

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

Физика биомембран и биотехнологии в медицине

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

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) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Воронина Е.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Elena.Voronina@kpfu.ru ; научный сотрудник, к.н. Рудакова М.А. (Учебно-научная лаборатория Центр агро- и экобиотехнологий, Институт экологии и природопользования), Maya.Rudakova@kpfu.ru

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

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

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-2	готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано-и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- закономерности и физико-химические модели процессов получения нанобъектов;
- виды и свойства нанобъектов и наноматериалов, характеристики физико-химических процессов их синтеза и методы их исследования;
- владеть информацией о нанотехнологии, наноматериалах и компонентах наносистемной техники; приборах, устройствах на их основе бионанотехнологии;

Должен уметь:

- на основе результатов экспериментов, моделирования разработать план технологического процесса получения наноматериалов, возможности, ограничения, критерии выбора вариантов нанотехнологии;
- выбирать и использовать методы анализа наноматериалов и наноструктур;
- определять конкретную профессиональную задачу, собирать необходимую исходную информацию в периодической литературе, на основе анализа сформулировать последовательность решения задачи.

Должен владеть:

навыками доступных методов нанодиагностики; проводить исследования наноматериалов и компонентов на основе биомембран.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к анализу состояния научно-технической проблемы, формулированию технического задания, постановке цели и задач исследования на основе подбора и изучения литературных данных.
- к анализу, систематизации и обобщению научно-технической информации в области биотехнологий;
- проводить библиографический поиск с использованием современных информационных технологий.
- к проведению теоретических и экспериментальных исследований с целью модернизации или создания новых материалов, компонентов, процессов и методов при наличии необходимых условий и аппаратуры;
- подготовить результаты исследований для опубликования в научной печати, а также составить обзоры, рефератов, отчетов и докладов.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (не предусмотрено)" 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 - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 18 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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. Введение в нанотехнологию.	3	2	0	0	2
2.	Тема 2. Наночастицы.	3	4	0	0	2
3.	Тема 3. Наноматериалы.	3	2	0	6	2
4.	Тема 4. Биомедицинские нанотехнологии.	3	2	0	6	2
5.	Тема 5. Методы нанодиагностики.	3	2	0	6	2
6.	Тема 6. Наномедицина.	3	2	0	6	2
7.	Тема 7. Нанотехнология и генная инженерия. ДНК-нанотехнологии.	3	2	0	6	4
8.	Тема 8. Нанотехнология и генная инженерия. ДНК-нанотехнологии.	3	2	0	6	2
	Итого		18	0	36	18

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Введение в нанотехнологию.

История развития науки о наноструктурах и наноматериалах. Понятие «нано». Нанообъекты. Основные причины особых свойств нанообъектов. Знания об особых свойствах малых частиц и их использование в древнем мире, в средневековье. Работы Р.Броуна, М. Фарадея. Термины: нанотехнология и наноматериалы. Введение в нанотехнологию. Типы нанокристаллических материалов по размерности: кластеры, нанотрубки, волокна и прутки, пленки и слои, поликристаллы. Размерный эффект как комплекс явлений, связанных с изменением свойств вещества вследствие непосредственного изменения размера частиц, вклада границ раздела в свойства системы, соизмеримости размера частиц с физическими параметрами, имеющими размерность длины (длина свободного пробега электрона, дебройлеровская длина волны, длина волны упругих колебаний и т.д.). Химический размерный эффект. Квантовый размерный эффект. Вклад границ раздела в свойства системы. Влияние межфазных слоёв на объёмные свойства материалов. Равновесные и неравновесные наноструктуры.

###### Тема 2. Наночастицы.

немонотонная зависимость свойств от количества атомов в кластере. Верхняя и нижняя граница размеров кластера. Металлические кластеры: установка для получения наночастиц металлов лазерным испарением атомов с поверхности, магические числа, геометрическая структура, электрон-ная структура, размер кластера и цвет материала, реакционная способность (катализ на малых металлических частицах как проявление химического размерного эффекта), флуктуации. Молекулярные кластеры. Нанокристаллические порошки.

###### Тема 3. Наноматериалы.

Углеродные наноструктуры. Природа углеродной связи, аллотропные модификации углерода (степень гибридизации углерода). Малые углеродные кластеры. Фуллерены: открытие фуллеренов, формирование фуллеренов, фуллерены в природе. Графен. Углеродные нанотрубки: структура нанотрубок, электронные свойства нанотрубок, основные способы получения.

Компактные нанокристаллические материалы. Поверхностные (связанные с разделом границ) и объёмные (связанные с размером зёрен) эффекты. Большая развитость, протяжённость и особое строение границ раздела в компактных нанокристаллических материалах. Уменьшение размера зёрен (кристаллитов) как эффективный метод изменения свойств твёрдого тела. Механические свойства. Тепловые свойства. Электрические свойства. Магнитные свойства. Природные нанокристаллы.

Наноструктуры в жидкостях. Золи. Мицеллы. Микроэмульсии. Жидкие кристаллы. Плёнки Ленгмюра-Блоджет.

#### **Тема 4. Биомедицинские нанотехнологии.**

Вводные представления о живых системах, клетки, органеллы, органические соединения.

#### **Тема 5. Методы нанодиагностики.**

Классификация микросистемных аналитических приборов. Примеры реализации.

Назначение. Параметры. Физические принципы и конструктивно-технологические решения в создании микросистемных аналитических приборов

Физические принципы создания функциональных элементов микросистемных аналитических приборов. Классификация функций. Конструктивные решения.

#### **Тема 6. Наномедицина.**

Основные понятия и определения в биомедицинских наносистемах и их основные применения. Измеряемые величины и физико-химические эффекты, используемые для их определения. Классификация микроаналитических приборов по назначению и принципу реализации. Оптические методы анализа биомедицинских нанообъектов

Рассеяние света в коллоидных растворах нанобиообъектов. Рассеяние Рэлея.

Рассеяние Рэлея-Ганса. Рассеяние Ми. Определение размера частиц по индикатрисе рассеяния. Динамическое рассеяние света. Определение размера частиц по уширению спектра лазерного квазиупругого рассеяния. Лазерная доплеровская анемометрия и определение электрофоретической подвижности коллоидных частиц.

Портативные биомедицинские анализаторы на базе микросистемных аналитических приборов

#### **Тема 7. Нанотехнология и геновая инженерия. ДНК-нанотехнологии.**

Организация биологических систем. Атомно-молекулярная структура биологических систем. Нуклеиновые кислоты. Методы изучения и синтеза нуклеиновых кислот. Принципы геновой инженерии. Белки. Уровни организации белков. Методы изучения и синтеза белков. Белковая инженерия. Биоэнергетика. Механизмы переноса энергии в биоструктурах. Электромагнитное, оптическое, акустическое, тепловое и химическое воздействие на биологические микро- и наносистемы.

#### **Тема 8. Нанотехнология и геновая инженерия. ДНК-нанотехнологии.**

Использование специфических основ молекул ДНК и нуклеиновых кислот для создания на их основе четко заданных биоструктур.

### **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

Информационный бюллетень - [http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index\\_tem.htm](http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm)

Научно-популярный сайт - <https://biomolecula.ru/>

Портал о нанотехнологиях - <http://www.nanonewsnet.ru/>

Российское мембранное общество. Мембраны и мембранные технологии -  
<http://www.memtech.ru/index.php/ru/glavnaya/publications/98-membrany-i-nanotekhnologii>

## **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)**

Информационный бюллетень - [http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index\\_tem.htm](http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm)

Нанотехнологическое сообщество - [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)

Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН. - [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru)

Портал о нанотехнологиях - <http://www.nanonewsnet.ru/>

Российское мембранное общество. Мембраны и мембранные технологии -  
<http://www.memtech.ru/index.php/ru/glavnaya/publications/98-membrany-i-nanotekhnologii>

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

Можно выделить несколько видов самостоятельной работы обучающихся при изучении данной дисциплины.

Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции обучающемуся следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:

□

Понять и запомнить все новые определения.

□

Найти в сети Интернет указанные ссылки и провести действия, рекомендованные преподавателем.

Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по

доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.

□

При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами.

Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.

- постановка проблемы;
- варианты решения;
- аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.

На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.

При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <http://dic.academic.ru>.

Работа на лабораторных занятиях предполагает активное участие в обсуждении рассматриваемых вопросов. При подготовке к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем на лекциях, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Тогда будет проще составить собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу. Практические задания выдаются преподавателем и предполагают самостоятельное решение. Однако при необходимости можно посоветоваться с преподавателем.

При написании рефератов в материале следует выделить небольшое количество (не более 5) заинтересовавших Вас проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться чёткого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов. Реферат должен быть представлен в виде презентации с письменным сопровождением.

Представление реферата предусматривает ответы на вопросы преподавателя и аудитории. Оценка за реферат выставляется в соответствии с глубиной и широтой изучения конкретной темы, аргументированностью и адекватностью ответов. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые указаны в списке литературы. В каждом билете на экзамене содержится 2 вопроса.

#### **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.

Специализированная лаборатория.

#### **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 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.3 Физика биомембран и биотехнологии в медицине

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

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Болдырев А.А. Биомембранология: учеб. пособие / А.А. Болдырев, Е.И. Кяйвяряйнен, В.А. Илюха. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2008. - 186 с. ISBN 978-5-7638-1241-1

<http://znanium.com/bookread.php?book=345146>

2. Шмид Р., Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. ? 2-е изд. (эл). [Электронный ресурс] : справ. пособие ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 327 с. ? Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/book/66240>

3. Карасев, В.А. Введение в конструирование бионических наносистем. [Электронный ресурс] : моногр. / В.А. Карасев, В.В. Лучинин. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2009. ? 469 с. ? Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/book/2191> ? Загл. с экрана.

**Дополнительная литература:**

1. Скулачев, В.П. Мембранная биоэнергетика: Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Скулачев, А.В. Богачев, Ф.О. Каспаринский. ? Электрон. дан. ? М. : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2010. ? 368 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/96187>

2. Физика с элементами биофизики [Электронный ресурс] : учебник / Е.Д. Эйдельман - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.3 Физика биомембран и биотехнологии в медицине

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

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

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 Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.

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.