

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*

27

мая

2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.08.01 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность Инженерное дело в медико-биологической практике

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

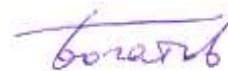
Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование биомедицинских процессов и систем» составлена в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (направленность Инженерное дело в медико-биологической практике)

Программу составил(и):  
Нестеренко А.Г., доцент

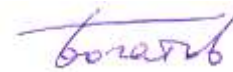


Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № от « » 2022 г  
заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.



---

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета  
протокол № 8 от «15» апреля 2022 г  
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



---

Рецензенты:  
Галуцкий В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры оптоэлектроники

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

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью преподавания дисциплины «Математическое моделирование биомедицинских процессов и систем» является привитие студентам навыков овладения системными методами моделирования биологических объектов и их коалиций. 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 биомедицинских процессов и систем» относится подготовка студентов с целью формирования навыков построения и анализа моделей биологической и экологической направленности.

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

Дисциплина Б1.В.02 «Математическое моделирование биологических процессов и систем» для бакалавриата по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Инженерное дело в медико - биологической практике) относится к вариативной части подготовки обучаемого.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами базовой части модуля Б1.Б «Математический анализ», «Физика», «Общий физический практикум». Кроме того, дисциплина базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика и информационные технологии», «Системный анализ» .. 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 усвоения дисциплин своей специальности, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к цифровым технологиям.

Дисциплин, для которых данная дисциплина является предшествующей. «Автоматизация обработки биотехнической информации», «Экология».

Программа дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов и систем» согласуется со всеми учебными программами дисциплин базовой Б1.Б и вариативной Б1.В частей модуля (дисциплин) учебного плана.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции: ОПК-5; ПК-3.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	наиболее важные методы алгоритмического описания и моделирования биомедицинских объектов	моделировать и анализировать основные этапы эволюции биообъектов и систем	основными навыками создания и эксплуатации модельных структур, на основе имеющегося экспериментального материала
2.	ПК-3	готовностью формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	основные, наиболее важные положения формирования научно обоснованных результатов исследования	правильно формулировать полученные научные результаты исследований и грамотно представлять их описание	средствами и методами описания полученных научных результатов

## 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)			
		6	7	8	9
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>68,2</b>	<b>68,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>			
Занятия лекционного типа	32	32	-	-	-
Лабораторные занятия	32	32	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>39,8</b>	<b>39,8</b>			
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	32	32	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			-	-	-
Реферат			-	-	-

Подготовка к текущему контролю	7,8	7,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену					
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>68,2</b>	<b>68,2</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 6 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	17,8	6		6	5,8
2.	Модели динамика физиологии биообъекта	18	6		6	6,0
3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	20	6		6	8,0
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	28	8		8	12,0
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	20	6		6	8,0
	<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>32</b>		<b>32</b>	<b>39,8</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.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	Моделирование как метод научного познания. Основные этапы моделирования. Физические, биологические и математические модели. Аналоговые модели. Основные требования, которым должна отвечать модель. Методы численного решения дифференциальных уравнений. Планирование эксперимента и принятие решений. Планирование исследовательского эксперимента, многофакторных экспериментов. Аналитические и имитационные методы. Средства моделирования систем. Принципы системного подхода в моделировании биологических систем. Биологический объект мо-	Ответы на контрольные вопросы

		<p>делирования. Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей. Общая характеристика проблемы моделирования систем. Экспериментальные исследования биологических систем. Пассивный и активный эксперимент. Характеристика моделей систем. Цели моделирования систем. Классификация видов моделирования систем. Возможность и эффективность моделирования биологических систем на вычислительных машинах. Математическое, программное, информационное, техническое, эргономическое обеспечение моделирования. Возможности машинного моделирования. Эффективность машинного моделирования.</p>	
2.	<p>Модели динамика физиологии био-объекта</p>	<p>Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем. Особенности машинных экспериментов. Методы оценки. Статистические методы обработки. Задачи обработки результатов моделирования. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Регрессионный анализ результатов моделирования. Дисперсионный анализ результатов моделирования. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем. Особенности машинного синтеза. Оценка результатов моделирования системы.</p>	<p>Ответы на контрольные вопросы</p>
3.	<p>Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений</p>	<p>Основные подходы к построению математических моделей систем. Математические схемы. Формальная модель объекта. Экзогенные и эндогенные переменные. Динамические и статические модели. Типовые схемы. Разработка машинной реализации моделей биологических систем. Методологические аспекты моделирования. Требования пользователя к модели. Этапы моделирования систем. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Переход от описания к блочной модели. Математические модели биологических процессов. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Формы представления моделирующих алгоритмов: обобщенная схема, детальная схема, логическая схема. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Получение и интерпретация результатов моделирования систем. Особенности получения результатов моделирования.</p>	<p>Ответы на контрольные вопросы</p>
4.	<p>Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы</p>	<p>Общая характеристика метода статистического моделирования. Методы теории планирования экспериментов. Машинный эксперимент. Основные понятия планирования экспериментов. Виды</p>	<p>Ответы на контрольные вопросы</p>

		планов экспериментов. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. Проблемы стратегического планирования. Этапы стратегического планирования. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. Проблема определения начальных условий и их влияния на достижение установленного результата при моделировании. Проблема обеспечения точности и достоверности результатов моделирования. Проблема уменьшения дисперсии оценок характеристик процесса функционирования моделирующих систем. Проблема выбора автоматической остановки имитационного эксперимента с моделями системы.	
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	Сущность метода. Примеры статистического моделирования. Проверка и улучшение качества последовательностей псевдослучайных чисел. Моделирование воздействий на системы. Моделирование случайных событий. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование случайных векторов	Ответы на контрольные вопросы

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану семинарского занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	Защита лабораторной работы в устной форме
2.	Модели динамика физиологии биообъекта	Защита лабораторной работы в устной форме
3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	Защита лабораторной работы в устной форме
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	Защита лабораторной работы в устной форме
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	Защита лабораторной работы в устной форме

### 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	1. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии ISBN: 978-5-9221-1192-8 М: Физматлит, 2009 <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=67304">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=67304</a> 2. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ. М. : Юрайт, 2017. <a href="https://biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516#page/1">https://biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516#page/1</a> 3. Гашев С.Н., Бетляева Ф.Х., Лупинос М.Ю. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ: М. : Юрайт, 2017. <a href="https://biblio-online.ru/viewer/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5">https://biblio-online.ru/viewer/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5</a> 4. Макарова И. М. , Баймакова Л. Г. Биологические концепции современного естествознания Омск: Издательство СибГУФК, 2009 <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=277203">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=277203</a>
2	Подготовка к текущему контролю	

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.

Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержания, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.



По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий; списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса.

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.**

Текущий контроль: ответы на контрольные вопросы, защита лабораторных работ в устной форме.

Итоговый контроль: зачет.

##### **4.1.1 Перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля**

1. Основные этапы моделирования.
2. Физические, биологические и математические модели.
3. Аналоговые модели. Основные требования, которым должна отвечать модель.
4. Аналитические и имитационные методы.
5. Средства моделирования систем.
6. Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей.
7. Общая характеристика проблемы моделирования систем
8. Пассивный и активный эксперимент.
9. Классификация видов моделирования систем.
10. Возможности машинного моделирования.
11. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем. Статистические методы обработки.
12. Задачи обработки результатов моделирования
13. Регрессионный анализ результатов моделирования.
14. Дисперсионный анализ результатов моделирования.
15. Основные подходы к построению математических моделей систем.
16. Экзогенные и эндогенные переменные.
17. Динамические и статические модели.
18. Разработка машинной реализации моделей биологических систем
19. Этапы моделирования систем.
20. Переход от описания к блочной модели.
21. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.
22. Принципы построения моделирующих алгоритмов.
23. Формы представления моделирующих алгоритмов: обобщенная схема, детальная схема, логическая схема. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем.
24. Общая характеристика метода статистического моделирования.
25. Основные понятия планирования экспериментов
26. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями систем.
27. Этапы стратегического планирования.
28. Tактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем.
29. Проблема выбора автоматической остановки имитационного эксперимента с моделями системы.
30. Примеры статистического моделирования.

31. Проверка и улучшение качества последовательностей псевдослучайных чисел.
32. Моделирование воздействий на системы.
33. Моделирование случайных событий.

#### **4.1.2 Перечень названий лабораторных работ**

1. Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений;
2. Модели динамика физиологии биообъекта;
3. Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений;
4. Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы;
5. Простейшие модели иммунной реакции организма.

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

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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,
- 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 зачет по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов и систем» для направления подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

1. Оценка доли зараженности индивидуумов на основе результатов выборки
2. Проверка эффективности испытываемого медицинского препарата по 2-м независимым группам
3. Проверка эффективности испытываемого медицинского препарата на основе значений связной выборки
4. Адаптивная обработка сигналов в медико-биологических исследованиях

5. Подавление постороннего сигнала в ЭКГ
  6. Сжатие данных электрокардиограмм
  7. Математические основы принципов распознавания образов
  8. Выбор признаков биообъекта применительно к задачам распознавания
  9. Классификатор по критерию наименьшего среднеквадратичного расстояния
  10. Выбор признаков и распознавание образов – эксперимент по классификации
- ЭКГ
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. Модель "хищник-жертва" – классический вид
  16. Модель "хищник-жертва" с ограничением хищника
  17. Модель пульсации сердца и нервного импульса

### **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:**

1. Муромцев, Д.Ю. Анализ и синтез дискретных систем / Д.Ю. Муромцев, Е.Н. Яшин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : , 2012. - 109 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277910>
2. В. Е. Кривоножко, А. В. Лычев Моделирование и анализ деятельности сложных систем; Рос. акад. наук, Ин-т системного анализа. - Москва : URSS : [ЛЕНАНД], 2013.
3. Б. Я. Советов, С. А. Яковлев Моделирование систем : учебник для бакалавров С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т. - 7-е изд. - М. : Юрайт, 2012.
4. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование.- М.: Наука, 1976. - 286с.
5. Бейли Н. Математика в биологии и медицине М.: Мир, 1970.
6. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. // М.: Наука, 1980.
7. Компьютерное моделирование физических систем [Текст] : [учебное пособие] / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 349 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785915591010 : 924.00.
8. Введение в направление подготовки "Биотехнические системы и технологии" [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 359 с. : ил. - Библиогр.: с. 335-336. - ISBN 9785941783700 : 410.40.
9. Моделирование биотехнических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 215 с. - (Тонкие наукоемкие технологии). - Библиогр.: с. 210-212. - ISBN 9785941784271 : 393.75.
10. Технические методы диагностики биоматериалов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 314 с. : ил. - (Тонкие наукоемкие технологии). - Библиогр. в конце разделов. - ISBN 9785971784295 : 577.50.

### **5.3. Периодические издания:**

периодические издания не предусмотрены

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

1. Электронные ресурсы ФГБОУ ВО «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).**

К специалистам различных областей знаний в настоящее время предъявляется широкий перечень требований. Одно из важнейших – это наличие умения и навыка самосто-

ятельного поиска знаний в различных источниках, их систематизация и оценка в контексте решаемой задачи.

Структура учебного курса направлена на развитие у студента данной способности. Однако решающую роль в этом играет самостоятельная работа студента и осознанное участие в лекционных и лабораторных занятиях.

Рекомендуется построить самостоятельную работу таким образом, чтобы она включала:

- изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции;
- изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией;
- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту;
- подготовку к лабораторному занятию.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции.

2. При подготовке к новой лекции просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой и интернет-источниками по теме.

4. При подготовке к лабораторным занятиям, необходимо прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

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 (модулю).**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №148С Комплект учебной мебели на 30 мест; Доска учебная меловая; Smart SBA 1007274 колонки и интерактивная доска; Ноутбук – 1 шт.; Проектор BenQ PB2250;
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская 149, №132С Комплект учебной мебели на 30 мест; Доска учебная магнитно-маркерная; Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет": ПЭВМ 15 шт.; ПЭВМ преподавателя 1 шт.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №315С Комплект учебной мебели на 60 мест; Доска учебная магнитно-маркерная; Доска учебная меловая; Проектор Epson EB-585Wi; Экран Projecta SlimScreen;
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №315С Комплект учебной мебели на 60 мест; Доска учебная магнитно-маркерная; Доска учебная меловая; Проектор Epson EB-585Wi; Экран Projecta SlimScreen;
5.	Самостоятельная работа	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.