

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.

  
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Биосовместимые наноматериалы Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Воронина Е.В. , Чельшев Ю.А.

**Рецензент(ы):**

Недопекин О.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 674318

Казань  
2018

## 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) доцент, д.н. (доцент) Воронина Е.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики , Elena.Voronina@kpfu.ru ; Чельшев Ю.А. , chelyshev-kzn@yandex.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование целостного представления о биосовместимых наноматериалах, включающих сферу их использования, конструирования и оценки токсичности.

Изучение возможностей и потребностей в применении материалов и устройств, для регенерации, замены или усиления функций живых тканей и органов тела человека, а также изучение биомеханических принципов и биологических факторов, относящиеся к достижению долгосрочной стабильности замененных частей организма. Проводится изучение основных классов биомедицинских имплантатных материалов, средств их фиксации, их стабильности и преимуществ, а также недостатков при их использовании в качестве имплантатов, устройств и искусственных органов.

Формирование системы знаний по использованию наноструктурных материалов в имплантологии и их совместимости с тканями человека и животных.

Формирование системы знаний по физико-химическим основам современных методов получения нанодисперсных структур и Подготовка к самостоятельному выбору или разработке способа получения нанокластерных и нанокпозиционных материалов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Является частью модуля Б цикла математических и естественнонаучных дисциплин Б2 подготовки студентов по направлению "Нанотехнологии и микросистемная техника". Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов в сфере естественнонаучных, социально-экономических и технических знаний. Осваивается на четвертом курсе (8 семестр).

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные биосовместимые наноматериалы и особенности их использования;
- основные методы, способы и средства хранения и переработки информации;

2. должен уметь:

- применять на практике базовые естественнонаучные знания о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук;
- решать стандартные профессиональные задачи, используя информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка в устной и письменной формах

;

-

3. должен владеть:

- навыками оценки биосовместимости нанообъектов;
- углубленными знаниями в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- элементарными методами экспериментальных исследований с помощью современной приборной базы информационных технологий

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- прогнозировать применимость различных био- материалов;
- применять на практике профессиональные знания и умения;

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Понятие о биоматериалах	8	1	2	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Получение наноструктурированных биосовместимых материалов	8	4, 8-11	2	0	16	Устный опрос
3.	Тема 3. Свойства и размерные эффекты биосовместимых наноматериалов	8	5, 6, 12-14	6	0	12	Письменная работа
4.	Тема 4. Тканеинженерные конструкции на основе биосовместимых наноматериалов и сферы их применения	8	7, 15, 16	4	0	8	Презентация
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			14	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Понятие о биоматериалах

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

Вводная лекция. Обзор дисциплины. Понятие о биосовместимости, критерии оценки. Биосовместимые 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.

##### Тема 2. Получение наноструктурированных биосовместимых материалов

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

Способы получения наноструктурированных биосовместимых материалов, стадии получения нанокомпозитных материалов на основе биосовместимых полимеров, нанопорошки из слабоагрегированных сферических наночастиц, ультразвуковая обработка и получение устойчивых суспензий и смесей; испарение мишени лазерным излучением. Методы получения пористых материалов на основе биорастворимых полимеров.

**лабораторная работа (16 часа(ов)):**

Электронно-микроскопический анализ нанопорошка из наночастиц

**Тема 3. Свойства и размерные эффекты биосовместимых наноматериалов**

**лекционное занятие (6 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).

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Плазмонный резонанс наночастиц ядро-оболочка

**Тема 4. Тканеинженерные конструкции на основе биосовместимых наноматериалов и сферы их применения**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Биодеградируемые и биосовместимые наноматериалы для создания тканеинженерных конструкций. Разработка новых биодеградируемых наноматериалов, потенциальных носителей биоактивных молекул, цитопротекторов и стимуляторов регенерации. Перспективы трансплантации клеток в носителях на основе биосовместимых и биодеградируемых материалов. Критерии, предъявляемые к биодеградируемым материалам: биосовместимость, оптимальная биодеградация, эластичность, прочность, пористость, обеспечение дозированного (регулируемого) высвобождения веществ (трофических факторов, фармпрепаратов и пр.), биоактивность.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Электронно-микроскопический анализ углеродной наноткани

**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
1.	Тема 1. Понятие о биоматериалах	8	1	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Получение наноструктурированных биосовместимых материалов	8	4, 8-11	подготовка к письменной работе	18	письменная работа
3.	Тема 3. Свойства и размерные эффекты биосовместимых наноматериалов	8	5, 6, 12-14	подготовка к письменной работе	22	письменная работа
4.	Тема 4. Тканеинженерные конструкции на основе биосовместимых наноматериалов и сферы их применения	8	7, 15, 16	подготовка к презентации	10	презентация
	Итого				58	

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

Лекционные занятия предполагают использование аудитории, оснащенной современным мультимедийным оборудованием.

Выполнение лабораторных работ в специализированных лабораториях.

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

### **Тема 1. Понятие о биоматериалах**

устный опрос, примерные вопросы:

Классификация материалов, используемых для решения тканеинженерных задач. 1. Кто ввел понятие ?нанотехнологии? а) Норио Танигучи б) Герд Бининг в) Роберт Керл г) Ричард Смейли 2. Кто первые начали борьбу за нанотехнологии а) США б) Англия в) Япония г) Россия 3 Диаметр углеродных нанотрубок от а) 100 до 200 нм б) 50 до 500 нм в) 1 до 90 нм г) 1 до 10 нм 4. Фуллерены а) липофобны б) липофильны в) растворимы только в кислотах г) растворимы только в щелочных растворах 5. Сейчас созданы наноконструкции на основе а) РНК б) АТФ в) АДФ г) ДНК 6. ?Липкие концы? это а) комплементарные друг другу участки ДНК б) некомплементарные друг другу участки ДНК в) комплементарные друг другу участки РНК г) некомплементарные друг другу участки РНК 7. Какие органоиды клетки используются для создания наноконтейнеров а) лизосомы б) липосомы в) митохондрии г) хлоропласты

### **Тема 2. Получение наноструктурированных биосовместимых материалов**

письменная работа, примерные вопросы:

Синтетические бионесовместимые и биосовместимые материалы, способы получения, характеристики, применение в биомедицине. 1. Метод создания искусственных нановолокон называется а) наноспиннинг б) электроспиннинг в) спиннинг г) метод раздавливания 2. Вирусотерапия направлена на лечение а) гепатита б) кори в) рака г) оспы 3. Ретровирусы это а) вирусы имеющие обратную транскриптазу б) вирусы не имеющие обратную транскриптазу в) вирусы имеющие ДНК - полимеразу г) вирусы не имеющие ДНК - полимеразу 4. Биореакторы создаются на основе а) вирусов б) бактерий в) нанобов г) прионов 5. Наноэмульсии созданы на основе а) подсолнечного масла б) пальмового масла в) глицерина г) соевого масла 6. Прионы это а) паразитические белки б) паразитические бактерии в) группа микровирусов г) группа инфузорий 5. Болезнь, вызываемая прионами а) кариес б) язва желудка в) болезнь Крейтцфельдта г) аллергия

### **Тема 3. Свойства и размерные эффекты биосовместимых наноматериалов**

письменная работа, примерные вопросы:

1. Магнитные наносферы применяют для а) очистки крови б) промывания желудка в) для лечения глаз г) для выравнивания кровяного давления 2. Фуллерен ? это новая аллотропная форма а) железа б) меди в) золота г) углерода 3. Основное препятствие на пути применения углеродных нанотрубок в биологии и в медицине является а) хорошая растворимость в воде б) плохая растворимость в воде в) летучесть г) большая вязкость 4. Токсичность простых фуллеренов связана а) со способностью производить супероксидные анионы б) с неспособностью производить супероксидные анионы в) со способностью производить свободные радикалы азота г) способностью производить свободные радикалы водорода 5. Какие факторы не определяют токсичность наноматериалов? а) Химическая формула. б) Высокая способность к аккумуляции. в) Большая удельная поверхность. г) Высокая адсорбционная активность. 6. Для дифференциальной окраски эритробластических островков используют: а) Трипановый синий б) Гематоксилин-эозин в) Нейтральный красный г) Галлоцианин-хромовые квасцы 7. Для определения биосовместимости композиционных материалов используют следующие конечные биологические точки: а) Ультрацентрифугирование б) Ингибирование роста клеточной культуры в) Синтез ДНК г) Изучение клеточной морфологии при помощи микроскопии 8. Метод ДНК-камет применяют для а) оценки состояния клеточных растворов б) выявления вирусов в) оценки генотоксичности материалов г) выявления прионов

### **Тема 4. Тканеинженерные конструкции на основе биосовместимых наноматериалов и сферы их применения**

презентация, примерные вопросы:

1. Применение биосовместимых наноматериалов в космической отрасли. 2. Современные методы расшифровки генетического кода человека. 3. Использование нанотехнологий в сельском хозяйстве. 4. Биосовместимые нанокосметические препараты. 5. Нанотехнологии в фармацевтической отрасли. 6. Механизмы получения наноструктур на основе углерода. 7. История создания антимикробных средств в медицине.

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

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы на зачете

1. Основные направления и задачи применения нанотехнологий в биологии. Свойства наноматериалов.
2. Молекулярный и субклеточный уровни организации живых систем как основные в манипуляциях с наноструктурами.
3. Нанобиотехнологии на основе белков-переносчиков и белков-рецепторов. Нанобиосенсоры, их применение в диагностике заболеваний.
4. Наноконструкции на основе нуклеиновых кислот.
5. Использование нанотехнологий для направленного транспорта веществ в живых телах
6. Использование искусственных мембран в качестве биофильтров.
7. Фибриллярные структуры биологических тканей, естественные и искусственные нановолокна.
8. Нанотехнологии на основе вирусов и бактерий.
9. Нанобиотехнологии в иммунологии: проблемы и перспективы.
10. Наночастицы для лечения лекарственно-устойчивых форм
11. Наноземulsion в борьбе с инфекционными заболеваниями
12. Нанобиотехнологии в контроле качества пищевых продуктов
13. Наноструктурные металлосодержащие биосовместимые материалы, как новые антимикробные средства.
14. Наноструктуры на основе углерода: фуллерены, одно- и многослойные нанотрубки
15. Использование композитных наноматериалов в трансплантологии.
16. Использование композитных наноматериалов в косметологии.
17. Токсичность наноматериалов. Причины и методы преодоления токсичности.

### **7.1. Основная литература:**

1. Фотоника биоминеральных и биомиметических структур и материалов [Электронный ресурс] : монография / Ю.Н. Кульчин [и др.]. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2011. ? 224 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2690>. ? Загл. с экрана.
2. Наноструктуры в биомедицине Наноструктуры в биомедицине [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 538 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70740>. ? Загл. с экрана.
3. Нано- и биоконпозиты [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 393 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66206>. ? Загл. с экрана.

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

1. Биосовместимые материалы и новые технологии в стоматологии: сборник статей Международной конференции, 27-28 ноября 2014 г.



Издательство Казанского университета (2014) Хафизов Р. Г. (Редактор)

[http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/105811/1/Stomat\\_konfer.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/105811/1/Stomat_konfer.pdf)

2. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А.

Елисеев, А.В. Лукашин. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2010. ? 456 с. ? Режим

доступа: <https://e.lanbook.com/book/59578>. ? Загл. с экрана.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Информационный портал нанотехнологий - <http://rusnanonet.ru/video/maximov01/>

Образовательный портал Coursera - <https://www.coursera.org/course/nanotech>

Образовательный портал Introduction to Nanotechnology -

<http://nanogloss.com/nanotechnology/basics-of-medical-nanotechnology/>

Образовательный портал MIT - <http://web.mit.edu/newsoffice/topic/nanotech.html>

Сайт Принстонского университета -

[http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Biocompatible\\_material.html](http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Biocompatible_material.html)

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

Освоение дисциплины "Биосовместимые наноматериалы" 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 Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

- программные пакеты Windows XP, Internet Explorer, Microsoft Office, Microsoft Office PowerPoint;

- лаборатории, оснащенные специализированными посудой, приспособлениями и оборудованием (ступки, сита, мельница, весы, печь, сушильный шкафы, пресс и проч.)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Чельшев Ю.А. \_\_\_\_\_

Воронина Е.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Недопекин О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.