, считают, что липосомы имеют достаточно узкое распределение по размеру и пригодны для использования в эксперименте.

Ответить на вопросы:

1. Что представляют собой липосомы? Каково их строение?
2. Охарактеризовать методы получения липосом.
3. Какие методы могут быть использованы для характеристики структуры и свойств липосом?
4. Какие факторы могут влиять на структуру липидного бислоя липосом различного размера и состава?
5. Охарактеризуйте типы липосом, используемых для активной адресации лекарственных препаратов в клетки-мишени.

### **Тестовые задания**

**Задание № 1.** Выбрать правильный ответ.

1. Термин «нанотехнология» предложен: а) Н. Танигучи; б) Р. Фейнманом; в) Э. Дреслером; г) Г. Биннингом.
2. Метод, основанный на изучении ван-дер-ваальсового (дисперсионного) взаимодействия атомов острия иглы кантилевера и поверхности исследуемого образца, - это: а) сканирующая туннельная микроскопия; б) атомно-силовая микроскопия; в) электронная просвечивающая микроскопия; г) световая микроскопия.
3. Изучением принципов создания и функционирования биологических наноразмерных систем занимается: а) технология и специальное оборудование для создания и производства наноматериалов и наноустройств; б) наномедицина; в) бионанотехнология; г) наноэлектроника.
4. На свойстве антител распознавать антигены основаны: а) олигонуклеотидные биочипы; б) белковые биочипы; в) экспрессионные биочипы; г) олигосахаридные биочипы.
5. Эффект повышенной проницаемости и удержания веществ опухолевыми тканями используется для: а) активного нацеливания терапевтических и диагностических средств; б) пассивного нацеливания терапевтических и диагностических средств; в) внешнего нацеливания терапевтических и диагностических средств; г) неадресной доставки терапевтических и диагностических средств;

**Задание № 2.** Выбрать правильные ответы:

1. Наиболее перспективными направлениями бионанотехнологии являются: а) изучение и разработка объемных материалов пленок и волокон; б) разработка систем доставки лекарств; в) молекулярная визуализация; г) контроль свойств и стандартизация наноматериалов и наноустройств; д) общие вопросы безопасности наноматериалов и наноустройств; е) молекулярные биосенсоры.
2. К наночастицам на основе неорганических веществ относят: а) квантовые точки; б) фуллерены; в) дендримеры; г) кремниевые наночастицы; д) золотые наносферы; е) липоплексы.
3. Способностью к самосборке обладают: а) липосомы; б) углеродные нанотрубки; в) фуллерены; г) вирусные наночастицы; д) дендримеры; е) липоплексы.
4. Наночастицы поступают в организм в основном через: а) кожу; б) нервную систему; в) желудочно-кишечный тракт; г) органы чувств; д) дыхательную систему; е) кровь.
5. Поступление наночастиц в организм определяется: а) размерами наночастиц; б) состоянием антиоксидантной системы организма; в) поверхностным зарядом наночастиц; г) типом материала, из которого изготовлены наночастицы; д) состоянием нервной системы организма; е) состоянием иммунной системы организма.

6. «Корона» наночастицы, образованная в плазме крови, состоит из: а) иммуноглобулинов; б) гистонов; в) альбумина; г) протамина; д) белков системы комплемента; е) олигонуклеотидов.

**Задание № 3.** Назвать термины.

1. Синтетические полимеры со строго регулируемые физическими и химическими параметрами, структура которых образована расходящимися в стороны от центрального ядра ветвями мономерных субъединиц, - это ...
2. Неорганические полупроводниковые наночастицы, флуоресцирующие в широком диапазоне длин волн в зависимости от размеров частицы, - это ...
3. Однослойные или многослойные везикулы, ограниченные двуслойной липидной мембраной, - это...
4. Амфифильные коллоидные структуры, образованные в водных растворах из мономеров при их определенной концентрации, - это...
5. Каркасные цилиндрические однослойные или многослойные углеродные структуры, имеющие вид полых замкнутых оболочек, - это...

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (лабораторные работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ С РАБОТОДАТЕЛЕМ

**Общие сведения об организации-работодателе:** ООО «МедЭксперт»

**Юридический адрес:** 394026, Воронежская область, город Воронеж, Электросигнальная улица, 1, офис 39

**Телефон:** 2 (473) 204-52-52

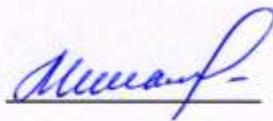
**Документация, представленная для ознакомления:** рабочий учебный план по направлению подготовки 30.05.03 Медицинская кибернетика

**Документация, представленная для согласования:** рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 Нанотехнологии в биологии и медицине с указанием нормативных сроков освоения дисциплины и содержания отчетной документации

**Заключение о согласовании:** рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 Нанотехнологии в биологии и медицине соответствует:

1. ФГОС
2. Запросам работодателя.

СОГЛАСОВАНО



А.В. Минаков, директор по персоналу



\_\_\_\_\_.20

МП