

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Биоконструкции и наноматериалы в медицине

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Чельшев Ю.А.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-4	способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ОПК-5	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	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-2	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

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

Должен уметь:

ориентироваться в структуре знаний о наномедицине, об основных принципах разработки и применения новых бионаноматериалов в медицине

Должен владеть:

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

Должен демонстрировать способность и готовность:

ОПК-6

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

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

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Биоконструкции и наноматериалы в медицине	3	2	2	0	
2.	Тема 2. Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов	3	2	2	0	12
3.	Тема 3. Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы	3	2	2	0	14
4.	Тема 4. Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов	3	2	2	0	14
5.	Тема 5. Бионаноматериалы для клеточных технологий	3	2	2	0	14
6.	Тема 6. Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений	3	2	2	0	14
7.	Тема 7. Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний	3	2	0	0	14
	Итого		14	12	0	82

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

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

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.

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

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).

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

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.

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

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.

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

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 биодegradируемых наноматериалов. Наномагнетики для клеточных технологий.

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

Нанотехнологии для решения тканеинженерных задач, нановолокна для регенерации нерва, трансплантации сосудов, реконструкции костной ткани и т.д.; наногель и микро/наноструктурированный матрикс; магнитные наночастицы; нанокompозитные 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.

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

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.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Nanomedicine European technology platform - <http://www.etp-nanomedicine.eu/public>

Nanotechnology In Medicine - <http://www.medicalnewstoday.com/articles/244972.php>

Бионаноматериалы и биофункционализированные наноматериалы - <http://thesaurus.rusnano.com/wiki/41/>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

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%20solutions%20and%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>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Дискуссионные вопросы по теме 'Бионаноматериалы для клеточных технологий'.

Классификация материалов для решения тканеинженерных задач.

Биосовместимые и бионесовместимые материалы.

Свойства и характеристика бионаноматериалов.

Методы механического диспергирования. Получение наноматериалов механическим измельчением.

Методы физического диспергирования. Получение наноматериалов распылением расплавов. Методы испарения-конденсации. Вакуум-сублимационная технология.

Методы химического диспергирования. Метод осаждения. Получение нанопорошков методом гетерофазного взаимодействия. Золь-гельный метод.



Получение наноматериалов электрохимическими методами. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов.

Методы контроля химического состава наноматериалов. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектрофотометрия, инверсионная вольтамперометрия.

Методы определения фазового состава наноматериалов. Масс-спектрометрия, рентгеноэмиссионная спектрометрия и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Мессбауэровская спектроскопия.

Определение формы и размера наночастиц. Электронная микроскопия, сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.

Методы изучения физико-химических характеристик поверхности наноматериалов.

Композитные бионаноматериалы.

Сущность метода электроспиннинга. Стандартная установка для электроспиннинга.

Факторы, оказывающие влияние на продукты электроспиннинга.

Функционализированные наночастицы, их применения в медицине.

Применение синтетических полимеров и бионаноматериалов в медицине.

Материалы, используемые в реконструктивной кардиохирургии для изготовления клапанов сердца, сосудов, сосудистых эндопротезов. Понятие гемосовместимости биоматериалов.

Наноматериалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях для восполнения дефектов мягких тканей, внутренних органов, кожи, костной ткани.

Полигидроксилэтилметакрилат: химико-физические свойства, методы получения, применение в медицине.

Применение политетилметакрилата в стоматологии: современные достижения.

Силикон: преимущества и недостатки.

Инновационные технологии получения бионаноматериалов.

Биорезорбируемые имплантируемые изделия для ортопедии.

Биорезорбируемые имплантируемые изделия для сердечно-сосудистой хирургии.

Экспериментальные исследования в условиях *in vitro* и *in vivo* для доказательства биологической безопасности и функциональных свойств биополимерных имплантатов.

Поверхностная функционализация наночастиц полимерными материалами для медицинского применения.

Микро- и наноструктурированные биополимерные импланты для заместительной хирургии мягких тканей

Современные системы с контролируемым выделением лекарственного препарата на основе макропористых полимерных гидрогелей.

Многослойные наноконтейнеры на основе наноматериалов для доставки лекарств.

Новые материалы на основе хитозана для медицинского применения.

Вопросы для коллоквиума на тему 'Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний':

Принцип детекции, реализованный в биосенсорах.

Флуоресцентные биосенсоры для количественного анализа фаз клеточного цикла и дифференцировки клеток. Значение для онкодиагностики.

Биосенсоры на основе ДНК для выявления генотоксичных соединений.

Биосенсоры для выявления повреждений ДНК.

Полупроводниковые биосенсоры на основе оксидов металлов для мультиплексной электрохимической детекции ДНК в реальном времени.

Биосенсоры для выявления патогенов в ткани и оценки противомикробной активности лекарственных средств.

Биосенсоры на основе фотонных кристаллов для выявления ингибиторов взаимодействия в системе 'белок-ДНК'.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.7 Биоконструкции и наноматериалы в медицине

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика  
Профиль подготовки: Медицинская физика  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы. [Электронный ресурс] Электрон. дан. М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2014. 368 с. <http://e.lanbook.com/book/66207>  
<https://e.lanbook.com/reader/book/66207/#1>
2. Колмаков, А.Г. Основа технологий и применение наноматериалов. [Электронный ресурс] / А.Г. Колмаков, С.М. Баринов, М.И. Алымов. Электрон. дан. М. : Физматлит, 2012. 208 с. <http://e.lanbook.com/book/59644>  
<https://e.lanbook.com/reader/book/59644/#1>
3. Мартин-Пальма, Рауль Х. Нанотехнологии : ударный вводный курс : [учебное издание] / Р. Мартин-Пальма, А. Лахтакия ; пер. с англ. Е. Г. Заблоцкой, А. В. Заблоцкого . Долгопрудный : Интеллект, 2014 . 206 с. : ил. ; 21. Библиогр. в конце гл. ? ISBN 978-5-91559-146-1

**Дополнительная литература:**

1. Горленко В. А. Научные основы биотехнологий. Часть I: Учебное пособие. Нанотехнологии в биологии/ Горленко В.А., Соавт. Кутузова Н.М., Пятунина С.К. - М.: Прометей, 2013. - 262 с. ISBN 978-5-7042-2445-7  
<http://znaniium.com/bookread2.php?book=536510>
2. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур : лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 222900 'Нанотехнологии и микросистемная техника' / [Мишина Е. Д. и др.] ; под ред. акад. РАН, д.ф.-м.н., проф. А. С. Сигова . 2-е изд., перераб. и доп. ? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, [2013]. 184 с. : ил. ; 22 . (Учебник для высшей школы) . Библиогр.: с. 181-184 (73 назв.) . ISBN 978-5-9963-0617-6
3. Нанонаука и нанотехнологии : энциклопедия систем жизнеобеспечения / [гл. соред. Осамы О. Аваделькарим, Чунли Бай, С. П. Капица ; пер. Н. Н. Выхристенко и др.] .? Москва : Издательство ЮНЕСКО : Издательство EOLSS : Магистер-Пресс, 2015. 999, [1] с., [8] л. ил. : ил., портр. ; 29 .? Библиогр. в конце ст. ? ISBN 978-5-89317-224-9 ((в пер.)) , 2000.
4. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения : [сборник статей] / отв. ред. чл.-кор. РАН А. Б. Ярославцев . Москва : Научный мир, 2014 . 455 с. : ил. ; 24 . Библиогр. в конце разд. ISBN 978-5-91522-393-5



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.7 Биоконструкции и наноматериалы в медицине

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.