

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Проректор по образовательной деятельности  
Таторский Д.А.  
« 16 » сентября 2015 г.



**Программа дисциплины .**

**Б1.В.ДВ.7.2 Нано- и клеточные технологии в биомедицине**

Направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: —

Квалификация выпускника: бакалавр

Казань 2015

## 1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Целями освоения дисциплины (модуля) "Нано- и клеточные технологии в биомедицине" являются получение знаний и приобретение практических навыков в области тканевой инженерии, нано- и клеточных технологий в приложении к задачам регенерационной медицины.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части программы бакалавриата. Осваивается на 4 курсе (7 семестр).

Дисциплина Б1.В.ДВ.7.2 "Нано- и клеточные технологии в биомедицине" логически и содержательно связана со следующими дисциплинами: Б1.В.ДДВ.4.2 «Цитология с основами гистологии», Б1.В.ОД.10 «Молекулярная биология», Б1.В.ДВ.4.1 «Биохимия», Б1.В.ОД.9 «Биофизика», Б1.В.ОД.13 «Принципы и техника визуализации в биомедицине», Б1.В.ОД.16 «Магнитно-резонансные методы и их приложения к биотехническим задачам». Освоение дисциплины Б1.В.ОД.7.2 "Нано- и клеточные технологии в биомедицине" необходимо не столько для усвоения других дисциплин и практик, сколько для осознанного участия обучающихся и подготовленных специалистов в исследованиях и разработках по инновационным, а также инженерным технологиям в биологии и медицине.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен знать:

– основы тканевой инженерии, клеточной и молекулярной медицины;

иметь:

– представление о клеточных технологиях, стволовых клетках и их применении в биологии и медицине;

– понятие о принципах работы с клетками *in vitro*, роли клеточных культур в биотехнологии при производстве биологически активных веществ для диагностики и лечения;

– представление о роли физических методов в разработке биосовместимых и биodeградируемых наносистем и наноматериалов для биологии и медицины;

- понятие о системах доставки молекул в биологические ткани;

демонстрировать способность и готовность:

– участия в исследованиях по нанотехнологиям, владеть навыками применения физических методов в разработке наносистем и наноматериалов для биологии и медицины

– применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-18	Способность осуществлять сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в сфере биотехнических систем и технологий, проводить анализ патентной литературы

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет в 7 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Нанотехнологии в тканевой инженерии	7	0	2	0	8
2	Клеточные технологии в биологии и медицине	7	0	16	0	36
3	Технология меченых парамагнетиками клеток	7	0	4	0	8
4	Биодеградируемые и биосовместимые материалы для тканеинженерных конструкций	7	0	12	0	30
5	Биологические функциональные наносистемы	7	0	6	0	8
6	Нанотехнологии в биологии и медицине	7	0	14	0	36
	ИТОГО		0	54	0	126

### 4.2 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Нанотехнологии в тканевой инженерии

Наноструктуры. Концепция наноматериалов. Возможности нанотехнологии. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Свойства наноматериалов. Размерные эффекты. Общая характеристика. Функционализированные наносистемы. Нанотехнологии в тканевой инженерии: молекулярно-биологическая и генноинженерная база

#### Тема 2. Клеточные технологии в биологии и медицине

Принципы дифференцировки стволовых клеток. Ниша стволовой клетки. Молекулярные основы плюрипотентности. Механизмы обновления стволовых клеток. Региональные стволовые клетки. Разновидности стволовых клеток. Эмбриональная стволовая клетка (ЭСК). Стволовая кроветворная клетка. Стволовые клетки из крови пуповины. Стволовая мезенхимная клетка. Направленная дифференцировка стволовых клеток. iPS-клетки и перспективы их применения в медицине. Возможности применения стволовых клеток в клинике. Этапы внедрения в медицинскую практику. Трансплантации стволовых клеток с целью компенсации генетического дефекта. Законодательство и биоэтические аспекты. ЭСК. Понятие тотипотентности и плюрипотентности. Основные характеристики ЭСК, пролиферация, самообновление, отсутствие G1 фазы митоза. Поведение ЭСК в культуре. Клон ЭСК. Эксперименты по пересадке ЭСК человека животным. Способы получения ЭСК. Особенности фенотипа ЭСК. ЭСК для изучения геномики раннего эмбриогенеза и органогенеза. Направленная дифференцировка ЭСК in vitro. Получение тканей человека из тотипотентных ЭСК. ЭСК, получение, дифференцировка, клинические испытания. Трансплантация стволовых и прогениторных клеток в медицине.

#### Тема 3. Технология меченых парамагнетиками клеток

Технологии сортировки клеток при помощи магнитных частиц. Суперпарамагнитные частицы (SPION), физико-химическая характеристика, создание, коллоидная стабильность, поверхностный заряд, токсичность, функционализация. SPION и адресная доставка молекул. Применение SPION для доставки лекарств. Радиоактивно-меченые SPION-содержащие системы доставки биоактивных молекул. SPION как инструмент для магнитно-резонансной визуализации при инфекции и воспалении. SPION в клеточных технологиях. Магнитные частицы для терапии опухолей при помощи гипертермии.

#### **Тема 4. Биodeградируемые и биосовместимые материалы для тканеинженерных конструкций**

Биodeградируемые и биосовместимые наноматериалы. Разработка новых биodeградируемых наноматериалов, потенциальных носителей биоактивных молекул, цитопротекторов и стимуляторов регенерации. Перспективы трансплантации клеток в носителях на основе биodeградируемых материалов. Критерии, предъявляемые к биodeградируемым материалам: биосовместимость, оптимальная биodeградация, эластичность, прочность, пористость, обеспечение дозированного (регулируемого) высвобождения веществ (трофических факторов, фармпрепаратов и пр.), биоактивность. Физико-химические методы анализа тканеинженерных конструкций на основе биосовместимых и биodeградируемых материалов.

#### **Тема 5. Биологические функциональные наносистемы**

Задачи функционализации бионаноматериалов. Многофункциональные биосовместимые покрытия на наночастицах. Функционализированная наносистема с самосборкой.

#### **Тема 6. Нанотехнологии в биологии и медицине**

Области применения наноматериалов в медицине. Наноструктуры в биологии и медицине, получение, применение, фармакокинетика и токсичность. Наноструктуры в диагностике, нанобиосенсоры и наномангнетики. Нанотехнологии для лечения нейродегенеративных заболеваний и стимулирования нейрорегенерации.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

На практических занятиях:

- выступления обучающихся с докладами и презентациями по заданному материалу;
- выполнение творческих заданий;
- коллективное выполнение заданий в подгруппах с последующим представлением результатов и дискуссией;
- проблемная дискуссия.

### **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

#### **Вопросы к практическим занятиям**

#### **Тема 1. Нанотехнологии в тканевой инженерии**

1. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов
2. Критерии применения нанобиоматериалов в биомедицине
3. Функционализированные наносистемы

#### **Тема 2. Клеточные технологии в биологии и медицине**

1. Ниша стволовых клеток и принципы их дифференцировки
2. Молекулярные основы плюрипотентности и механизмы обновления стволовых клеток
3. Разновидности стволовых клеток, эмбриональная кроветворная клетка, мезенхимная, нейральная, региональные
4. Возможности применения стволовых клеток в клинике
5. Трансплантация стволовых и прогениторных клеток в медицине

#### **Тема 3. Технология меченых парамагнетиками клеток**

1. Суперпарамагнитные частицы (SPION), физико-химическая характеристика, создание, коллоидная стабильность, поверхностный заряд, токсичность, функционализация
2. Применение SPION для доставки лекарств
3. SPION как инструмент для магнитно-резонансной визуализации.
4. SPION в клеточных технологиях.
5. Магнитные частицы для терапии опухолей при помощи гипертермии.

#### **Тема 4. Биodeградируемые и биосовместимые материалы для тканеинженерных конструкций**

1. Биodeградируемые и биосовместимые наноматериалы
2. Критерии, предъявляемые к бионаноматериалам
3. Разработка новых биodeградируемых наноматериалов, потенциальных носителей биоактивных молекул, цитопротекторов и стимуляторов регенерации
4. Перспективы трансплантации клеток в носителях на основе биodeградируемых материалов
5. Физико-химические методы анализа тканеинженерных конструкций на основе биосовместимых и биodeградируемых материалов

#### **Тема 5. Биологические функциональные наносистемы**

1. Технологии функционализации наноструктур для решения биомедицинских задач
2. Многофункциональные биосовместимые покрытия наночастиц
3. Функциональная наносистема с самосборкой

#### **Тема 6. Нанотехнологии в биологии и медицине**

Дискуссия на тему «Нанотехнологии в биологии и медицине»

### **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

#### **7.1. Регламент дисциплины**

Суммарно по дисциплине можно получить максимум 100 баллов, из них текущий контроль в течение семестра оценивается в 50 баллов, зачёт – в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

**8 баллов** – посещения. Если нет ни одного пропуска, ставится 8 баллов, за каждый пропуск из 8 баллов вычитается 0,5 балла. Например: 4 пропуска за семестр – в итоге 6 баллов. Если занятие пропущено по уважительной причине, подтверждённой документально (по болезни, участие в самодеятельности, в спортивных соревнованиях и т.п.), то баллы за посещение вычитаться не будут.

**12 баллов** – устные ответы на практических занятиях: ответы с докладами, ответы на вопросы, участие в дискуссии, анализ текстов и т. п. Начисляется до 3 баллов за 1 занятие.

**10 баллов** – тестирование по теме 4.

**10 баллов** – представление реферата.

**10 баллов** – письменная работа: стабильность нервных связей

**Итого:**

**8+12+10+10+10=50 баллов.**

#### **7.2. Оценочные средства текущего контроля**

##### **Тестирование по теме 4.**

Примеры тестовых заданий:

1. Наноконструкции на основе ДНК. Все верно, кроме:

(А) линейная форма конструкции

(Б) используются в качестве носителя генетического материала и других биологически активных веществ

(В) имеют жидкокристаллическую структуру

(Г) потенциально применимы для диагностики заболеваний

(Д) в составе полимерных пленок могут применяться в качестве молекулярных сит и оптических фильтров

2. Факторы потенциальной токсичности наноматериалов. Все верно, кроме:

- (А) высокая удельная поверхность наноматериалов
- (Б) возможность связывания наночастиц с нуклеиновыми кислотами с образованием аддуктов
- (В) высокая адсорбционная и проникающая активность
- (Г) свойство гидрофобности наноматериала снижает его адсорбционную активность при связывании с токсином
- (Д) макрофаги не распознают наночастицы менее 70 нм и не расщепляют их

3. Методы получения бионаноматериалов:

- (А) спрей-пиролиз
- (Б) золь-гель осаждение
- (В) электроспиннинг
- (Г) электрофорез
- (Д) все вышеперечисленные

4. Укажите преимущества доставки терапевтических молекул на наноплатформах:

- (А) адресная доставка
- (Б) доставка на основе наноразмерных функционализированных носителях
- (В) доставка непосредственно к органеллам
- (Г) снижение дозы лекарственного средства без понижения эффективности фармакотерапии
- (Д) все вышеперечисленное

### **Темы рефератов**

- 1) Ниша стволовой клетки
- 2) Нанотехнологии стволовых клеток
- 3) Совместимость бионаноматериалов
- 4) Воспроизведение структуры тканевого матрикса при создании тканеинженерных конструкций
- 5) Электроспиннинг для получения наноматериалов медицинского назначения
- 6) Биосенсоры и принципы детекции маркерных биомолекул
- 7) Квантовые точки, основные характеристики и сферы применения в биологии и медицине
- 8) Дендримеры, основные характеристики и сферы применения в биологии и медицине
- 9) Нанолалмазы, перспективы применения в медицине
- 10) Нанотехнологии в нейробиологии и неврологии.

### **Письменная работа по темам 2 и 3.**

Письменно ответить на вопросы:

1. Каковы цели клеточной терапии?
2. Что такое индуцированные полипотентные стволовые клетки и каковы перспективы их применения в медицине?
3. Каковы доказанные механизмы терапевтического влияния трансплантируемых стволовых клеток?
4. Каковы преимущества трансплантации клеток на носителях на основе биodeградируемых наноматериалов?
5. Что предполагает направленная дифференцировка стволовых клеток?
6. Что такое суперпарамагнитные наночастицы (SPION) и каковы их физико-химические свойства?
7. Возможна ли функционализация SPION и каковы ее перспективы и значение для биомедицины?
8. В чем состоит преимущество доставки биоактивных молекул при помощи SPION?
9. Каковы принципы и этапы технологии сортировки клеток при помощи магнитных частиц?

### 7.3. Вопросы к зачету

- 1) Нанотехнологии, дефиниции, общие понятия, сферы приложений
- 2) Наномедицина и нанобиобезопасность
- 3) Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов
- 4) Токсичность наноконструкций
- 5) Понятие о нанобиоинтерфейсе
- 6) Классификация и характеристика наноматериалов
- 7) Способы получения наноматериалов
- 8) Области применения наноматериалов в медицине
- 9) Наноструктуры в диагностике, нанобиосенсоры и наномангнетики
- 10) Технологии сортировки клеток при помощи магнитных частиц
- 11) Суперпарамагнитные частицы (SPION), физико-химическая характеристика, создание, коллоидная стабильность, поверхностный заряд, токсичность, функционализация
- 12) Применение SPION для доставки лекарств
- 13) Магнитные частицы для терапии опухолей методом гипертермии
- 14) Трансфекция и трансдукция стволовых клеток с целью их генетической модификации
- 15) Технологии выделения, сортировки и типирования стволовых клеток
- 16) Создание матрикса для стволовых клеток
- 17) Технологии визуализации и отслеживания путей миграции стволовых клеток в ходе клеточной терапии
- 18) Технологии создания и применения нанооплатформ для доставки лекарственных средств
- 19) Наносистемы для доставки терапевтических генов
- 20) Нанотехнологии для лечения нейродегенеративных заболеваний и стимулирования нейрорегенерации.

### 7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
ОПК-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Иметь представление о клеточных технологиях, стволовых клетках и их применении в биологии и медицине	Письменная работа по теме 2. Вопросы к зачету №14–17. Защита рефератов по темам 1–2.
ПК-18	Способность осуществлять сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в	Демонстрировать способность и готовность участия в исследованиях по нанотехнологиям, владеть навыками применения физических методов в разработке	Письменная работа по теме 3. Тестирование по теме 4. Дискуссия по теме 6.

	сфере биотехнических систем и технологий, проводить анализ патентной литературы	наносистем и наноматериалов для биологии и медицины	
--	---	---	--

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Работа на практических занятиях предполагает активное участие в дискуссиях. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы.

При написании рефератов в материале следует выделить ряд наиболее актуальных проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться чёткого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов.

В тестовых заданиях в каждом вопросе – пять вариантов ответа, из них правильный только один. Специально в пояснениях оговорены вопросы множественного выбора с четырьмя вариантами ответов, из которых правильными могут быть от одного до четырех.

При подготовке к зачету необходимо руководствоваться сведениями, полученными на практических занятиях в течение семестра.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Основная литература

1. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев [и др.]. М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ.Лаборатория знаний"), 2014. 400 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=66210](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=66210)

2. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учеб. пос. / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. - Минск: Выш. шк., 2010. - 302 с. - ISBN 978-985-06-1783-5. <http://znanium.com/bookread2.php?book=506605>

3. Игнатов, А. Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. — М. : ФЛИНТА, 2012. — 360 с. - ISBN 978-5-9765-1619-9 <http://znanium.com/bookread2.php?book=455222>

### 9.2. Дополнительная литература

1. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие [Электронный ресурс]. М.: "Лаборатория знаний", 2012. 438 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=8688](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=8688)

2. Халл М. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление [Электронный ресурс]: учебное пособие / Халл М., Боумен Д.: "Лаборатория знаний", 2013. 351 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=8686](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=8686)

### 9.3. Интернет-ресурсы:

- Biomaterials applications for nanomedicine / Ed. by R. Pinatello – Intechweb.org., 2011. – 458p.

[http://www.issp.ac.ru/ebooks/books/open/Biomaterials\\_Applications\\_for\\_Nanomedicine.pdf](http://www.issp.ac.ru/ebooks/books/open/Biomaterials_Applications_for_Nanomedicine.pdf)



- <http://www.nanomedicine.com>
- <http://www.nano.gov/>
- <http://nano-info.ru/nanotechnologies>
- <http://www.nanoindustries.com>
- <http://www.nanometer.ru>
- <http://www.nanotechweb.org>

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Освоение дисциплины "Нано- и клеточные технологии в биомедицине" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения.

Принтер и ксерокс для создания раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru), доступ к которой предоставлен обучающимся. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Автор(ы): Челышев Ю.А.

Рецензент(ы): Орлинский С.Б.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики  
« 16 » \_\_\_\_\_ сентября \_\_\_\_\_ 2015 г.