

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе, ка-
честву образования – первый про-
ректор

Хагуров Т.А.

апреля 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

Направление подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль): Алгебра, теория чисел и дискретный анализ

Программа подготовки академическая

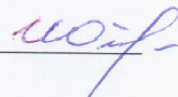
Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2018

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

Программу составила Ойнас И.Л., доцент, канд. физ.-мат. наук



Рабочая программа дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» утверждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры протокол № 10 от «10» апреля 2018 г.

Заведующая кафедрой (разработчика) Барсукова В.Ю.



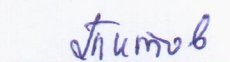
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры протокол № 10 от «10» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Барсукова В.Ю.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук «17» апреля 2018 г, протокол № 2.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.



Рецензенты:

К. А. Кирий, доцент кафедры прикладной математики КубГТУ, кандидат физико-математических наук, доцент

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

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;
- 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 естествознании» включена в вариативную часть цикла Б1 Дисциплины (модули), является факультативной дисциплиной.

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

Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у обучающихся профессиональных компетенций ПК-5

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
0.	ПК-5	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	особенности объектов моделирования и методики исследования моделей	выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей, строить и исследовать математические модели	навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям, навыками необходимых технических преобразований; навыками применения полученных знаний

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

Вид учебной работы	Всего	Семестр
--------------------	-------	---------

	часов	(часы)
		8
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	24	24
Занятия лекционного типа	12	12
Лабораторные занятия		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	12	12
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	16	16
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	14	14
Подготовка к текущему контролю	17,8	17,8
Контроль:		-
Подготовка к экзамену	-	-
Общая трудоемкость	час.	72
	в том числе контактная работа	24,2
	зач. ед	2

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в **девятом** 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	40	6	6		28
2.	Математические модели иммунологии	31,8	6	-	6	19,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		12	-	12	47,8

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. Классификация типов взаимодействий. Конку-	Устный опрос, реферат

№ п/ п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
		ренция. Хищник-жертва. Модель Воль- терра Обобщенные модели взаимодейст- вия видов. Модель Колмогорова.	
2	Математические модели в медици- не.	Математические модели в теории эпиде- мий. Иммунологические основы работы иммунной системы. Построение базовой математической модели инфекционного заболевания, описываемой системой диф- ференциальных уравнений с запазды- вающим аргументом (модель Г.И. Мар- чука). Построение математической моде- ли гуморального иммунного ответа, опи- сываемой системой интегро- дифференциальных уравнений. Исследо- вание построенной математической мо- дели гуморального иммунного ответа: существование, единственность и неот- рицательность решения; стационарные решения; устойчивость состояния здоро- вого организма и устойчивость хрониче- ского процесса с малым поражением ор- гана.	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 перво- го порядка. Математические модели, опи- сываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. Математи- ческие модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Исследование модели Вольтерра (модели хищник- жертва).	расчетное задание устный опрос

№ п/ п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
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

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 организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.
2	Выполнение домашних заданий (решение задач)	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.
3	Подготовка к текущему контролю (контрольная работа и др.)	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.
4	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.

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

При изучении данного курса используются традиционные лекции и лабораторные занятия с применением компьютера.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач. Проводятся контрольные работы для проверки усвоения материала студентами.

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

По дисциплине «Математические модели в биологии и медицине» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- б) подготовка к контрольному опросу на практических занятиях; в) написание рефератов и подготовка докладов;
- г) решение расчетных задач

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций.

Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (ответ у доски и проверка домашних заданий, устный опрос, реферат) и итоговая аттестация (зачет).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам устного опроса, ответа на зачете, в ходе которого выявляются уровень знаний и понимания теоретического материала.

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 тек-

ста; 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 .

4.2 Фонд оценочных средств для проведения 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.

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.

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.

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

5.1 Основная 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>.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. <http://mathmod.aspu.ru> - Сайт совместной лаборатории Института математических проблем биологии Российской академии наук и Астраханского государственного университета

2. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области.

7. 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.

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

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

Microsoft office

MathCAD

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

Не требуется.

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соот-

		ветствующим программным обеспечением (ПО) 308 Н, 505Н, 507Н;.
2.	Лабораторные занятия	Специальное помещение, оснащенное доской, маркерами и мелом 312Н, 310Н Компьютерный класс 301Н
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) 314Н
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, (кабинет) 308 Н, 310Н
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (314Н)

Рецензия

на рабочую программу дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», подготовленную на кафедре функционального анализа и алгебры КубГУ.

Целью дисциплины «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.

Программа дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» отвечает современным требованиям к обучению и отражает современные тенденции в обучении и воспитании личности. Программа сформирована последовательно, логически верно, что позволяет обеспечить высокий уровень усвоения знаний и умений, необходимых для обучения студентов высших учебных заведений по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки».

Рабочая программа дает целостное представление о дисциплине. Структура и содержание курса взаимно дополняют друг друга. Также в программе приведены примеры заданий для промежуточной аттестации, перечень вопросов выносимых на зачет, перечень основной и дополнительной литературы, доступной обучающимся. Содержание программы направлено на достижение результатов, определяемых ФГОС. Содержание отражает последовательность формирования необходимых компетенций.

В целом, рабочая программа по дисциплине «Математические модели в биологии и медицине» соответствует ФГОС ВО и отвечает современным требованиям к качественному образовательному процессу. Данная рабочая программа может быть использована для обеспечения основной образовательной программы по направлению подготовки 02.03.01 «Математика и компьютерные науки».

Рецензент

кандидат педагогических наук,
доцент кафедры информационных
образовательных технологий КубГУ



Засядко О.В.

Рецензия

на рабочую программу дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» для направления 02.03.01 Математика и компьютерные науки (бакалавриат)

Составитель программы: доцент кафедры функционального анализа и алгебры, кандидат физ.- мат. наук Ойнас И.Л.

Рабочая программа включает разделы: цели и задачи изучения дисциплины; место дисциплины в структуре образовательной программы; требования к уровню освоения дисциплины; общую трудоемкость и содержание дисциплины; образовательные технологии; формы промежуточной аттестации; перечень практических навыков; учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины. Полностью соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки (бакалавриат). Основные разделы программы нашли своё отражение в перечне представленных в рабочей программе необходимых знаний и компетенций. Распределение времени, отводимого на изучение различных разделов курса, включая самостоятельную работу, соответствует их трудоёмкости. Приведённые в программе вопросы к зачету позволяют определить уровень знаний и умений студентов.

В целом, рабочая программа дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» для специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки отвечает современным требованиям к образовательному процессу и может быть использована для преподавания в ФГБОУ ВО «КубГУ».

Рецензент,
кандидат физ.-мат. наук, доцент,
доцент кафедры прикладной математики КубГТУ

К. А. Кирий



УДОСТОВЕРЯЮ
Начальник управления кадров
И.В. Реутская
«___» _____ 20__ г.