

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

30»

мая

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.01 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 2025

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)

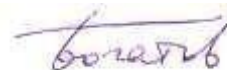
Программу составил(и):

Нестеренко А.Г., доцент



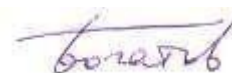
Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 16 «18» апрель 2025 г. заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 5 «18» апрель 2025 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 обучающегося.

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 компе- тенции	Содержание компе- тенции (или её ча- сти)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компе- тенции (или её ча- сти)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	способностью ис- пользовать основные приемы обработки и представления экс- периментальных данных	наиболее важ- ные методы алго- ритмического описания и моделирова- ния биомеди- цинских объ- ектов	моделировать и анализиро- вать основные этапы эволю- ции биообъек- тов и систем	основными навыками со- здания и экс- плуатации мо- дельных структур, на основе имею- щегося экспе- риментально- го материала
2.	ПК-3	готовностью форми- ровать презентации, научно-технические отчеты по результа- там выполненной работы, оформлять результаты исследо- ваний в виде статей и докладов на науч- но-технических конференциях	основные, наиболее важ- ные положе- ния формиро- вания научно обоснованных результатов исследования	правильно формулиро- вать получен- ные научные результаты исследований и грамотн о представлять их описание	средствами и методами опи- сания полу- ченных науч- ных результа- тов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распреде-
ление по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		8			
Контактная работа, в том числе:	54,3	54,3			
Аудиторные занятия (всего):	54	54			
Занятия лекционного типа	18	18	-	-	-
Лабораторные занятия	36	36	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практиче- ские занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:	5,3	5,3			

Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	5			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:	58	58			
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	58	58	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			-	-	-
Реферат			-	-	-
Подготовка к текущему контролю	-	-	-	-	-
Контроль:	26,7	26,7			
Подготовка к экзамену					
Общая трудоемкость	час.	144	144	-	-
	в том числе контактная работа	54,3	54,3		
	зач. ед	4	4		

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	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	30	3		8	10
2.	Модели динамика физиологии биообъекта	35	3		6	10
3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	35	3		8	14
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	22	6		8	14
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	22	3		6	10
	Итого по дисциплине:		18		36	58

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

		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.	
2.	Модели динамика физиологии биологического объекта	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.	Ответы на контрольные вопросы

3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	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.	Ответы на контрольные вопросы
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	Общая характеристика метода статистического моделирования. Методы теории планирования экспериментов. Машинный эксперимент. Основные понятия планирования экспериментов. Виды	Ответы на контрольные вопросы
		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 http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=67304
2	Подготовка к те- кущему контролю	2. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ. М. : Юрайт, 2017. https://biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516#page/1 3. Гашев С.Н., Бетляева Ф.Х., Лупинос М.Ю. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ: М. : Юрайт, 2017. https://biblio-online.ru/viewer/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5 4. Макарова И. М. , Баймакова Л. Г. Биологические концепции современного естествознания Омск: Издательство СибГУФК, 2009 http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277203

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 содержимого, 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. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем.
29. Проблема выбора автоматической остановки имитационного эксперимента с моделью 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.-Петерб. гос. электротехн. ун-та. - 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
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: 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 самостоятельного 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, подумав 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.