

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Биоконструкции и наноматериалы в медицине Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Чельшев Ю.А.

**Рецензент(ы):**

Орлинский С.Б.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6143517

Казань

2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Челышев Ю.А. , chelyshev-kzn@yandex.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины "Биоконструкции и наноматериалы в медицине" является освоение студентами современных представлений об основных критериях для разработки , биоконструкций, которые сориентированы на решение тканеинженерных задач, о структуре инновационных наноматериалов, которые находят все более широкое применение в медицине для повышения эффективности диагностики и лечения многих заболеваний.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Биоконструкции и наноматериалы в медицине" логически и содержательно связана со следующими дисциплинами: основы анатомо-гистологических знаний и физиологии, молекулярная биология, общая биохимия, физические основы молекулярной и клеточной биологии, физические методы визуализации, магнитно-резонансные методы, актуальные вопросы клиники внутренних болезней, фармакология. Освоение дисциплины "Биоконструкции и наноматериалы в медицине" необходимо не только для усвоения других дисциплин и практик медицинской направленности и достижения базисных целей обучения, но и для осознанного участия магистров в научно-исследовательской работе, связанной с приложением физических методов к биомедицине.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

закономерности протекания патологических процессов в клетке, механизмы развития заболеваний на клеточном и молекулярном уровнях, общие принципы эффективной диагностики с применением современных медико-биологических технологий

2. должен уметь:

ориентироваться в структуре знаний о наномедицине

3. должен владеть:

навыками обобщения полученных знаний, их изложения в письменной и устной форме

4. должен демонстрировать способность и готовность:

ОПК-6

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Биоконструкции и наноматериалы в медицине	3	1	2	2	0	
2.	Тема 2. Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов	3	2	2	2	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы	3	3	2	2	0	Презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов	3	4	2	2	0	Письменная работа
5.	Тема 5. Бионаноматериалы для клеточных технологий	3	5	2	2	0	Дискуссия
6.	Тема 6. Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений	3	6	2	2	0	Письменная работа
7.	Тема 7. Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний	3	7	2	0	0	Коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Зачет
	Итого			14	12	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Биоконструкции и наноматериалы в медицине

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вводная лекция. Обзор дисциплины. Структуры на основе наноматериалов, физико-химические свойства, применение в наномедицине. Классификация материалов для решения тканеинженерных задач. Свойства биосовместимых биорастворимых материалов как наиболее оптимальных для применения в медицине.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Структуры на основе наноматериалов, физико-химические свойства, применение для решения медицинских задач. Биосовместимые и биорастворимые материалы.

### Тема 2. Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Свойства и характеристика наноматериалов: химические, механические, электрические, магнитные, термические, оптические. Характеристика наноматериалов: физико-химическая (совокупность физико-химических свойств и их изменений в зависимости от условий); молекулярно-биологическая (взаимодействие с биологическими макромолекулами и надмолекулярными структурами); характер взаимодействия наноматериалов с клетками и внутриклеточными структурами; различные аспекты цитотоксичности).

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Токсичность наноконструкций. Наномедицина и нанобиобезопасность.

### **Тема 3. Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Новые высокотехнологичные материалы: полифункциональные, гибридные, наноматериалы, биоматериалы, мезопористые материалы с заданной плотностью и пористостью, величина соотношения поверхности к объему, функционализация пористой поверхности. Нанопористая проницаемость. Способы получения новых композитных наноматериалов. Методы получения пористых материалов на основе биорастворимых полимеров. Области применения.

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Методы получения пористых материалов на основе биорастворимых полимеров. Электроспиннинг: применение в медицине.

### **Тема 4. Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Нанофармакология. Функционализированные поверхности бионаноматериалов, нанобиоинтерфейс. Микро- и наноинкапсулирование. Контролируемая и пролонгированная доставка лекарств при помощи бионаноконструкций. Наноконструкции на основе биорастворимых материалов. Микросферы для пролонгированного высвобождения лекарств. Исследования полимерных систем для пролонгированного высвобождения биологически активных веществ.

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Функционализированные поверхности бионаноматериалов, нанобиоинтерфейс.

### **Тема 5. Бионаноматериалы для клеточных технологий**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Нанотехнологии стволовых клеток (СК): создание адекватного микроокружения (матрикса) для СК; трансфекция, выделение и сортировка СК; выявление молекул в СК; визуализация, отслеживание путей миграции и судьбы СК *in vivo*; решение тканеинженерных задач. Примеры применения наноматериалов для поддержания дифференцировки и пролиферации СК. Матрикс на основе наноструктурированных минерализованных коллагеновых волокон для регенерации кости. Перспективы трансплантации клеток в носителях на основе биodeградируемых наноматериалов. Наномагнетики для клеточных технологий.

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Биоконструкции на основе биосовместимых и биорастворимых наноматериалов для регенеративной медицины.

### **Тема 6. Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Нанотехнологии для решения тканеинженерных задач, нановолокна для регенерации нерва, трансплантации сосудов, реконструкции костной ткани и т.д.; наногель и микро/наноструктурированный матрикс; магнитные наночастицы; нанокомпозитные материалы для костной ткани; самособирающиеся пептидные системы; микро/наноинкапсулирование для клеточной терапии. Самособирающиеся наносистемы для реконструкции матрикса биологической ткани. Области применения бионаноматериалов в медицине. Применение новых биосовместимых и биорастворимых материалов в хирургии. Биоконструкции на основе наноматериалов в кардиологии, онкологии, неврологии и регенеративной медицине.

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Методика создания тканеинженерной тубулированной конструкции кондуита периферического нерва для стимулирования нейрорегенерации.

### **Тема 7. Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Нанотехнологии в диагностике. Принципы детекции, лежащие в основе биосенсорных систем. Распознавание молекул и специфические взаимодействия как основные принципы работы биосенсоров. Флуоресцентные биосенсоры для количественного анализа фаз клеточного цикла и дифференцировки клеток. Значение для онкодиагностики. Биосенсоры на основе ДНК для выявления генотоксических веществ. Биосенсоры для выявления повреждений ДНК. Полупроводниковый биосенсор на основе оксида металла для мультиплексной электрохимической детекции ДНК в реальном времени. Технологии биосенсоров для выявления патогенов в ткани и оценки противомикробной активности лекарственных средств. Биосенсоры на основе фотонных кристаллов для выявления ингибиторов взаимодействия в системе белок-ДНК.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов	3	2	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
3.	Тема 3. Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы	3	3	подготовка к презентации	14	презентация
4.	Тема 4. Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов	3	4	подготовка к презентации	14	презентация
5.	Тема 5. Бионаноматериалы для клеточных технологий	3	5	подготовка к дискуссии	14	дискуссия
6.	Тема 6. Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений	3	6	подготовка к презентации	14	презентация

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний	3	7	подготовка к коллоквиуму	14	коллоквиум
	Итого				82	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Презентации, компьютерные симуляции процессов создания биоконструкций, разбор конкретных ситуаций. Встречи с ведущими специалистами и руководителями научно-инновационных исследований в области биоконструкций и наноматериалов

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Биоконструкции и наноматериалы в медицине

#### Тема 2. Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов

устный опрос , примерные вопросы:

Нанотоксикология и нанобиобезопасность: основные проблемы

#### Тема 3. Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы

презентация , примерные вопросы:

Нанопористая проницаемость Наноматериалы в медицине, клинические испытания

#### Тема 4. Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов

презентация , примерные вопросы:

Нанофармакология. Микро- и наноинкапсулирование Контролируемая и пролонгированная доставка лекарств при помощи бионаноконструкций Наноматериалы для увеличения эффективности адресной доставки лекарств и снижения их побочного действия Нанотехнологии и молекулярная терапия Наноструктурированные носители рекомбинантных молекул РНК и ДНК и терапевтических генов

#### Тема 5. Бионаноматериалы для клеточных технологий

дискуссия , примерные вопросы:

Нанотехнологии для регенеративной медицины Наноматериалы для оценки эффективности клеточной терапии Наноструктурированные материалы для отслеживания путей миграции и выживания трансплантированных клеток методом магнитного резонанса Матрикс на основе бионановолокон для выращивания и регенерации тканей

#### Тема 6. Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений

презентация , примерные вопросы:

Биоконструкции и наноматериалы для лечения неврологических заболеваний Нанотехнологии как тренд развития кардиологии Нанотехнологии в создании инновационных материалов для имплантов Наноматериалы для молекулярной визуализации в биомедицине

## **Тема 7. Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний**

коллоквиум , примерные вопросы:

Нанотехнологии определения биомолекул в низких концентрациях  
Нанотехнологии в диагностике заболеваний

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Основные принципы создания тканеинженерных конструкций на основе нанобиоматериалов  
Наноструктуры для доставки лекарств  
Методы получения нанопористых материалов и их применение в медицине  
Нанотехнологии стволовых клеток

### **7.1. Основная литература:**

Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития, Газит, Эхуд, 2011г.

Биология стволовых клеток и клеточные технологии. Т. 1, Пальцев, Михаил Александрович; Акчурин, Ренат Сулейманович; Александрова, Мария Анатольевна, 2009г.

Биология стволовых клеток и клеточные технологии. Т. 2, Парфенова, Е. В.; Трактуев, Т. О.; Ткачук, В. А., 2009г.

Нанохимия, Сергеев, Глеб Борисович, 2009г.

Клиническая генетика. Геномика и протеомика наследственной патологии: учебное пособие. Мутовин Г.Р. 3-е изд., перераб. и доп. 2010. - 832 с.

<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970411520.html>

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441543>

2. Петров, А.В. Электроформирование нановолокон и волокнистых материалов из растворов полимергомологов поли- N-винилпирролидона и олигомер-полимерных смесей: Автореф. дисс....к.х.н. / А.В. Петров; Московский государственный университет тонких химических технологий имени М. В. Ломоносова - Москва 2013 - 25 с. <http://www.mitht.ru/files/21212007/petrov.pdf>

3. Челышев, Ю.А. Прямая доставка терапевтических генов для стимулирования посттравматической нейрорегенерации / Ю.А. Челышев, Я.О. Мухамедшина, Г.Ф. Шаймарданова, С.И. Николаев // Неврологический вестник (журнал им. В.М.Бехтерева). - 2012. - Т. XLIV, ♦1. - С. 76-83.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Nanomedicine Book Site - <http://www.nanomedicine.com>

Official website of the United States National Nanotechnology Initiative - <http://www.nano.gov/>

Научно-информационный портал по нанотехнологиям - <http://nano-info.ru/nanotechnologies>

Образовательный портал Lamar University -

<http://dept.lamar.edu/zhanhu/electrospinning/electrospinning%20of%20nanofibers%20from%20polymer%20>

2-я Международная школа - Нано 2011. Наноматериалы и нанотехнологии в живых системах.

Безопасность и наномедицина. 19 - 24 сентября 2011 года -

<http://www.nanobionanomed.ru/files/nano2009/nano2009school.pdf>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Биоконструкции и наноматериалы в медицине" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто 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.

установка для получения наноматериалов на основе синтетических полимеров методом электроспиннинга

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Медицинская физика .

Автор(ы):

Чельшев Ю.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Орлинский С.Б. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.