

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.

подпись

«

»

2017г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.Б.01 Математическое моделирование биологических процессов и систем

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии  
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) Методы анализа и синтеза медицинских изображений  
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая  
(академическая /прикладная)

Форма обучения очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника магистр  
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (направленность Методы анализа и синтеза медицинских изображений)

Программу составил(и):

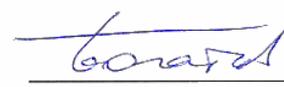
А.Г. Нестеренко доцент каф. ФиИС, к.ф.-м.н.  
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 16 «4» мая 2017г.

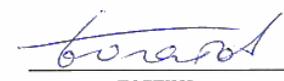
Заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.  
фамилия, инициалы



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 16 «4» мая 2017г.

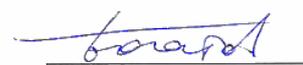
Заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.  
фамилия, инициалы



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета  
протокол № 6 «4» мая 2017г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.  
фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Копытов Г.Ф., д.ф.-м.н., зав.каф.радиофизики и нанотехнологий, КубГУ

Григорян Л.Р., к. ф.-м. н., Директор ООО НПФ "Мезон"

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

## 1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью преподавания дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов и систем» 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 «Математическое моделирование биологических процессов и систем» относятся: 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.Б.01 «Математическое моделирование биологических процессов и систем» 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 «Математическое моделирование биологических процессов и систем» 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: ОПК-1; ПК-1; ПК-2

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	– набор типовых модельных структур исследования систем биологической и медицинской природы	провести анализ актуального состояния концепций модельных решений в области биотехнических систем и технологий	методами поиска литературных источников по библиотечным каталогам, компьютерным поисковым системам и т. п.
2.	ПК-1	способностью	– методики	анализировать	способами

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		анализировать современное состояние проблем в предметной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи)	получения новых модельных представлений об исследуемом биообъекте	современное состояние проблем биомедицинской и экологической направленности с учетом заданных требований	расчета характеристик приборов, методиками работы с каталогами биотехнических приборов и программ
3.	ПК-2	способностью выбирать оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований	– методы вычислений наилучших параметров исследуемого биомедицинского процесса	правильно оценивать современное состояние в сфере разработки биотехнических систем, видеть перспективы развития этой области	методами постановок задач в сфере биотехнических систем и технологий, априорно и приблизительно оценивать успех применения выбранного метода

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов *ОФО*).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		1	2	3	4
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>42</b>	<b>42</b>			
Занятия лекционного типа			-	-	-
Лабораторные занятия	28	28	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	14	14	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	99	99	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	12	12	-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>42,3</b>	<b>42,3</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации	30		4	8	18
2.	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	24		2	4	18
3.	Принципы распознавания образов в биомедицинских системах	28		2	6	20
4.	Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов	28		2	4	22
5.	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	43		4	6	33
<b>Итого по дисциплине:</b>				<b>14</b>	<b>28</b>	<b>111</b>

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.

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

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации	Выделение, структуризация и накопление данных из информационных потоков биообъекта, сжатие, фильтрация и усиление полезных сигналов.	Решение задач
2.	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	Основы биомедицинской кибернетики; принцип наименьшего действия. Основы теории по управлению функционированием элементов сложных биологических систем.	Решение задач
3.	Принципы распознавания образов в биомедицинских	основные методы идентификации и классификации образов (объектов, сигналов, процессов) характеризующихся конечным набором характерных свойств и признаков	Решение задач

	системах		
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).	Решение задач
5.	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	Методы непрерывной математики в биологии, нейрофизиологии и медицине. Использование концепции сплошной среды при описании динамики биоструктур и механизмов воздействия на них.	Решение задач

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1	Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации	Отчет по лабораторной работе
2	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	Отчет по лабораторной работе
3	Принципы распознавания образов в биомедицинских системах	Отчет по лабораторной работе
4	Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов	Отчет по лабораторной работе
5	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	Отчет по лабораторной работе

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.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Методы анализа и синтеза медицинских изображений) компетенции: ОПК-1, ПК-1, ПК-2.

### 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	Математические методы подготовки и анализа исходной медико-биологической информации	<p>1. Ризниченко Г.Ю. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. МОДЕЛИ В БИОФИЗИКЕ И ЭКОЛОГИИ. М.: Юрайт : 2018 <a href="https://www.biblio-online.ru/viewer/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E">https://www.biblio-online.ru/viewer/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E</a></p> <p>2. Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ М.: Юрайт 2018 2018 <a href="https://www.biblio-online.ru/viewer/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606">https://www.biblio-online.ru/viewer/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606</a></p> <p>3. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ. М.: Юрайт 2018 ЧАСТЬ 1 <a href="https://www.biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516">https://www.biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516</a></p> <p>4. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ. М.: Юрайт 2018 ЧАСТЬ 2 <a href="https://www.biblio-online.ru/viewer/2D30EB19-12A1-458F-8E5D-195991D8C04F">https://www.biblio-online.ru/viewer/2D30EB19-12A1-458F-8E5D-195991D8C04F</a></p>
2	Комбинаторные методы описания и исследования медико-биологических систем	
3	Принципы распознавания образов в биомедицинских системах	
4	Современные концепции построения искусственных нейросетевых алгоритмов	
5	Дифференциальные и интегро-дифференциальные системы уравнений динамики биосистем	

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 увеличенным шрифтом,
- 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 используются следующие методы:

- опрос;
- домашние задания;
- индивидуальные практические задания;
- тестирование;
- публичная 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).

Для проведения лекционных занятий могут использоваться мультимедийные средства

воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

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 и осуществляемое путем подготовки индивидуальных докладов;

- 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:

- лекции с проблемным изложением;
- 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;
- лекции с проблемным изложением;
- 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»);
- творческие задания;
- 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.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите лабораторной работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников.

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 и путем подготовки докладов;

- 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.**

текущий контроль: составление и защита отчета по выполняемым лабораторным работам практикума; проверка самостоятельно выполненных заданий. Ответы на контрольные и дополнительные вопросы по соответствующим разделам дисциплины.

итоговый контроль: экзамен.

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

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Методы анализа и синтеза медицинских изображений) компетенции: ОПК-1, ПК-1, ПК-2.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для разделов рабочей программы.

- 1 Методы реализации модельных представлений о распространении заражения биообъектов
- 2 Информационные методы, применяемые при испытаниях новых медицинских препаратов
- 3 Адаптивная обработка сигналов в медико-биологических исследованиях
- 4 Методика распознавания образов в задачах биомедицинских исследований
- 5 Пространство признаков биообъекта и его числовое описание
- 6 Критерий наименьших квадратов при определении состояния биосистемы
- 7 Выбор признаков при классификации типов ЭКГ
- 8 Искусственные нейронные сети в медико-биологических исследованиях
- 9 Алгоритмы нечеткой логики в медико-биологических исследованиях
- 10 Конкурентные генеративные алгоритмы в медико-биологических исследованиях
- 11 Борьба биологических видов за общий ресурс
- 12 Классическая модель "хищник-жертва"
- 13 Модель "хищник-жертва" при ограничениях на размер популяции
- 14 Простейшие модели биологических тканей учитывающие электромагнитные процессы

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

Процедура оценивания результатов обучения **инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья** по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- 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.

##### **4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов и систем» для направления подготовки: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии**

Проверяются компетенции ОПК-1; ПК-1; ПК-2

- 1 Методы моделирования распространении 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).**

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **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>
3. 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>
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>
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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=120863>

### **5.2 Дополнительная литература:**

7. 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
8. Березин, Сергей Яковлевич Основы кибернетики и управление в биологических и медицинских системах: учебное пособие для студентов вузов /С. Я. Березин -Старый Оскол: ТНТ, 2013
9. 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

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

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВПО по направлению 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Методы анализа и синтеза медицинских изображений), отводится около 56 % времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- 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 «Математическое моделирование биологических процессов и систем». 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:

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

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

К средствам обеспечения освоения данной дисциплины также относятся

– контрольные вопросы по разделам учебной дисциплины;

– набор тем для дополнительного исследования по разделам учебной дисциплины.

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.
4. Обеспечение информационной безопасности–антивирус.
5. 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	Не запланированы
2.	Семинарские занятия	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office, комплект учебной мебели - 30 пос. мест.; доска учебная.
3.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ауд.) 132С. Комплект учебной мебели - 30 пос. мест.; доска учебная. Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет": ПЭВМ 15 шт.
4.	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ аудитория 204С, 200бС.
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 132С, комплект учебной мебели - 30 пос. мест.; доска учебная. Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет": ПЭВМ 15 шт..

7.	Самостоятельная работа	Кабинет электронных ресурсов для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Аудитория 208С, 204С, 205С.
----	------------------------	---