

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Хагуров Т.А.  
подпись  
« 23 » 05 2023 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.08 МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ОБЪЕКТОВ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ**

Направление подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность Методы анализа и синтеза медицинских изображений

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (профиль) "Методы анализа и синтеза медицинских изображений"

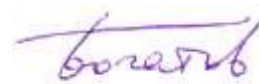
Программу составил:  
А.Г. Нестеренко, доцент



*подпись*

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 14 «20» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика)

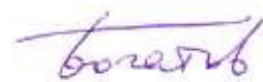
Богатов Н.М.  
*фамилия, инициалы*



*подпись*

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
Физико-технический факультет  
протокол № 10 «20» апреля 2023 г.  
Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.  
*фамилия, инициалы*



*подпись*

Рецензенты:

Шапошникова Т.Л., зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГТУ

Григорьян Л.Р., Генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины Б1.В.03 «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования» является изучение особенностей моделирования биологических объектов и методов оценивания их свойств. как методологии, которая должна быть положена в основу практической деятельности по проектированию, производству и эксплуатации биомедицинской аппаратуры. При этом особое внимание уделяется изучению математического аппарата и основ теории предмета с использованием современных средств вычислительной техники.

### 1.2 Задачи дисциплины

К основным задачам освоения дисциплины «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования» относится: подготовка студентов в области изучения классов биотехнических систем; выработку навыков исследования биообъектов на основе методов их математического моделирования.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.03 «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования» для магистратуры по направлению 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Методы анализа и синтеза медицинских изображений) относится к базовой части модуля дисциплин данной специальности.

Логически дисциплина связана с предметами базовой части первой ступени образования «Математический анализ», «Физика», «Экология». Базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика» «Экология». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку базовой и вариативной частей модуля обучения, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами.

Программа дисциплины «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования» согласуется со всеми учебными программами базовой и вариативной частей учебного плана.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ПК-2; ПК-3

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-2 способность к построению математических	методы разработки	строить математически	проведением компьютерного

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
	моделей биотехнических систем и медицинских изделий и выбору метода их моделирования, разработке нового или выбор известного алгоритма решения задачи	нового или выбора известного алгоритма решения задач	е модели биотехнических систем и медицинских изделий и выбирает методы их моделирования	моделирования функционирования биотехнических систем и медицинских изделий
2.	<b>ПК-3</b> способность к выбору метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению медико-биологических исследований с использованием технических средств, выбору метода обработки результатов исследований	методы и разработки программ экспериментальных исследований, проведение медико-биологических исследований с использованием технических средств, методы обработки результатов исследований	проводить медико-биологические исследования с использованием технических средств, выбирать методы обработки результатов исследований	способностью выбора метода и разработки программ экспериментальных исследований

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		3			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>36,2</b>	<b>36,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
Занятия лекционного типа	12	12	-	-	-
Лабораторные занятия	24	24	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>			
Курсовые работы или проекты (КРП)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>71,8</b>	<b>71,8</b>			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-

Проработка учебного (теоретического) материала		50,8	50,8	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		21	21	-	-	-
<b>Контроль:</b>		-	-			
Подготовка к экзамену		-	-			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>36,2</b>	<b>36,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации	20	3	-	5	13
2.	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	20	3	-	5	14,8
3.	Принципы распознавания образов в биомедицинских системах	20	1	-	5	15
4.	Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов	20	3	-	5	15
5.	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	28	2	-	4	14
<i>Итого по дисциплине:</i>			12	-	24	71,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Математические методы подготовки и анализа исходной	Выделение, структуризация и накопление данных из информационных потоков биообъекта, сжатие, фильтрация и усиление полезных сигналов.	Ответы на контрольные вопросы

	медико-биологической информации		
2.	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	Основы биомедицинской кибернетики; принцип наименьшего действия. Основы теории по управлению функционированием элементов сложных биологических систем.	Ответы на контрольные вопросы
3.	Принципы распознавания образов в биомедицинских системах	основные методы идентификации и классификации образов (объектов, сигналов, процессов) характеризующихся конечным набором характерных свойств и признаков	Ответы на контрольные вопросы
4.	Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов	математические модели, и их программно-аппаратные реализации, основанные на принципе функционирования биологических нейронных структур (сетей нервных клеток живого организма).	Ответы на контрольные вопросы
5.	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	Методы континуальной математики в биологии, нейрофизиологии и медицине. Использование концепции сплошной среды при описании динамики биоструктур и механизмов воздействия на них.	Ответы на контрольные вопросы

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по данной дисциплине не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1	Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации	Защита лабораторной работы в форме беседы
2	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	Защита лабораторной работы в форме беседы
3	Принципы распознавания образов в биомедицинских системах	Защита лабораторной работы в форме беседы

4	Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов	Защита лабораторной работы в форме беседы
5	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	Защита лабораторной работы в форме беседы

Лабораторные работы выполняются в компьютерном классе в на основе системы электронных таблиц и алгоритмическом языке высокого уровня VBA с использованием встроенных в эту систему средств программирования и графической визуализации результатов численных расчетов.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<p>1. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва : Физматлит, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=67304">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=67304</a></p> <p>2. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами : учебное пособие / Е.А. Андреева, Н.А. Шилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 241 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-00880-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=312265">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=312265</a> Барцев, С.И.</p>
2	Подготовка к текущему контролю	<p>3. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия / С.И. Барцев, О.Д. Барцева. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229573">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229573</a></p> <p>4. Барцев, С.И. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия / С.И. Барцев, О.Д. Барцева. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5 ; То же [Электронный</p>

		<p>ресурс]. - URL:  <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229573">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229573</a></p> <p>5. Благовещенский, В.В. Компьютерные лабораторные работы по физике, химии, биологии: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 100 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/95834">https://e.lanbook.com/book/95834</a></p> <p>6. Маслов, Л.Б. Конечно-элементные пороупругие модели в биомеханике [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 240 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/39152">https://e.lanbook.com/book/39152</a></p> <p>7. Бегун, П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования : учебное пособие / П.И. Бегун. - Санкт-Петербург. : Политехника, 2011. - 467 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7325-0988-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=120863">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=120863</a></p>
--	--	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины могут использоваться следующие методы:

- опрос;
- практические задания;
- защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и зачету).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также может быть организовано в следующих формах:

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение



проблем;

- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;

- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;

- изучение и закрепление нового материала (использование вопросов, Сократический диалог);

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);

- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);

- работа в малых группах;

- технология компьютерного моделирования численных расчетов.

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в классе, снабженном всем необходимым оборудованием и компьютерами для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент предоставляет и защищает разработанную программу численного моделирования и расчета, причем в беседе с преподавателем должен продемонстрировать знание как теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе, так и необходимых для практической реализации работы компьютерных технологий. После защиты лабораторной работы студент обязан предоставить откорректированную и оптимизированную программную разработку в формате использованной компьютерной системы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

###### **Темы лабораторных работ для текущего контроля.**

###### **Лабораторная работа № 1**

Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации

Научиться обрабатывать статистические данные в электронных таблицах с помощью встроенных функций; изучить возможности пакета анализа в MS Excel 2010 и его некоторые инструменты: генерация случайных чисел, гистограмма, описательная

статистика.

### **Лабораторная работа № 2**

Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем

Написать программу, которая выполняет задание варианта с помощью генерации всех соответствующих комбинаций, используя комбинаторные алгоритмы.

### **Лабораторная работа № 3**

Принципы распознавания образов в биомедицинских системах

Ознакомиться с методами кластеризации образов и расстояниями в пространстве признаков, разработать программу, выполняющую кластеризацию заданного множества образов.

### **Лабораторная работа № 4**

Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов

Создание программы, реализующей искусственную нейронную сеть; разработка процедуры обучения сети; использование полученных результатов для решения тестовых задач сжатия данных, классификации и аппроксимации.

### **Лабораторная работа № 5**

Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем

Изучение концептуальных моделей в виде блок-схем; изучение принципа множественности моделей на примере моделирования электрических и гидродинамических параметров сердечно-сосудистой системы.

## **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования» для направления подготовки: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

1 Методы моделирования распространения инфекции в ограниченной биопопуляции

2 Моделирование эффективности в испытаниях новых медицинских препаратов

3 Воздействие медицинского препарата как функция связной выборки

4 Адаптивная обработка сигналов в медико-биологических исследованиях

7 Выбор признаков при классификации типов ЭКГ

6 Сжатие биометрических данных на примере электрокардиограмм

7 Пространство признаков биообъекта и его числовое описание

8 Методика распознавания образов в задачах биомедицинских исследований

9 Классификатор по критерию наименьшего среднеквадратичного расстояния

10 Типы ЭКГ и их возможная модельная классификация

11 Искусственные нейронные сети в медико-биологических исследованиях

12 Алгоритмы нечеткой логики в медико-биологических исследованиях

13 Генетические алгоритмы в медико-биологических исследованиях

14 Биологическая конкуренция 2-х видов за общий ресурс

- 15 Классическая модель "хищник-жертва"
- 16 Модель "хищник-жертва" при ограничениях на размер популяции
- 17 Электромагнитные процессы в биологических тканях

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература**

1. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва : Физматлит, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67304>
2. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами : учебное пособие / Е.А. Андреева, Н.А. Шилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 241 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-00880-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312265> Барцев, С.И.
3. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия / С.И. Барцев, О.Д. Барцева. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229573>
4. Барцев, С.И. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия / С.И. Барцев, О.Д. Барцева. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229573>
5. Благовещенский, В.В. Компьютерные лабораторные работы по физике, химии, биологии: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 100 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95834>
6. Маслов, Л.Б. Конечно-элементные пороупругие модели в биомеханике [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39152>

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Бегун, П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования : учебное пособие / П.И. Бегун. - Санкт-Петербург. : Политехника, 2011. - 467 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7325-0988-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=120863>
2. Булавин, Леонид Анатольевич, Выгорницкий, Николай Викторович, Лебовка, Николай Иванович Компьютерное моделирование физических систем: [учебное пособие] /Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка -Долгопрудный: Интеллект, 2011
3. Березин, Сергей Яковлевич Основы кибернетики и управление в биологических и медицинских системах: учебное пособие для студентов вузов /С. Я. Березин -Старый Оскол: ТНТ, 2013
4. Корневский, Николай Алексеевич, Крупчатников, Роман Анатольевич, Аль-Касасбех, Риад Таха Теоретические основы биофизики акупунктуры с приложениями в

медицине, психологии и экологии на основе нечетких сетевых моделей: /Н. А. Корневский, Р. А. Крупчатников, Р. Т. Аль-Касасбех -Старый Оскол: ТНТ, 2014

5. Корневский, Николай Алексеевич, Крупчатников, Роман Анатольевич Интеллектуальные системы поддержки принятия решений для врачей рефлексотерапевтов: /Н. А. Корневский, Р. А. Крупчатников ; [науч. ред. И. А. Ключиков] -Старый Оскол: ТНТ, 2013

6. Устюжанин, Валерий Александрович, Яковлева, Ирина Владимировна Моделирование биотехнических систем: учебное пособие для студентов вузов /В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева -Старый Оскол: ТНТ, 2014

### **5.3. Периодические издания**

Периодические издания не предусмотрены

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. Электронные ресурсы ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»:  
<http://www.kubsu.ru/node/1145>

2. Федеральный образовательный портал:  
[http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm)

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:  
[http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_rubr=2.2.74.2.3](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.2.3)

4. Большая научная библиотека:  
<http://www.sci-lib.com/>

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

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

– проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы как к выполняемым работам лабораторного практикума, так и к соответствующим разделам основной дисциплины.

Контроль может осуществляться также посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины «Моделирование биотехнических систем и объектов протезирования». После завершения лабораторной работы студент предоставляет откорректированный в ходе защиты отчет о ней.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите

работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников. В этом случае защита проходит в режиме краткого доклада.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Информационные технологии - не предусмотрены

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированный прикладной пакет MS Office.
3. Обеспечение информационной безопасности–антивирус.
4. Система программирования на языке высокого уровня VBA.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Научная электронная библиотека «Киберленинка» (<https://cyberleninka.ru>)
3. Электронная библиотека ГПНТБ России (<http://ellib.gpntb.ru>)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (350040, г. Краснодар, ул.Ставропольская, 149) 148С Комплект учебной мебели - 50 пос. мест.; доска учебная.; ПЭВМ 7 шт. Ноутбук – 2 шт. Проектор, интерактивная доска
2.	Лабораторные занятия	Аудитория для проведения занятий лабораторного типа (350040, г. Краснодар, ул.Ставропольская, 149) аудитория 132С. Измеритель параметров полупроводников ИППП-01 №000001316156 Спектрофотометр СФ-256УВИ №000001316184 Спектрофотометр СФ-256БИК

		<p>№000001316185  Цифровой осциллограф GDS-71102 №130051316104  Осциллограф GOS-6031 №130051316104  Генератор сигналов Г4-221/1 № 130051316117  Вольтметр В7-72 № 130051316108  Комплекс спектральный КСВУ  № 130061305438.  Комплект учебной мебели - 30 пос. мест.; доска учебная.  Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет":  ПЭВМ 15 шт.</p>
3.	Групповые (индивидуальные) занятия	<p>Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 201С  Комплект учебной мебели на 100 мест; доска учебная магнитно-маркерная; доска учебная меловая; проектор интерактивный Epson EB-585Wi; трибуна интерактивная SmartOne PRO15</p>
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	<p>Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации  350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №201С  Комплект учебной мебели на 100 мест; доска учебная магнитно-маркерная; доска учебная меловая; проектор интерактивный Epson EB-585Wi; трибуна интерактивная SmartOne PRO15</p>
5.	Самостоятельная работа	<p>Помещение для самостоятельной работы, 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С.  Комплект учебной мебели на 20 мест;  Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», программным обеспечением в режиме подключения к терминальному серверу, программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.</p>