

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



Проректор  
по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «КОНСТРУКЦИОННЫЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И БИОМАТЕРИАЛЫ»

Направление подготовки: 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии"

Профиль подготовки - "Биомедицинская инженерия"

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед./час	Лекций, час.	Практ. занятий, час.	Лабор. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз/зачёт)
7	5/180	8	12	8	125	Экзамен (27 час)
<b>Итого:</b>	5/180	8	12	8	125	Экзамен (27 час)

Владимир 2015

*Handwritten signature*



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Конструкционные, электротехнические и биоматериалы» являются:

- формирование у студентов знаний о свойствах материалов электронных средств и биотехнических систем; закономерностях изменения свойств при взаимодействии материалов с электрическими, магнитными, механическими, тепловыми и другими полями; формирование представлений о фундаментальных принципах взаимодействия живого организма с различными материалами и медицинскими изделиями, основных подходах к созданию биосовместимых материалов;

- приобретение студентами навыков расчёта основных параметров, характеризующих функциональные свойства материалов электронных средств и биотехнических систем, обоснованного выбора материалов.

- формирование представлений о перспективах разработки использования новых материалов в соответствии с основными направлениями развития микро - и наноэлектроники, об основных направлениях исследований в области создания биоискусственных органов и систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Конструкционные, электротехнические и биоматериалы» относится к базовой части ОПОП ВО (код Б1.Б.18) и изучается в 7 семестре. Необходимые для освоения дисциплины знания, умения и готовности обучающегося приобретаются в результате изучения дисциплин Физика», «Химия», «Биохимия», «Прикладная биомеханика», «Теоретические основы электротехники», «Введение в биоинженерию». Освоение данной дисциплины необходимо для изучения курсов «Биотехнические системы медицинского назначения», «Компоненты электронных средств», «Конструирование электронных и биотехнических средств», «Медицинские приборы, аппараты, системы, комплексы».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Коды компетенций по ФГОС	Компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способность решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей	<b>Знать:</b> основные параметры, характеризующие свойства материалов, определяющие характеристики компонентов электронных средств и биотехнических систем
ОПК-7	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные параметры, характеризующие свойства материалов электронных средств и биотехнических систем
ПК-19	Способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники	<b>Уметь:</b> собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую информацию о свойствах материалов электронных средств и биосовместимых материалов



ПК-20	Готовность выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<p><b>Знать:</b> основные свойства конструкционных, электротехнических и биосовместимых материалов биотехнических систем и электронных средств медицинского назначения</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать параметры материалов деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа параметров материалов, необходимых для расчета деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической</p>
-------	---	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётные единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
<b>1</b>	<b>Конструкционные материалы</b>	7		4	2	4		45		2 / 20	
1.1	Конструкционные стали										
1.2	Цветные металлы и сплавы на их основе в конструкциях ЭС медицинского назначения										
1.3	Неметаллические конструкционные материалы										
<b>2</b>	<b>Электротехнические материалы</b>	7		2	4	8		40		3 / 21	
2.1	Проводниковые материалы										
2.2	Полупроводниковые материалы										
2.3	Диэлектрические материалы										
2.4	Магнитные материалы										
<b>3</b>	<b>Биосовместимые материалы</b>	7		2	2			40		1 / 25	



3.1	Совместимость материалов с биологическими средами									
3.2	Материалы для внутритканевого протезирования									
<b>Всего:</b>		<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>		<b>125</b>		<b>6 / 21</b>	<b>Экзамен (27 час)</b>

#### 4.1. Теоретический курс: содержание разделов и тем дисциплины

##### Введение

Общая характеристика, цель и задачи изучения дисциплины, ее место и роль в общей системе подготовки бакалавра по направлению подготовки "Биотехнические системы и технологии" Значение материалов в создании электронных средств медицинского назначения. Общие требования, предъявляемые к материалам электронных средств медицинского назначения. Классификация материалов медицинского назначения. Тенденция создания наноматериалов. Оценка перспектив их применения в биотехнических системах и электронных средствах медицинского назначения.

##### Раздел 1. Конструкционные материалы

###### 1.1. Конструкционные стали.

Общие требования к конструкционным материалам. Черные металлы и сплавы. Фазовые составляющие в сплавах системы железо – углерод. Классификация сталей по составу и качеству. Углеродистые и легированные стали. Стали общего и специального назначения. Стали с особыми свойствами. Сортаменты. Применение.

###### 1.2. Цветные металлы и сплавы на их основе в конструкциях ЭС медицинского назначения.

Алюминий и сплавы на его основе (деформируемые и литейные), области применения, способы коррозионной защиты. Медь и сплавы на ее основе (латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы). Титан и сплавы на его основе. Сплавы с памятью формы.

###### 1.3. Неметаллические конструкционные материалы.

Общие свойства пластмасс. Конструкционные пластмассы и их применение в ЭС. Классификация пластмасс по эксплуатационному назначению: пластмассы для работы при действии кратковременной или длительной механической нагрузки, при низких температурах, пластмассы антифрикционного назначения, тепло- и звукоизоляционного назначения, для получения прозрачных изделий, для работы в агрессивных средах.

##### Раздел 2. Электротехнические материалы

###### 2.1. Проводниковые материалы.

Основные свойства и параметры проводниковых материалов. Материалы высокой электрической проводимости (медь, алюминий, серебро, золото). Проводниковые сплавы, свойства, применение. Сверхпроводящие материалы. Проводниковые материалы высокого электрического сопротивления. Материалы высокого удельного сопротивления для резистивных элементов; их состав, структура, свойства. Материалы высокой нагревостойкости. Материалы для нагревательных элементов и термопар. Материалы на основе графита.

###### 2.2. Полупроводниковые материалы.

Основные свойства и параметры полупроводниковых материалов и их зависимость от состава, структуры и внешних факторов. Классификация полупроводниковых материалов (простые вещества, органические и неорганические химические соединения; композиционные материалы). Простые (одноэлементные) полупроводниковые материалы. Германий. Кремний. Полупроводниковые модификации углерода. Полупроводниковые соединения. Свойства и области применения. Окисные полупроводники. Органические по-



лупроводники. Свойства и применение в биотехнических системах и электронных средствах медицинского назначения.

### ***2.3. Диэлектрические материалы.***

Основные электрические свойства диэлектриков. Влияние различных факторов на электропроводность. Диэлектрические потери. Высоко- и низкочастотные диэлектрики. Пробой диэлектриков. Физико-химические свойства диэлектриков: гигроскопичность, влагопроницаемость, радиационная стойкость, растворимость и др. Теплофизические свойства диэлектриков: нагревостойкость, морозостойкость, теплопроводность, тепловое расширение. Неорганические диэлектрические материалы. Стекла. Структура, свойства, классификация. Стеклокристаллические материалы. Керамические диэлектрические материалы. Органические диэлектрические материалы. Электротехнические пластмассы и их применение в ЭС. Материалы гибких пленок. Жидкие кристаллы и их применение.

### ***2.4. Магнитные материалы.***

Классификация, особенности строения и свойства магнитных материалов. Ферро - и ферримангнетики, их основные свойства. Магнитная анизотропия. Магнитострикция. Магниторезистивный эффект. Классификация магнитных материалов по назначению, структуре и составу. Магнитомягкие материалы. Сплавы с прямоугольной петлёй гистерезиса. Термомагнитные материалы. Магнитострикционные материалы. Высокочастотные магнитомягкие материалы. Магнитотвёрдые материалы. Основные характеристики и особенности структуры магнитотвёрдых материалов. Ферритовые магнитотвёрдые материалы.

## **Раздел 3. Биосовместимые материалы**

### ***3.1. Совместимость материалов с биологическими средами.***

Свойства живых тканей. Понятие биосовместимого материала. Требования к материалам для медико-биологического применения. Биологическая совместимость. Клеточные реакции на инородные тела. Токсичность материалов. Гемосовместимость. Опухолеобразование. Стабильность функциональных свойств материалов. Понятия биодеградации, биореакционной способности, биодеструкции. Биодegradация изделий.

### ***3.2. Материалы для внутритканевого протезирования.***

Основные требования к материалам. Мембраны для регулирования состава биологических жидкостей. Кровезамещающие жидкости. Биодеструктируемые эндопротезы. Эндопротезы в офтальмологии. Искусственная кожа. Современные тканеинженерные продукты. Эндопротезы в ортопедии. Протезирование мягких тканей. Эндопротезы кровеносных сосудов. Материалы для эндоваскулярной хирургии. Основные направления исследований в области создания биоискусственных органов и систем.

## **4.2. Практические занятия**

Практические занятия, являясь формой индивидуально-группового обучения, имеют целью углубление и закрепление знаний, полученных в процессе самостоятельной работы, а также способствуют выявлению преподавателем уровня подготовки каждого студента и его возможностей. Целью практических занятий является освоение методик расчета параметров, характеризующих функциональные свойства проводниковых, диэлектрических, магнитных полупроводниковых, биосовместимых и других материалов биотехнических систем и электронных средств медицинского назначения.

### ***Тематика практических занятий***

1. Функциональные свойства конструкционных материалов
2. Электропроводимость металлов и сплавов.
3. Электрические свойства диэлектриков.
4. Требования к материалам медико-биологического применения



### 4.3. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия имеют целью углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы, а также способствуют выявлению преподавателем уровня подготовки каждого студента и его возможностей.

#### *Перечень лабораторных работ*

1. Анализ и классификация свойств материалов электронных средств медицинского назначения.
2. Исследование электрических свойств проводниковых материалов.
3. Исследование электрических свойств диэлектрических материалов.

Отчеты по лабораторным работам индивидуальные и должны соответствовать требованиям стандартов. Защита выполненных лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Студенты допускаются к выполнению следующей лабораторной работы после защиты выполненной работы.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО предусматривается использование активных и интерактивных форм обучения при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий. На практических занятиях используется проблемно-ориентированный подход, стимулирование активности путём привлечения к обсуждению проблем, на лекционных занятиях применяются мультимедиа технологии (видеофильмы, презентации электронные альбомы и др.).

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретического материала, подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, решение задач. Основа самостоятельной работы - изучение литературы, работа с конспектом лекций, работа со справочно-информационной литературой.

#### *Вопросы для проведения контроля самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины*

#### Раздел 1

1. Фазовые составляющие в сплавах системы железо – углерод.
2. Легированные стали общего и специального назначения.
3. Легированные стали с особыми свойствами.
4. Марки и сортаменты сталей.
5. Применение сталей в конструкциях электронных средств.
6. Алюминий и сплавы на его основе.
7. Медь и сплавы на ее основе (латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы).
8. Титан и сплавы на его основе.
9. Сплавы с памятью формы.
10. Общие свойства пластмасс.
11. Термопласты и реактопласты, их свойства.
12. Классификация пластмасс по эксплуатационному назначению.
13. Применение полимерных материалов в медицинских изделиях.
14. Применение стекла и керамики в медицинских изделиях.

#### Раздел 2

1. Материалы высокой проводимости (медь, алюминий, серебро, золото).



2. Проводниковые сплавы.
3. Применение сверхпроводящих материалов.
4. Материалы высокого удельного сопротивления и их применение.
5. Материалы для нагревательных элементов и термопар.
6. Материалы на основе графита.
7. Ферро - и ферримагнетики, их основные свойства.
8. Магнитотвёрдые и магнитомягкие материалы.
9. Свойства и области применения полупроводниковых модификаций углерода.
10. Свойства и области применения неорганические химических соединений
11. Органические полупроводники, их свойства и области применения.
12. Свойства и применение аморфных полупроводников.
13. Влияние различных факторов на электропроводность твердых диэлектриков.
14. Высоко- и низкочастотные диэлектрики.
15. Физико-химические свойства диэлектриков: гигроскопичность, влагопроницаемость, радиационная стойкость, растворимость и др.
16. Теплофизические свойства диэлектриков: нагревостойкость, морозостойкость, теплопроводность, тепловое расширение.
17. Стекла: структура, свойства, классификация.
18. Стеклокристаллические материалы.
19. Керамические диэлектрические материалы.
20. Жидкие кристаллы и их применение.

### Раздел 3

1. Методы исследования биодеградации материалов *in vitro* и *in vivo*.
2. Цель, задачи и современные достижения тканевой биоинженерии.
3. Свойства и классификация матриц для тканевой инженерии.
4. Механизм тромбообразования на чужеродной поверхности.
5. Биодеградируемые полимерные материалы для биоинженерии: свойства, применение.
6. Биоискусственные продукты для замены кожи, кости, хряща.
7. Биосовместимые материалы для введения лекарственных веществ.
8. Применение биологически активных веществ для повышения биосовместимости имплантата.
9. Биоимитирование поверхности имплантата: методы и подходы, современные достижения.
10. Основные методы для характеристики биологической безопасности медицинских изделий.
11. Классификация и общая характеристика методов стерилизации медицинских изделий.
12. Факторы, определяющие гемосовместимость медицинских изделий.

Формы отчета студента о результатах выполнения самостоятельной работы: конспекты, реферат, обзоры информации, графическое представление изученного учебного материала.

#### *Реферат*

Каждому студенту выдаётся тема для подготовки реферата. Конкретная тема реферата подбирается индивидуально с учётом интересов студента. В задачу студента входит поиск, анализ и систематизация материала по теме. Объём реферата – 15...20 листов формата А4 (MS WORD, Times New Roman, кегль 14, 1,5 интервала).

#### *Темы рефератов*

1. Применение наноструктурированной керамики в медико-биологической практике.
2. Перспективные шовные материалы в хирургии.
3. Применение силиконовых эластичных материалов в ортопедии.
4. Применение силиконовых эластичных материалов в сердечно - сосудистой хирургии.
5. Применение стёкол для изготовления медицинских изделий.



6. Материалы имплантантов в ортопедии.
7. Материалы для протезирования костей.
8. Композитные материалы для протезирования на базе полимерных матриц.
9. Композитные материалы для эндопротезирования костей на основе углеродных волокон.
10. Материалы для эндопротезирования суставов.
11. Полимерные композитные биоматериалы на основе хитозана.
12. Новые типы биосовместимых керамических материалов и биоцементов
13. Биосовместимые формы двумерноупорядоченного углерода (карбина).
14. Композитные материалы для регенерации костной ткани.
15. Материалы конструктивных элементов электроэнцефалографа.
16. Материалы конструктивных элементов аппарата для ультразвуковой диагностики.
17. Материалы медицинских инструментов.
18. Методы формирования высокостабильных полимерных покрытий на поверхности биомедицинских устройств.
19. Лазерные технологии синтеза полимер - композитных биоматериалов.
20. Плазменные технологии осаждения наноструктурированных керамических и углеродных покрытий.
21. Материалы биологических протезов клапанов сердца и кровеносных сосудов.
22. Наноразмерные системы доставки лекарственных веществ в организм человека.
23. Основные направления исследований в области создания биоискусственных органов и систем.

### **Экзамен**

При сдаче экзамена студент должен продемонстрировать знание основных свойств материалов электронных средств медицинского назначения и биотехнических систем и параметров, используемых для оценки свойств. Студент должен уметь оценивать поведение материалов при изменении условий эксплуатации. Студент должен знать перспективы разработки и использования новых биосовместимых материалов в соответствии с основными направлениями развития биотехнических систем.

### **Вопросы к экзамену**

1. Значение материалов в создании биотехнических систем и электронных средств медицинского назначения.
2. Общие требования к конструкционным материалам.
3. Классификация сталей по составу и качеству.
4. Углеродистые стали. Марки. Основные свойства. Применение.
5. Легированные стали. Марки. Основные свойства. Применение.
6. Стали специального назначения. Марки. Основные свойства. Применение.
7. Медь и сплавы на ее основе (латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы). Свойства, применение.
8. Алюминий и сплавы на его основе (деформируемые и литейные), применение.
9. Титан, магний, никель, цинк и сплавы на их основе. Применение.
10. Классификация полимерных материалов по составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, отношению к нагреву, полярности.
11. Пластмассы. Состав, структура. Общие свойства.
12. Термопластичные пластмассы, их свойства и применение.
13. Термореактивные пластмассы, их свойства и применение.
14. Керамика. Общие свойства. Строение керамики.
15. Виды керамики. Свойства, применение. Наноструктурированная керамика.
16. Стекла. Структура, свойства, классификация.
17. Стеклокерамические материалы.
18. Металлические композиционные наноматериалы
19. Материалы высокой проводимости (медь, алюминий, серебро, золото).



20. Материалы высокого удельного сопротивления и их применение.
21. Материалы на основе графита.
22. Ферро - и ферритмагнетики, их основные свойства.
23. Термомагнитные материалы. Магнитострикционные материалы. Применение.
24. Магнитотвёрдые и магнитомягкие материалы.
25. Свойства и области применения полупроводниковых модификаций углерода.
26. Свойства и области применения неорганические полупроводниковых соединений
27. Органические полупроводники, их свойства и области применения.
28. Высоко- и низкочастотные диэлектрики.
29. Физико-химические свойства диэлектриков: гигроскопичность, влагопроницаемость, радиационная стойкость, растворимость и др.
30. Теплофизические свойства диэлектриков: нагревостойкость, морозостойкость, теплопроводность, тепловое расширение.
31. Керамические диэлектрические материалы. Применение.
32. Определение биосовместимого материала. Требования к свойствам биосовместимых материалов.
33. Классификация материалов, используемых для изготовления медицинских изделий.
34. Факторы, определяющие гемосовместимость медицинских изделий.
35. Биологические и физико-химические факторы, приводящие к биодеградации материалов. Стабильность функциональных свойств биоматериалов.
36. Биоматериалы из природных макромолекул.
37. Биодegradируемые полимерные материалы для биоинженерии: свойства, применение.
38. Биосовместимые материалы для введения лекарственных веществ.
39. Биосовместимые материалы покрытий.
40. Биосовместимые материалы и имплантаты с памятью формы.
41. Основные требования к материалам для внутритканевого протезирования.
42. Мембраны для диализа и гемолиза. Мембраны для оксигенации.
43. Кровезамещающие жидкости.
44. Биодеструктируемые эндопротезы.
45. Биодеструктируемые шовные материалы, медицинские клеи, протекторы.
46. Материалы эндопротезов в офтальмологии.
47. Искусственная кожа.
48. Материалы эндопротезов в ортопедии.
49. Материалы для протезирования мягких тканей.
50. Материалы эндопротезов кровеносных сосудов.
51. Материалы для эндоваскулярной хирургии.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### а) основная литература

1. Гарифуллин, Ф.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ф.А. Гарифуллин, Р.Ш. Аюпов, В.В. Жилияков. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 248 с. - ISBN 978-5-7882-1441-2. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214412.html>.
2. Карпенков, В.Ф. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 2. [Электронный ресурс] / В.Ф. Карпенков - М.: КолосС, 2013. - с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 5-9532-0208-3. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202083.html>.
3. Бондаренко, Г.Г. Основы материаловедения [Электронный ресурс]: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г. Г. Бондаренко. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - 763 с. (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-2377-7. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323777.html>.
4. Нано - и биоконпозиты [Электронный ресурс] / под ред. А.К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х.



Лафди ; пер. с англ. - М. : БИНОМ, 2015. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2914-4.  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329144.html>.

б) дополнительная литература

5. Бобрышев, А.Н. Полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Бобрышев А.Н., Ерофеев В.Т., Козомазов В.Н. - М. : Издательство АСВ, 2013. - 480 с. - ISBN 978-5-93093-980-4.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939804.html>.

6. Полимерные нанокompозиты [Электронный ресурс] / Под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю. - М.: Техносфера, 2011. - 688 с. - ISBN 978-5-94836-203-8.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948362038.html>.

7. Галимов, Э.Р. Материалы приборостроения [Электронный ресурс] / Э.Р. Галимов, А.С. Маминов, А.Г. Аблясова и др. Под общ. ред. Э.Р. Галимова, А.С. Мамина. - М.: Колос С, 2010. - 284 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0743-0.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207430.html>.

8. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс] / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. - 368 с. (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2531-3.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325313.html>.

9. Солнцев, Ю.П. Материаловедение. Применение и выбор материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А. - СПб: ХИМИЗДАТ, 2007. - 200 с.: ил. - ISBN 978-5-93808-140-6.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081406.html>.

10. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы [Электронный ресурс] / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - . 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html>.

11. Хартманн, У. Очарование нанотехнологии [Электронный ресурс] / Хартманн У. ; пер. с нем. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. - 173 с. : ил. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-1325-9.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313259.html>.

12. Наноструктуры в биомедицине [Электронный ресурс] / под ред. К. Гонсалвес, К. Хальберштадт, К. Лоренсин, Л. Наир. - М. : БИНОМ, 2013.- 519с.(Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-1061-6.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310616.html>.

13. Головин, Ю. И. Наномир без формул [Электронный ресурс] / Ю. И. Головин; под ред. проф. Л. Н. Патрикеева. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. -- ISBN 978-5-9963-2923-6. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329236.html>.

14. Фролова, Т. Н. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Материаловедение и материалы электронных средств" / Т. Н. Фролова — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. — 48 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 48. Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1400/3/00943.pdf>.

15. ГОСТ Р ИСО 10993-1-2009. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. М., 2009.

в) периодические издания

16. Журнал «Вестник трансплантологии и искусственных органов»

17. Журнал «Клеточная трансплантология и тканевая инженерия»

18. Журнал «Металлы » (Библиотека ВлГУ).

19. Журнал «Перспективные материалы »

20. Журнал «Пластические массы » (Библиотека ВлГУ).

21. Журнал «Стекло и керамика »

22. Журнал «Цветные металлы » (Библиотека ВлГУ).



в) интернет-ресурсы

23. <http://www.studentlibrary.ru/>.

24. <http://elibrary.ru/>.

25. <http://www.liveinternet.ru/>.

26. <http://www.100books.ru/>.

27. <http://window.edu.ru/>.

28. <https://ru.wikipedia.org/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия проводятся в аудиториях 331-3, оборудованных техническими средствами для использования мультимедиа технологий (видеоматериалы, слайды) и 324-3, оборудованной компьютерной техникой и средствами для использования мультимедиа технологий. В процессе подготовки к занятиям студенты имеют возможность работать в Интернете, пользуясь ресурсами компьютерных классов кафедры (а.330-3, 503-3).



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии"

Рабочую программу составил доцент Фролова Т.Н. Фролова

Рецензент главный инженер ВГУП "Медтехника" Кузин Г.С. Кузин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ \_\_\_\_\_

Протокол № 8 от 16.04 2015 года

Заведующий кафедрой Сушкова Л.Т. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии"

Протокол № 8 от 16.04. 2015 года Сушкова

Председатель комиссии Сушкова Л. Т. \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой Сушкова

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_