

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Т.А. Хагуров

подпись

«30» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

Направление подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) Современная алгебра и криптография

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки

код и наименование направления подготовки

Программу составили:

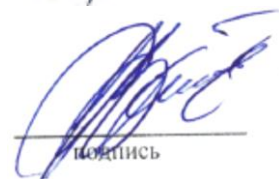
В.Ю. Барсукова, кан. физ.-мат. наук, доцент

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



В.В. Василенко, канд. физ.-мат. наук

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание


подпись

Рабочая программа дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» утверждена на заседании кафедры Функционального анализа и алгебры протокол № 11 от «13» мая 2025 г.

Заведующий кафедрой

Барсукова В.Ю.

фамилия, инициалы



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук

протокол № 4 от «14» мая 2025 г.

Председатель УМК факультета

Шмалько С.П.

фамилия, инициалы



Рецензенты:

Савин В.Н., кандидат технических наук, доцент, и.о. зав. кафедрой высшей математики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;

Засядко О.В., кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных образовательных технологий КубГУ.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью курса «Математические модели в биологии и медицине» является подготовка студентов в области исследования сложных биологических систем и процессов разного уровня организации на основе методов математического моделирования; ознакомление студентов с основными методами исследования математических моделей, описываемых разностными, дифференциальными и интегральными уравнениями.

1.2 Задачи дисциплины

- изучить способы математической формализации типовых биологических систем;
- рассмотреть различных и наиболее часто используемые приемы моделирования сложных биологических систем и методы анализа моделей;
- обсудить применение различных вычислительных схем расчета моделей;
- ознакомиться с классическими моделями в биологии и продемонстрировать значение математического и компьютерного моделирования для понимания природы биологических систем и функционирования биологических систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические модели в биологии и медицине» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, является факультативной дисциплиной. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ», «Математическая статистика».

1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	
ПК-1.1 Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики ПК-1.2 Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования ПК-1.4 Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	Знать особенности объектов моделирования и методики исследования моделей, первичный сбор статистических данных и их обработку; Уметь выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей, строить и исследовать математические модели с учетом их возможной универсальной природы; Владеть навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям, навыками необходимых технических преобразований; навыками применения полученных знаний.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достиже-

нии соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестр (часы)
			6
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		34	34
Занятия лекционного типа		16	16
Лабораторные занятия			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		37,8	37,8
Проработка учебного (теоретического) материала		16	16
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		14	14
Подготовка к текущему контролю		7,8	7,8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	72	72
	в том числе контактная работа	34,2	34,2
	зач. ед	2	2

2.2 Содержание дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в **шестом** семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Математические модели динамики популяций	38	10	-	10	18
2.	Математические модели иммунологии	33,8	6	-	8	19,8
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	71,8	16		18	37,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоёмкость по дисциплине	72				

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

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Математические модели динамики популяций	Введение. Математические модели биологических популяций. Модель Мальтуса. Модель Ферхюльста-Перла. Модель Вольтерра (модель хищник-жертва). Классификация типов взаимодействий Конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов. Модель Колмогорова.	Устный опрос, реферат
2	Математические модели в медицине.	Математические модели в теории эпидемий. Иммунологические основы работы иммунной системы. Построение базовой математической модели инфекционного заболевания, описываемой системой дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом (модель Г.И. Марчука). Построение математической модели гуморального иммунного ответа, описываемой системой интегродифференциальных уравнений. Исследование построенной математической модели гуморального иммунного ответа: существование, единственность и неотрицательность решения; стационарные решения; устойчивость состояния здорового организма и устойчивость хронического процесса с малым поражением органа.	Устный опрос,

2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Математические модели динамики популяций	Математические модели биологических популяций. Математические модели, описываемые линейными разностными уравнениями первого и второго порядка, системами разностных уравнений первого порядка. Математические модели, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. Математические модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Исследование устойчивости	Проверка домашнего задания, устный опрос

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Исследование модели Вольтерра (модели хищник-жертва).	
2	Математические модели в медицине	Математические модели в теории эпидемий (модели Бэйли, модели эпидемий с переносчиками). Построение базовой математической модели инфекционного заболевания (модели Г.И. Марчука). Исследование модели: существование, единственность и неотрицательность решения; стационарные решения; устойчивость состояния здорового организма и устойчивость хронического процесса с малым поражением органа.	Проверка домашнего задания, контрольная работа

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». 20 апреля 2023 г, протокол № 3
2	Выполнение домашних заданий (решение задач)	Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». 20 апреля 2023 г, протокол № 3.
3	Подготовка к текущему контролю (контрольная работа и др.)	Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». 20 апреля 2023 г, протокол № 3
4	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». 20 апреля 2023 г, протокол № 3

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 ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – 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 текущей аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Математические модели в биологии и медицине».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме проверка домашних заданий, устный опрос, реферат и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ПК-1.1 Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знать особенности объектов моделирования и методики исследования моделей, первичный сбор статистических данных и их обработку;	Реферат, опрос	Вопросы к зачету 1-17
	ПК-1.2 Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования	Уметь выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей, строить и исследовать математические модели с учетом их возможной универсальной природы	Расчетное задание	Вопросы к зачету 1-17
	ПК-1.4 Собирает и анализирует научно-техническую			

информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	Владеть навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям, навыками необходимых технических преобразований; навыками применения полученных знаний	Расчетное задание	Вопросы к зачету 1-17
---	---	-------------------	-----------------------

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

Вопросы устного опроса

1. Какая модель отражает зависимость от плотности рост численности популяции?
2. Математический смысл критерия устойчивости системы по Ляпунову:
3. Динамическая система- это: а) математическая модель, построенная по определенным правилам; б) система, которая может двигаться; в) система, в которой, в отличие от кинематической, учитываются силы; г) совокупность объектов, которые видоизменяются с течением времени

Контрольные вопросы для текущего контроля

1. Дайте определение модели. Как аналогия используется в моделировании?
2. Какова познавательная роль моделей?
3. Какие типы моделирования существуют? Чем они различаются?
4. Что такое модельный эксперимент?
5. Как соотносятся компьютерный эксперимент и имитационное моделирование?
6. В чем заключаются особенности моделирования в биологии?
7. Какие направления математики используются для моделирования биологических систем?
8. В чем проявляется особенность биологического приложения методов дискретной и непрерывной математики?
9. Что такое динамическая система? Виды математического описания динамических систем
10. Чем отличаются динамические системы с дискретным временем и непрерывным временем?
11. Что такое структура? Приведите примеры структурообразования в биологических системах.
12. Какие информационные технологии применяются для моделирования в биологии?
13. Качественные отличия решений модели Ферхюльста в непрерывной и дискретной форме
14. Что такое устойчивое и неустойчивое равновесие?
15. Что такое точки бифуркации системы?
16. Каковы основные понятия ферментативной кинетики?
17. Как формулируется простейшая модель Вольтерра-Лотки?
18. Что такое модель «хищник– жертва»?
19. Приведите примеры автоколебаний в биологических системах.

20. Что такое предельный цикл?
21. Каковы условия существования предельного цикла в Системе?
22. Перечислите недостатки классической модели Лотки – Вольтера для описания взаимодействия хищник – жертва.
23. Укажите пути построения более реалистических моделей взаимодействия

Темы для написания реферата

1. Вклад отечественных и зарубежных ученых в становление и развитие математической биологии.
2. Моделирование как метод исследования биологических систем.
3. Основные этапы моделирования
4. Автоколебательные процессы в биологических системах
3. Конструирование модели «хищник-жертва», имеющей предельный цикл.
5. Способы обобщения и упрощения моделей.
6. Методы проверки модели

Рекомендации по подготовке реферата

Задача реферата – закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса, и получить навыки самостоятельного изучения источников литературы. Реферат выполняется по предложенным в рабочей программе темам, объемом 20 - 25 страниц компьютерного набора, представляемых на бумаге формата А4. Реферат представляется на электронном и бумажном носителе и должен содержать следующие разделы: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы. При подготовке реферата студенты используют учебную и специальную литературу, журнальные статьи, справочники. При защите реферата необходимо показать знание литературы по изучаемой проблеме, актуальность, указать основные разделы научного реферата и сущность излагаемых положений, сделать вывод, с обозначением практической и научной значимости темы исследования. Своевременное и качественное выполнение реферата возможно лишь при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций, расписание которых согласовывается со студентами. Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Пример расчетного задания

Задание 1 Пользуясь MathCAD, постройте графики решения и фазовые портреты динамической системы, моделирующей взаимодействие популяций при заданных значениях параметров a, b, c, d . Исследуйте поведение решения, изменяя параметры.

$$\begin{cases} x'(t) = (a - by)x \\ y'(t) = (-c + dx)y \end{cases}$$

Задание 2. Исследовать поведение системы $\begin{cases} x'(t) = (a - by)x - \alpha x^2 \\ y'(t) = (-c + dx)y - \alpha y^2 \end{cases}$, моделирующей

взаимодействие популяций. Выполнить вычисления для заданных параметров a, b, c, d и различных α .

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации **Перечень вопросов, выносимых на зачет.**

1. Дискретное моделирование биологических систем: разностные модели.
2. Дискретное моделирование биологических систем: матричные модели.
3. Качественное исследование систем двух дифференциальных уравнений: метод фазовых портретов, особая точка, векторное поле направлений траектории системы.
4. Качественное исследование систем двух дифференциальных уравнений: метод изоклин. Главные изоклины. Определение угла пересечения координатных осей фазовыми траекториями.
5. Устойчивость стационарного состояния систем двух дифференциальных уравнений. Характеристическое уравнение, его вывод.
6. Виды устойчивости стационарного состояния в зависимости от корней характеристического уравнения.
7. Бифуркационная диаграмма.
8. Исследование модели линейных химических реакций.
9. Модели взаимодействия двух видов Вольтера. Основные положения, лежащие в основе моделей. Общий вид системы уравнений.
10. Модель «хищник-жертва», ее вид и качественное исследование. Недостатки модели
11. Иммунологические основы работы иммунной системы. Построение базовой математической модели инфекционного заболевания (модель Г.И. Марчука).
12. Построение математической модели гуморального иммунного ответа, описываемой системой интегро-дифференциальных уравнений.
13. Исследование математической модели гуморального иммунного ответа. Существование и единственность решения задачи, описывающей математическую модель.
14. Исследование математической модели гуморального иммунного ответа. Неотрицательность решения задачи, описывающей математическую модель.
15. Исследование математической модели гуморального иммунного ответа. Стационарные решения.
16. Исследование математической модели гуморального иммунного ответа. Устойчивость состояния здорового организма.
17. Исследование математической модели гуморального иммунного ответа. Устойчивость хронического процесса с малым поражением органа.

Пример расчетного задания

Задание 1 Пользуясь MathCAD, постройте графики решения и фазовые портреты динамической системы, моделирующей взаимодействие популяций при заданных значениях параметров a, b, c, d . Исследуйте поведение решения, изменяя параметры.

$$\begin{cases} x'(t) = (a - by)x \\ y'(t) = (-c + dx)y \end{cases}$$

Задание 2. Исследовать поведение системы $\begin{cases} x'(t) = (a - by)x - \alpha x^2 \\ y'(t) = (-c + dx)y - \alpha y^2 \end{cases}$, моделирующей

взаимодействие популяций. Выполнить вычисления для заданных параметров a, b, c, d и различных α .

Критерии оценивания по промежуточной аттестации

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра. Отметка «зачтено» выставляется студентам, которые регулярно посещали занятия, выполняли необходимые задания в срок. Отметка «не зачтено» выставляется студентам, которые пропустили более 60 % занятий, не предоставили реферат, не могут ответить на вопросы к зачету.

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 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.

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

5.1 Учебная литература:

1. Романюха, А.А. Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний / А.А. Романюха. - Москва : Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 293 с. - ISBN 978-5-94774-900-7 ; То же [Электронный ресурс]. URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468724>

2. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689>.

3. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74673>.

Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
8. Springer Journals <https://link.springer.com/>
9. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
10. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
11. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
12. zbMath <https://zbmath.org/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели: совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути • повышения уровня образования; углубление и расширение знаний по предмету. •

Тематическое планирование самостоятельной работы студентов

Раздел	Тема	Содержание вопросов темы	Вид работы
1	Математические модели динамики популяций	Математические модели, описываемые линейными разностными уравнениями первого и второго порядка, системами разностных уравнений первого порядка. Исследование модели Вольтерра (модели хищник-жертва). Математические модели в теории эпидемий (модели Бэйли, модели эпидемий с переносчиками).	Поиск необходимой информации (см. список литературы). Решение задач.
2	Математические модели в иммунологии.	Иммунологические основы работы иммунной системы. Построение базовой математической модели инфекционного заболевания.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала. Конспектирование.

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.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
Учебные аудитории для выполнения курсовых работ	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса MATLAB Wavelet Toolbox WolframResearch Mathematica MapleSoft Maple 18 PTC Mathcad

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.314)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus Kaspersky Endpoint Security для бизнеса MATLAB Wavelet Toolbox WolframResearch Mathematica MapleSoft Maple 18 PTC Mathcad
--	---	---