

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы Ф.Х. Кудиева Ф.Х. Кудиева  
« 30 » мая 2023г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
А.Х. Шапсигов А.Х. Шапсигов  
« 30 » мая 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ**  
**БИОЛОГИИ»**

**01.03.02 - Прикладная математика и информатика**  
(код и наименование направления подготовки)

**«Математическое моделирование и вычислительная математика»**  
(наименование профиля подготовки)

**Бакалавр**  
Квалификация (степень) выпускника

**Очная**  
Форма обучения

Нальчик - 2023

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения в математической биологии» /сост. А.А. Кайгермазов А.А. – Нальчик: КБГУ, 2023. - с.19

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины из вариативной части Блока 1 студентам очной формы обучения направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика в 7 семестре, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.01.18 г. № 9.

## Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	
4. Содержание и структура дисциплины .....	
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	
5.1. Оценочные материалы для текущего контроля .....	
5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	
7.1. Нормативно-законодательные акты .....	
7.2. Основная литература .....	
7.3. Дополнительная литература .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.4. Периодические издания .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.5. Интернет-ресурсы .....	
7.6. Методические указания к практическим и лабораторным работам .....	
7.7. Методические указания по проведению учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий ....	
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	
8.1. Требования к материально-техническому обеспечению.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	
9. Лист изменений (дополнений) .....	
Приложение .....	

### **1. Цель и задачи освоения дисциплины**

**Цель дисциплины** «Дифференциальные уравнения в математической биологии» заключаются в том, чтобы дать студентам качественные знания соответствующих разделов математики, востребованные обществом; создать условия для овладения универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими их социальной мобильности и устойчивости на рынке труда; подготовить обучающихся к успешной работе в различных сферах, применяющих математические методы и информационные технологии на основе гармоничного сочетания научной, фундаментальной и профессиональной подготовки кадров; повысить их общую культуру, сформировать социально-личностные качества и развить способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения.

Главное содержание дисциплины «Дифференциальные уравнения в математической биологии» – изучение задач прикладной математики, приводящих к построению дискретных и непрерывных математических моделей реальных задач, а также в обучении их методам анализа этих моделей, алгоритмизации и программированию задач на ЭВМ.

#### **Задачи изучения дисциплины:**

- Овладение методами построения дискретных и непрерывных моделей динамики численности популяции;
- Овладение методами математического анализа популяционных моделей;
- Решение интегральных уравнений и неравенств;
- Применения принципа сжатых отображений и лемм Гронуолла - Беллмана для доказательства теорем существования и единственности решения популяционных задач;
- Построение методов исследования стационарных решений моделей, а также численного исследования задач.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина " Дифференциальные уравнения в математической биологии " входит в Блок 1 вариативной части обязательных дисциплин образовательной программы подготовки выпускника направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

#### **а) профессиональных (ПКС):**

ПКС-2: Способен к разработке требований и проектированию программного обеспечения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **знать:**

- методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных;
- методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных, формализации;
- методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных, формализации;

#### **уметь:**

- собирать и обрабатывать статический, экспериментальный, теоретический, графический и т.п. материал, необходимый для реализации процедур и алгоритмов, расчетов и конкретных практических выводов;

- использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач;
- – использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач

**владеть:**

- основными приемами сбора, обработки и хранения экспериментальных данных, их анализа и синтеза
- профессионально профильными знаниями и практическими навыками прикладной математики и информатики.

**4. Содержание и структура дисциплины**

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Дифференциальные уравнения в математической биологии», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3		4
<b>Введение в теорию дискретных и непрерывных моделей в математической биологии</b>				
1	Введение в теорию дискретных и непрерывных моделей в математической биологии.	Математические модели в биологии среды. Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках. Компьютерные и математические модели. Истории первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Специфика моделирования живых систем.	ПКС-2	Коллоквиум Тестирование Контрольная работа
<b>Математическое моделирование динамики численности изолированной популяции</b>				
1.	Математическое моделирование динамики численности изолированной популяции.	Разностные уравнения и их приложения. Основные определения и понятия. Дискретные популяционные модели Фибоначчи, Мальтуса, Селлама, Морана. Дискретная популяционная модель со скоростью зависящей от плотности: модель Ферхюльста. Непрерывные популяционные модели с сосредоточенным	ПКС-2	Коллоквиум Тестирование Контрольная работа

		параметром.		
<b>Математическое моделирование динамики возрастной структуры популяции</b>				
1.	Математическое моделирование динамики возрастной структуры популяции.	Популяционные модели с распределенными параметрами. Описание моделей. Математическое моделирование динамики необратимых биологических систем. Динамика возрастной структуры нелимитированной популяции. Динамика возрастной структуры лимитированной популяции. Математическое моделирование динамики обратимых биологических систем.	ПКС-2	Коллоквиум Тестирование Контрольная работа

На изучение курса отводится 144 часов (4 з.е.), из них: контактная работа 70 ч., в том числе лекционных – 14 часов; практических (семинарских) – 56 часа; самостоятельная работа студента 65 часа; завершается зачетом – 9 часов.

### Структура дисциплины (модуля)

#### «Дифференциальные уравнения в математической биологии»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	семестр – 7	Всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	144 (4з.е.)	144 (4 з.е.)
<b>Контактная работа (в часах):</b>	70	70
<i>Лекции (Л)</i>	14	14
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	56	56
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	Не предусмотрены	Не предусмотрены
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	Не предусмотрены	Не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>	65	65
Расчетно-графическое задание	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Реферат (Р)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Эссе (Э)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Контрольная работа (КР)	10	10
Самостоятельное изучение разделов	55	55
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№п/п	Тема
1.	<b>Тема №1. Разностные уравнения и их приложения.</b> Основные определения и понятия. Дискретные популяционные модели Фибоначчи, Мальтуса, Скеллама, Морана. Дискретная популяционная модель со скоростью зависящей от плотности: модель Ферхюльста.

2.	<b>Тема №2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка</b> Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Решение линейного дифференциального уравнения. Примеры: экспоненциальный рост, логистический рост.
3.	<b>Тема №3. Дифференциальные уравнения и их приложения.</b> Непрерывные модели: экспоненциальный рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с не перекрывающимися поколениями и перекрывающимися поколениями. Популяционная модель Мальтуса. Анализ стационарных состояний. Популяционная модель Ферхюльста. Стационарные состояния. Дискретное логистическое уравнение. Диаграмма и лестница Ламарея. Типы решений при разных значениях параметра: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.
4.	<b>Тема №4. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.</b> Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: УЗЕЛ, СЕДЛО, ФОКУС, ЦЕНТР. Пример: химические реакции первого порядка.
5.	<b>Тема №5. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.</b> Метод Ляпунова линеаризации систем. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний математических моделей биологических систем. Уравнение Лотки. Уравнения Вольтера. Метод функции Ляпунова.
6.	<b>Тема №6. Проблема быстрых и медленных переменных.</b> Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы. Катастрофы.
7.	<b>Тема №7. Мультистационарные системы.</b> Конкуренция. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов.

*Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)*

№ п/п	Тема
1.	Математические модели в проблемах окружающей среды.
2.	Разностные уравнения и их приложения в проблемах окружающей среды.
3.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка.
4.	Дифференциальные уравнения и их приложения в проблемах окружающей среды. Непрерывные популяционные модели.
5.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.
6.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.
7.	Проблема быстрых и медленных переменных.

*Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине – не предусмотрены*

*Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины*

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Фундаментальные проблемы естествознания
2.	Получение моделей из фундаментальных законов природы
3.	Модели из вариационных принципов, иерархии моделей
4.	Модели некоторых трудноформализуемых объектов
5.	Задачи технологии и экологии.
6.	Математические модели динамики не обратимых биологических систем

7.	Математические модели динамики обратимых биологических систем
8.	Статистические игры без эксперимента.
9.	Статистические игры с
10.	Интегральные неравенства
11.	Интегральное уравнение восстановления
12.	Применение методов подобия .
13.	Математическое моделирование экономических систем.
14.	Модели управления запасами .

### **5.Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

**1.1. Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом в установленный срок, написание рефератов.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания

**1.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Математическое моделирование в проблеме окружающей среды» контролируемые компетенции ПКС-2):**

**Тема: «Введение. Математические модели проблем окружающей среды»**

- 1) Что такое модель?
- 2) Что такое моделирование?
- 3) Каковы цели моделирования?
- 4) Что такое компьютерная модель?
- 5) Что такое математическая модель?

**Тема: «Разностные уравнения и их приложения»**

- 1) Что называется разностным уравнением?
- 2) Как определяется порядок разностного уравнения?
- 3) Что называется линейным разностным уравнением первого порядка?
- 4) Какой вид имеет линейное разностное уравнение первого порядка?
- 5) Как найти общее решение линейного уравнения первого порядка?

**Тема: «Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка»**

- 1) Какое дифференциальное уравнение называется автономной?
- 2) Что означает стационарное состояние?
- 3) Как определяется устойчивое состояние равновесия?



- 4) Как выглядит математическое определение устойчивости состояния равновесия?
- 5) Что означает «состояние равновесия устойчиво по Ляпунову»?

**Тема: «Дифференциальные уравнения и их приложения»**

- 1) Что называется дифференциальным уравнением?
- 2) Как определяется порядок дифференциального уравнения?
- 3) Как найти общее решение линейного дифференциального уравнения первого порядка?
- 4) Как найти общее решение линейного дифференциального уравнения второго порядка?
- 5) Что называется непрерывной моделью?

**Тема: «Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений»**

- 1) Что такое фазовая плоскость?
- 2) Что такое фазовый портрет?
- 3) Что такое главная изоклина?
- 4) В чем суть метода изоклин?
- 5) Что такое УЗЕЛ?

**Тема: «Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка»**

- 1) В чем суть метода Ляпунова?
- 2) Что такое модель Вольтерра?
- 3) Что такое уравнение Лотки?
- 4) В чем суть метода функций Ляпунова?

**Тема: «Проблема быстрых и медленных переменных»**

- 1) Что такое быстрая переменная?
- 2) Что такое медленная переменная?
- 3) Как формулируется теорема Тихонова?
- 4) Какая система называется вырожденной?
- 5) Что такое кризисы?

**Тема: «Мультистационарные системы»**

- 1) Какой вид имеет система уравнений, описывающий явление конкуренции между двумя одинаковыми видами?
- 2) Что означает триггер?
- 3) Как происходит силовое переключение?
- 4) Как происходит параметрическое переключение?
- 5) Какие стадии эволюции формирования единого генетического кода можно выделить?

*Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса*

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

***В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:***

**5 балл**, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**4 балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**3 балла**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «5», «4», «3» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

**5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемые компетенции ПКС-2):** (количество заданий довести в РПД минимум до 10.(при наличии задач в РПД)

1. В благоприятных условиях выращивают две популяции мух. Для популяции I удельная скорость роста составляет 0,1, если время выражается в днях. Для популяции II аналогичная скорость составляет 0,08. Определим  $x(t)$  как суммарную численность двух популяций в момент  $t$ . Найдите дифференциальное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет  $x(t)$ .
2. Реакция организма на лекарство через  $n$  часов после инъекции выражается показателем  $r_n$ , измеряемым в некоторых подходящих единицах. Допустим, что показатель удовлетворяет разностному уравнению  $r_{n+1} = 0,8r_n + 0,4^n$ . Найдите  $r_n$ , если  $r_0 = 1$ .
3. Два сосуществующих вида дрозофилы выращивают в подходящей среде. В каждом поколении популяции вида I увеличивается на 70%, а популяция вида II - на 30%. Какова суммарная численность обеих популяций, если первоначально имелось по 500 мух каждого вида? Для суммарной численности найдите разностное уравнение второго порядка.
4. В эксперименте с голоданием масса у двух испытуемых за 30 дней убывала от 140 и 170 фунтов до 110 и 125 фунтов соответственно. Было установлено, что ежедневные потери массы каждого испытуемого пропорциональны его массе. Определим  $x_n$  как суммарную массу обоих испытуемых после  $n$  дней голодания. Найдите разностное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет  $x_n$ . Чему равна суммарная масса после 15 дней голодания?
5. Два сосуществующих вида дрозофилы выращивают в подходящей среде. В каждом поколении популяции вида I увеличивается на 60%, а популяция вида II - на 40%. Какова суммарная численность обеих популяций, если первоначально имелось по 1000 мух каждого вида? Для суммарной численности найдите разностное уравнение второго порядка.
6. При построении математической модели популяции предполагалось, что пара родительских особей даёт ровно  $n$  потомков с вероятностью  $p_n$ , которая удовлетворяет уравнению  $p_n = 0,7p_{n-1}$ . Выразите  $p_n$  через  $p_0$ . Найдите  $p_0$  и  $p_n$ , используя соотношение  $p_0 + p_1 + p_2 + \dots = 1$ .
7. Радий распадается со скоростью 1% в каждые 25 лет. Рассмотрим образец, содержащий  $r_0$  граммов радия. Определим  $r_n$  как количество радия оставшегося в образце после  $25n$  лет.

- Составьте разностное уравнение для  $r_n$  и найдите его решение. Сколько радия останется после 100 лет?
8. С целью анализа распространения инфекционных заболеваний в одной школе ведется запись вспышек кори. Согласно полученным оценкам, вероятность  $p_n$  возникновения хотя бы одного нового случая заболевания спустя  $n$  недель после вспышки удовлетворяет уравнению  $p_n = p_{n-1} - (1/5)p_{n-2}$ . Найдите  $p_n$ , если  $p_0 = 0$  и  $p_1 = 1$ . После скольких недель вероятность нового случая кори становится меньше 10%?
  9. На одну из сторон правильной монеты нанесена цифра 1, а на другую - цифра 2. Монету повторно подбрасывают и записывают суммарный счет результатов. Определим  $p_n$  как вероятность того, что суммарный счет принимает некоторое значение  $n$ . Докажите, что  $p_n = 1 - 0,5p_{n-1}$ . Полагая  $p_0 = 1$ , получите значение  $p_n$ .
  10. В эксперименте с голоданием масса у двух испытуемых за 30 дней убывала от 140 и 170 фунтов до 110 и 125 фунтов соответственно. Установлено, что скорость потери массы каждым испытуемым была пропорциональна его массе. Определим  $x(t)$  как суммарную массу двух испытуемых после  $t$  дней голодания. Найдите дифференциальное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет  $x(t)$ . Чему равна суммарная масса после 15 дней голодания?

**Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):**

5 баллов - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

4 балла - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

3 балла - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

менее 2 баллов – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач

### **5.1.3. Оценочные материалы для проведения практических работ (контролируемые компетенции ПКС-2)**

**Образцы заданий для домашних работ по темам** приведены в учебно-методических пособиях:

- 1) Кайгермазов А.А., Кудяева Ф.Х., Кайгермазова М.А., Канчукоев В.З. Математическое моделирование в проблемах окружающей среды. Практикум. 2014г.;
- 2) Кайгермазов А.А., Кудяева Ф.Х., Саншюкова М.Л. Дискретные и непрерывные модели в математической биологии. Сборник задач и упражнений. Учебно-методическое пособие, Нальчик, КБГУ, 2015г

### **Критерии оценочного средства по выполненным заданиям, предусмотренные для практических занятий**

1. студент выполнил задания без ошибок, обосновал выбор методов решения, ответил все на поставленные теоретические вопросы -(4-5 балла);
2. студент в целом выполнил задания с небольшими недочетами, не обосновал некоторый выбор методов и приемов решения, ответил не на все на поставленные теоретические вопросы (2-3балла);
3. студент допустил существенные ошибки, не смог обосновать выбор методов и приемов решения, ответил не на все поставленные теоретические вопросы (1 балл);
4. студент не смог выполнить задания (0 балл).

**5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.** Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по

окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

### **5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы: контролируемые компетенции ПКС-2)**

#### **Типовые Варианты контрольных работ:**

##### **Вариант №1**

1. На одну из сторон монеты нанесена цифра 1, а на другую – цифра 2. Монету повторно подбрасывают и записывают суммарный счет результатов. Определим  $p_n$  как вероятность того, что суммарный счет принимает некоторое значение  $n$ . Докажите,  $p_n = 1 - 0,5p_{n-1}$ . Полагая  $p_0 = 1$ , получите значение  $p_n$ .
2. Согласно наблюдениям, скорость роста популяции бактерий в момент  $t$  (время выражается в часах) равна размеру популяции  $x(t)$ , поделенному на 5. Опишите этот процесс роста дифференциальным уравнением для  $x(t)$ . Каков порядок этого уравнения?

##### **Вариант №2**

1. Выяснить при каких значениях параметра  $q$  величина  $x_n$ :
  - а) растет, не меняя знака;
  - б) убывает, не меняя знака;
  - в) совершает колебания с убывающей амплитудой;
  - г) совершает колебания с возрастающей амплитудой, если  $3x_{n+2} + (q-1)x_{n+1} - qx_n = 0$ , где  $n$  велико и продолжает расти.

##### **Вариант №3**

1. Динамика численности популяции рыб в водоеме удовлетворяет экспоненциальному закону развития  $\frac{dN}{dt} = kN$ , где  $k=0,15$  (1/сут.). Считая  $N_0 = 1000$  найти:
  - а) концентрацию рыб при  $t=5$  сут.;
  - б) интервал между двумя последовательными делениями;
  - в) через какое время последовательность популяции рыб будет равно 270000.

##### **Вариант №4**

1. На одну из сторон монеты нанесена цифра 1, а на другую – цифра 2. Монету повторно подбрасывают и записывают суммарный счет результатов. Определим  $p_n$  как вероятность того, что суммарный счет принимает некоторое значение  $n$ . Докажите,  $p_n = 1 - 0,3p_{n-1}$ . Полагая  $p_0 = 1$ , получите значение  $p_n$ .
2. Согласно наблюдениям, скорость роста популяции бактерий в момент  $t$  (время выражается в часах) равна размеру популяции  $x(t)$ , поделенному на 5. Опишите этот процесс роста дифференциальным уравнением для  $x(t)$ . Каков порядок этого уравнения?

##### **Вариант №5**

1. Динамика численности популяции рыб в водоеме удовлетворяет экспоненциальному закону развития  $\frac{dN}{dt} = kN$ , где  $k=0,25$  (1/сут.). Считая  $N_0 = 1000$  найти:
  - а) концентрацию рыб при  $t=5$  сут.;
  - б) интервал между двумя последовательными делениями;
  - в) через какое время последовательность популяции рыб будет равно 250000

**Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)**

(4-5 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

(2-3 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

(1 балла) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

(0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

**5.2.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине контролируемые компетенции ПКС-2):** Полный перечень **тестовых заданий представлен в ЭОИС** <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1230>

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

I:

S: В биологии классификация представителей животного мира представляет собой:

- +: иерархическую модель
- : табличную модель
- : графическую модель
- : математическую модель
- : натурную модель

I:

S: Порядок разностного уравнения  $x_{n+1} = (x_n)^2 + (x_{n-1})^3$  равен ...

- : 1;
- +: 2;
- : 3;
- : 4.

I:

S: Характеристическое уравнение соответствующее разностному уравнению  $3x_{n+2} - 7x_{n+1} + 4x_n = 0$  имеет корни

- +: 1, 4/3;
- : 1, 3/4
- : 1, 3;
- : 1, 4.

I:

S: Решение задачи  $x_{n+2} - 6x_{n+1} + 8x_n = 0$ ,  $x_0 = 0$ ,  $x_1 = 6$  имеет вид:

- +:  $x_n = 3 \cdot 2^n + 3 \cdot 4^n$
- :  $x_n = -3 \cdot (-2)^n + 3 \cdot 4^n$
- :  $x_n = 3 \cdot (-2)^n + 3 \cdot (-4)^n$
- :  $x_n = -3 \cdot 2^n + 3 \cdot (-4)^n$

I:

S: Общее решение разностного уравнения  $x_{n+2} + 12x_{n+1} + 35x_n = 0$  имеет вид

$$-: x_n = k_1 \cdot 5^n + k_2 \cdot 7^n$$

$$+: x_n = k_1 \cdot (-5)^n + k_2 \cdot (-7)^n$$

$$-: x_n = k_1 (-5)^n + k_2 \cdot 7^n$$

$$-: x_n = k_1 \cdot 5^n + k_2 \cdot (-7)^n$$

I:

S: Популяция бактерий растет согласно формуле  $x_n = 500 + 5n^2$ . После двух временных интервалов, численность бактерий равна

$$-: 500$$

$$-: 600$$

$$+: 520$$

$$-: 550$$

I:

S: Дифференциальное уравнение  $x''' = x'' - (x')^2 + t$  является

-: линейным и неоднородным

+: нелинейным и неоднородным

-: линейным и однородным

-: нелинейным и однородным

I:

S: Общее решение дифференциального уравнения  $x'' + 12x' + 35x = 0$  имеет вид

$$-: x = c_1 e^{5t} + c_2 e^{7t}$$

$$+: x = c_1 e^{-5t} + c_2 e^{-7t}$$

$$-: x = c_1 e^{-5t} + c_2 e^{7t}$$

$$-: x = c_1 e^{5t} + c_2 e^{-7t}$$

I:

S: Решение задачи  $x'' - 6x' + 8x = 0$ ,  $x(0) = 0$ ,  $x'(0) = 2$  имеет вид

$$+: x(t) = -e^{2t} + e^{4t}$$

$$-: x(t) = 2e^{2t} - 4e^{4t}$$

$$-: x(t) = e^{2t} + e^{4t}$$

$$-: x(t) = 2e^{2t} + 4e^{4t}$$

I:

S: Разностное уравнение  $X_{k+1} = aX_k + bX_{k-1}$  называется

+: обобщенной моделью Фибоначчи

-: моделью Фибоначчи

-: моделью Скеллама

-: моделью Морана

-: моделью Ферхюльста

I:

S: Разностное уравнение  $X_{k+1} = aX_k / (1 + bX_k)$  называется моделью

-: Фибоначчи

-: Мальтуса

+: Скеллама

-: Морана

-: Ферхюльста

I:

S: Популяция насекомых увеличивается таким образом, что прирост за n-ый период времени в два раза больше прироста за предыдущий период времени. Этот процесс описывается уравнением

$$+: x_n - x_{n-1} = 2(x_{n-1} - (x_{n-2}))$$

$$-: x_n = 0.2x_{n-1}$$

$$-: x_n = 2x_{n-1}$$

$$-: x_n - x_{n-1} = 0.2(x_{n-1} - (x_{n-2}))$$

I:

S: В дискретной модели Скеллама стационарные решения равны

$$+: 0, \frac{a-1}{b}$$

$$-: 0, \frac{a+1}{b}$$

$$-: 0, \frac{a}{b}$$

$$-: 0, \frac{b}{a}$$

### **Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

(5 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

(2 балла) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

**5.3.Оценочные материалы для промежуточной аттестации.** Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Современные компьютерные технологии» в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 25 баллов.

**ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ (контролируемые компетенции ПКС-2):.**

1. Дискретная модель Фибоначчи.
2. Дискретная модель Мальтуса.
3. Дискретные модели Скеллама и Морана.
4. Непрерывная математическая модель Мальтуса.
5. Непрерывная математическая модель Морана.
6. Логистический закон развития.
7. Уравнение мультипликативного роста.
8. Моделирование как метод познания.
9. Классификация и формы представления моделей.
10. Методы и технологии моделирования.
11. Информационная модель объекта.
12. Дискретная модель Ферхюльста.
13. В благоприятных условиях выращивают две популяции мух. Для популяции I удельная скорость роста составляет 0,1, если время выражается в днях. Для популяции II аналогичная скорость составляет 0,08. Определим  $x(t)$  как суммарную

- численность двух популяций в момент  $t$ . Найдите дифференциальное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет  $x(t)$ .
14. Реакция организма на лекарство через  $n$  часов после инъекции выражается показателем  $r_n$ , измеряемым в некоторых подходящих единицах. Допустим, что показатель удовлетворяет разностному уравнению  $r_{n+1} = 0,8r_n + 0,4^n$ . Найдите  $r_n$ , если  $r_0 = 1$ .
  15. Два сосуществующих вида дрозофилы выращивают в подходящей среде. В каждом поколении популяции вида I увеличивается на 70%, а популяция вида II - на 30%. Какова суммарная численность обеих популяций, если первоначально имелось по 500 мух каждого вида? Для суммарной численности найдите разностное уравнение второго порядка.
  16. В эксперименте с голоданием масса у двух испытуемых за 30 дней убывала от 140 и 170 фунтов до 110 и 125 фунтов соответственно. Было установлено, что ежедневные потери массы каждого испытуемого пропорциональны его массе. Определим  $x_n$  как суммарную массу обоих испытуемых после  $n$  дней голодания. Найдите разностное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет  $x_n$ . Чему равна суммарная масса после 15 дней голодания?
  17. Два сосуществующих вида дрозофилы выращивают в подходящей среде. В каждом поколении популяции вида I увеличивается на 60%, а популяция вида II - на 40%. Какова суммарная численность обеих популяций, если первоначально имелось по 1000 мух каждого вида? Для суммарной численности найдите разностное уравнение второго порядка.
  18. При построении математической модели популяции предполагалось, что пара родительских особей дает ровно  $n$  потомков с вероятностью  $p_n$ , которая удовлетворяет уравнению  $p_n = 0,7p_{n-1}$ . Выразите  $p_n$  через  $p_0$ . Найдите  $p_0$  и  $p_n$ , используя соотношение  $p_0 + p_1 + p_2 + \dots = 1$ .
  19. Радий распадается со скоростью 1% в каждые 25 лет. Рассмотрим образец, содержащий  $r_0$  граммов радия. Определим  $r_n$  как количество радия оставшегося в образце после  $25n$  лет. Составьте разностное уравнение для  $r_n$  и найдите его решение. Сколько радия останется после 100 лет?
  20. С целью анализа распространения инфекционных заболеваний в одной школе ведется запись вспышек кори. Согласно полученным оценкам, вероятность  $p_n$  возникновения хотя бы одного нового случая заболевания спустя  $n$  недель после вспышки удовлетворяет уравнению  $p_n = p_{n-1} - (1/5)p_{n-2}$ . Найдите  $p_n$ , если  $p_0 = 0$  и  $p_1 = 1$ . После скольких недель вероятность нового случая кори становится меньше 10%?
  21. На одну из сторон правильной монеты нанесена цифра 1, а на другую - цифра 2. Монету повторно подбрасывают и записывают суммарный счет результатов. Определим  $p_n$  как вероятность того, что суммарный счет принимает некоторое значение  $n$ . Докажите, что  $p_n = 1 - 0,5p_{n-1}$ . Полагая  $p_0 = 1$ , получите значение  $p_n$ .
  22. В эксперименте с голоданием масса у двух испытуемых за 30 дней убывала от 140 и 170 фунтов до 110 и 125 фунтов соответственно. Установлено, что скорость потери массы каждым испытуемым была пропорциональна его массе. Определим  $x(t)$  как суммарную массу двух испытуемых после  $t$  дней голодания. Найдите дифференциальное уравнение второго порядка, которому удовлетворяет  $x(t)$ . Чему равна суммарная масса после 15 дней голодания?
  23. При выращивании в идеальных условиях популяции мух вырастали бы экспоненциально с постоянной  $\alpha$ , равной 0,1, если время выражается в днях.



Допустим, что начальная популяция состоит из 100 особей и они выращиваются в идеальных условиях. Найдите размер популяции после 10 дней роста.

24. При изучении голодания масса испытуемого за 30 дней уменьшилась со 140 до 110 фунтов. Ежедневные потери массы, согласно наблюдениям были пропорциональны массе испытуемого. Какому дифференциальному уравнению удовлетворяет масса испытуемого как функция времени? Найдите массу испытуемого после 15 дней голодания.

**Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:**

(25 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

(20 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

(15 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

(0 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций **ПКС-2** представлены в таблице 7

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Результаты обучения (компетенции)	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<b>ПКС-2</b> Способен к разработке требований и проектированию программного обеспечения	Знает методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных; Знает методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных, формализации; Знает методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных, формализации; Умеет собирать и обрабатывать статический, экспериментальный, теоретический, графический и т.п. материал, необходимый для реализации процедур и алгоритмов, расчетов и конкретных практических выводов;	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)  Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые оценочные материалы для контрольных работ (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)

	<p>Умеет использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно- исследовательских и прикладных задач;</p> <p>Умеет использовать методы прикладной математики и информатики для решения научно- исследовательских и прикладных задач</p> <p>Владеет навыками сбора данных, их обработки для решения практических задач, приёмами описания научных задач и инструментарием для решения математических задач прикладной математики и информатики; Владеет основными приемами сбора, обработки и хранения экспериментальных данных, их анализа и синтеза;</p> <p>Владеет профессионально профильными знаниями и практическими навыками прикладной математики и информатики.</p>	<p>Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3);</p> <p>Типовые оценочные материалы для контрольных работ (раздел 5.1.1);</p> <p>Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)</p>
--	--	---

Учебная работа по дисциплине состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

Подготовка к практическим занятиям включает предварительное ознакомление с необходимым теоретическим материалом по конспекту лекций и/или методическим указаниям к практическим работам. Необходимым условием своевременного и качественного выполнения практической работы является также освоение студентом программной среды, в которой будет выполняться работа. Рекомендуется при подготовке к практической работе повторить материал, содержащий описание интерфейса программной среды и её возможностей.

#### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины для обучающихся***

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, выполняют самостоятельные работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к практическим занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

#### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций.

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические указания к практическим (семинарским) занятиям***

Практические занятия выполняют функцию проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу.

Каждая практическая работа содержит минимум теоретического материала по теме, решение типовых задач, задания для самостоятельного выполнения, вопросы для самоконтроля, а также список рекомендуемой литературы по теме.

Подготовка к практическим занятиям включает предварительное ознакомление с необходимым теоретическим материалом по конспекту лекций и/или методическим указаниям к практическим работам. Необходимым условием своевременного и качественного выполнения практической работы является также освоение студентом программной среды, в которой будет выполняться работа. Рекомендуется при подготовке к практической работе повторить материал, содержащий описание интерфейса программной среды и её возможностей.

Практические работы содержатся в учебно-методических пособиях:

1. Кайгермазов А.А., Шхануков М.М., Ошхунов М.М. Уравнения математической биологии. Уч.-мет. пособие, Нальчик, КБГУ, 1996г.
2. Кайгермазов А.А., Кудеева Ф.Х., Бечелова А.Р. Дискретные и непрерывные модели математической биологии. Уч.-мет. пособие, Нальчик, КБГУ, 2001г.
3. Кайгермазов А.А., Кудеева Ф.Х., Дискретные и непрерывные модели. Учебно-методическое пособие, Нальчик, КБГУ, 2008г
4. Кайгермазов А.А., Кудеева Ф.Х., Кайгермазова М.А., Канчукоев В.З. Математическое моделирование в проблемах окружающей среды. Практикум. 2014г.
5. Кайгермазов А.А., Кудеева Ф.Х., Саншкова М.Л. Дискретные и непрерывные модели в математической биологии. Сборник задач и упражнений. Учебно-методическое пособие, Нальчик, КБГУ, 2015г

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену:***

Экзамен в семестре является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются обучающиеся, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене обучающийся может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

## **7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Нормативно-законодательные акты**

1. Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс]// Доступ из справочной системы "Гарант". <http://www.garantexpress.ru>.

### **7.2. Основная литература**

1. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-1063-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167842>
2. Круглов, Е. В. Дифференциальные и разностные уравнения: методы решения. Экономические приложения : учебно-методическое пособие / Е. В. Круглов, Ю. А. Кузнецов, Е. А. Таланова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 35 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191660>
3. Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.А. Коробова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 112 с. — 978-5-00032-247-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70808.html>
4. Юрчук С.Ю. Методы математического моделирования : учебное пособие / Юрчук С.Ю.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-906953-43-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78562.html>

### **7.3. Дополнительная литература**

1. Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс] / В.В. Афонин, С.А. Федосин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 269 с. — 978-5-9963-0352-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52179.html>
2. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Ашихмин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2016. — 440 с. - 978-5-98704-637-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>

3. Дергачев В.М. Дифференциальные и разностные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Дергачев, С.Н. Лелявин. — Электрон. текстовые данные. - М.: Русайнс, 2016. - 96 с. — 978-5-4365-0764-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61608.html>.
4. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Б.А. Вороненко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 45 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65810.html>
5. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Изд. «Лань», ISBN: 978-5-8114-1424-6, 2013г., 192с.
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.Н Физмат.лит. 2002г.
7. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: МГУ, 1983г.
8. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1., Москва, 2003.

#### 7.4. Периодические издания

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Информатика и управление»

#### 7.5. Интернет-ресурсы

1. <http://fcior.edu.ru/>
2. <http://www.yandex.ru/>
3. <http://www.rambler.ru/>
4. <http://www.taurion.ru/>
5. <https://openedu.ru/course/mipt/GAMETH>
6. <http://www.consultant.ru>
7. <http://www.garant.ru>

*Сведения об электронных информационных ресурсах,  
к Перечень актуальных электронных информационных баз данных,  
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч. год)*

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»  Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г.  Бессрочное	Полный доступ

		описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе			
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) <b>Договор №750КС/07-2022</b> От 26.09.2022 г.  Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №849КС/03-2023</b> от 11.04.2023 г.  Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №41ЕП/223</b> от 14.02.2023 г.  Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Коллекция электронных изданий «ФПУ. 10-11 кл. Изд-во «Просвещение». Общеобразователь	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №246ЕП/223</b>	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		ные предметы.		от 31.07.2023 г.  Активен до 01.09.2024г.	
6.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека»  Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г.  Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	<b>ЭБС «IPSMART»</b>	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b>  от 23.03.2023 г.  Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	<b>ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)</b>	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный»  Издательские коллекции:  «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>  <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b>  от 18.05.2023 г.  срок предоставления лицензии:  с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<b>ЭБС «Юрайт» для СПО</b>	Электронные версии учебной и научной литературы издательств	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва)  <b>Договор №305/ЕП-</b>	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		«Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.		<b>223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023 г.	
10.	<b>ЭБС «Юрайт» для ВО</b>	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	<b>Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
12.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

#### **7.6. Методические указания к практическим (семинарским) занятиям**

1. Кайгермазов А.А., Шхануков М.М., Ошхунов М.М. Уравнения математической биологии. Уч.-мет. пособие, Нальчик, КБГУ, 1996г.
2. Кайгермазов А.А., Кудиева Ф.Х., Бечелова А.Р. Дискретные и непрерывные модели математической биологии. Уч.-мет. пособие, Нальчик, КБГУ, 2001г.
3. Кайгермазов А.А., Кудиева Ф.Х., Дискретные и непрерывные модели. Учебно-методическое пособие, Нальчик, КБГУ, 2008г



4. Кайгермазов А.А., Кудяева Ф.Х., Кайгермазова М.А., Канчукоев В.З. Математическое моделирование в проблемах окружающей среды. Практикум. 2014г.
5. Кайгермазов А.А., Кудяева Ф.Х., Саншюкова М.Л. Дискретные и непрерывные модели в математической биологии. Сборник задач и упражнений. Учебно-методическое пособие, Нальчик, КБГУ, 2015г

### **7.7. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

Электронная библиотека и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет». Имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.

#### **Лицензионное программное обеспечение**

<b>Правообладатель</b>	<b>Наименование программы, право использования которой предоставляется</b>	<b>Основание для использования</b>
Microsoft	Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Edition Enterprise	Договор №5/ЭА-223 01/09.17
Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 100-149 Node 1 year Educational License	Договор №5/ЭА-223 01/09.17
Microsoft	Microsoft Imagine Premium Electronic Software Delivery (1 year)	Договор №5/ЭА-223 01/09.17
ABBYY	ABBYY FineReader 12 Professional Full (коробка)	Договор №5/ЭА-223 01/09.17

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

#### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины «Дискретные и непрерывные модели в математической биологии» имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование, позволяющее наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование программы, право использования которой</b>	<b>Страна происхождения</b>	<b>Срок действия программного</b>	<b>Кол-во</b>
--------------	--	-----------------------------	-----------------------------------	---------------

	<b>предоставляется</b>		<b>обеспечения</b>	
1.	Операционная система РЕД ОС. Конфигурация: «Рабочая станция»	Российская Федерация	12 месяцев	1000
2.	Система оптического распознавания текста <i>SETERE OCR</i> для РЕД ОС	Российская Федерация	12 месяцев	30
3.	Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты <i>Kaspersky Endpoint Security</i> для бизнеса – Стандартный Russian Edition	Российская Федерация	12 месяцев	700
4.	Право использования программного обеспечения для планирования и проведения онлайн-мероприятий (трансляций, телемостов/ аудио-видеоконференций, вебинаров) <i>Webinar Enterprise TOTAL 150 участников</i>	Российская Федерация	12 месяцев	1
5.	Лицензия на программное обеспечение для векторного графического редактора для создания и редактирования графических схем, чертежей и блок-схем <i>Асмо-графический редактор</i>	Российская Федерация	бессрочные	32
6.	Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения Системы <i>Spider Project Professional</i>	Российская Федерация	бессрочные	16

## **8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств

приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий обучающемуся необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений);

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию обучающегося экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Дифференциальные уравнения в математической биологии» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, Профиль: Математическое моделирование и вычислительная математика» на 2023-2024 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Добавлена таблица 7.	Согласно положению оформления РП.

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры прикладной математики и информатики протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_ / А.Р. Бечелова / «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.  
подпись, расшифровка подписи, дата

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения****Текущий и рубежный контроль**

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
7	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительно выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

**Промежуточная аттестация (для экзамена и диф. зачёта)**

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
7	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене (диф. зачете) не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене (диф. зачете) дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

			зачете) дал полный ответ только на один вопрос.	
--	--	--	---	--