

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 А.Р. Бечелова  
« 02 » 09 2022г.

УТВЕРЖДАЮ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ДИСКРЕТНЫЕ И НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ»**

**01.04.02 – Прикладная математика и информатика**  
(код и наименование направления подготовки)

Магистерская программа

**«Математическая физика и современные компьютерные технологии»**

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Нальчик- 2022

Рабочая программа дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» /сост. А.А. Кайгермазов А.А. – Нальчик: КБГУ, 2022. - 37с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» магистрантам очной формы обучения направления подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика» направленности «Математическая физика и современные компьютерные технологии» во 2 семестре 1 года.

Рабочая программа составлена с учётом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 13 (Зарегистрировано в Минюсте России 06.02.2018 № 49939).

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	9
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	22
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	33
9. Лист изменений (дополнений) .....	37

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

*Цель:* дать обучающимся качественные знания; повысить их общую культуру и развить способности самостоятельно приобретать и применять новые знания и умения.

*Задачи:* овладение методами построения дискретных и непрерывных моделей динамики численности популяции; овладение методами математического анализа популяционных моделей; построение методов исследования стационарных решений моделей, а также численного исследования задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Дискретные и непрерывные математические модели» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной образовательной программы по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии».

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

В совокупности с другими дисциплинами магистерской программы «Математическая физика и современные компьютерные технологии» дисциплина «Дискретные и непрерывные математические модели» направлена на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры):

**универсальных (УК):**

Коды	Содержание компетенций
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- принципы разработки плана выполнения (дорожной карты) проекта в сфере профессиональной деятельности на всех этапах его жизненного цикла, методы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- смысл и меру социальной и этической ответственности, возникающей в случае принятия неверных решений в нестандартных профессиональных ситуациях, идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития, особенности

основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.

**Уметь:**

- формулировать на основе поставленной проблемы проектную задачу, разрабатывать план выполнения (дорожную карту) проекта в сфере профессиональной деятельности на всех этапах его жизненного цикла, предусматривая проблемные ситуации и риски, осуществлять мониторинг хода реализации проекта, и корректировку его отклонения;
- принимать решения в нестандартных ситуациях, соблюдая принципы социальной и этической ответственности, анализировать важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития;
- обосновывать актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии, выстраивать социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп, обеспечивать создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.

**Владеть:**

- методами планирования и выполнения проектов в условиях неопределенности, осуществляя руководство проектом;
- методами принятия решений в нестандартных ситуациях, исключая негативные последствия социального и этического характера с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

*Таблица 1. Содержание дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций*

№ п/п	Наименование раздела/темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
<b>Введение в теорию дискретных и непрерывных моделей в математической биологии</b>				
1.	Введение в теорию дискретных и непрерывных моделей в математической	Математические модели в биологии среды. Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках. Компьютерные и	ОПК-3	Практическая работа (ПР), домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК)

	биологии.	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.		
<b>Математическое моделирование динамики численности изолированной популяции.</b>				
2.	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 параметром.	ОПК-3	Практическая работа (ПР), домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК)
<b>Математическое моделирование динамики возрастной структуры популяции</b>				
3.	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.	ОПК-3	Практическая работа (ПР), домашнее задание (ДЗ), рубежный контроль (РК)

Общая трудоемкость дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» составляет 5 зачётных единиц (180 часов).

**Таблица 2. Структура дисциплины (модуля) «Дискретные и непрерывные математические модели»**

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	2 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекционные занятия (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа (вне аудиторная):</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Расчетно-графическое задание	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (КР)	-	-
Самостоятельное изучение разделов	85	85
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

**Таблица 3. Лекционные занятия**

№ п/п	Тема
1.	Разностные уравнения и их приложения. Основные определения и понятия. Дискретные популяционные модели Фибоначчи, Мальтуса, Скллама, Морана. Дискретная популяционная модель со скоростью, зависящей от плотности: модель Ферхюльста.
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. 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.	Дифференциальные уравнения и их приложения. 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.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. 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.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Метод Ляпунова линеаризации систем. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний математических моделей биологических систем. Уравнение Лотки. Уравнения Вольтера. Метод функции Ляпунова.
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы. Катастрофы.
7.	Мультистационарные системы. 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**

№ п/п	Тема
1.	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 экспериментами
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 «Дискретные и непрерывные математические модели» 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 «Дискретные и непрерывные математические модели» предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.*

*Контрольные мероприятия по дисциплине* проводятся в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе аттестации студентов КБГУ (19.01.2016г.). Оценка успеваемости студентов осуществляется в ходе текущего и рубежного контроля, а также промежуточной аттестации.

### **5.1. 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.

**5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» (контролируемая компетенция ОПК-3)**

**Тема 1: «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 2: «Разностные уравнения в математической биологии»**

- 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 3: «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 4: «Дифференциальные уравнения в математической биологии»**

- 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 5: «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 6: «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 7: «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 8: «Мульти стационарные 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 «Дискретные и непрерывные математические модели». 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:***

<b>Количество баллов</b>	<b>Критерии оценивания</b>
5	Обучающийся - полно излагает изученный материал, знает все формулы, применяемые методы и их точность; - понимает материал, может обосновать свои суждения, применить знания

	при решении практических задач и лабораторных заданий для самостоятельного выполнения; - излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
4	Обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для «5» баллов, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, и некоторые недочёты в последовательности и оформлении излагаемого материала.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по данной теме, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий, знаний методов, их точности; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и применять методы; - излагает материал непоследовательно, допускает ошибки.
2	Обучающийся обнаруживает неполное незнание некоторой части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.
1	Обучающийся обнаруживает незнание некоторой части раздела изучаемого материала, допускает существенные ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.
0	Обучающийся обнаруживает незнание большей части раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке и формулах, при оценке точности методов.

Баллы 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) (контролируемая компетенция ОПК-3)**

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели».

#### ***Образцы заданий для практических работ***

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

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

### ***Методические рекомендации по решению задач***

Приступая к решению задач, необходимо внимательно изучить теоретический материал по темам, разобрать приводимые в теоретическом материале каждой темы примеры. При выполнении заданий используются формулы и методы, представленные по каждой теме.

Цель заданий – сформировать навык решения практических прикладных задач, навык оценки точности полученного решения и анализа поведения ошибок, что является необходимым при применении численных методов.

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

Самостоятельная работа оценивается степенью освоения вопросов для самостоятельного изучения и индивидуальным выполнением заданий к практическим занятиям.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

<b>Количество баллов</b>	<b>Критерии оценивания</b>
5	Обучающийся - показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, свободно использует необходимые формулы при решении задач; - знает все формулы, применяемые методы и их точность; - может применять знания при решении прикладных задач для самостоятельного выполнения.
4	Обучающийся - даёт ответ, удовлетворяющий требованиям; - твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач; - сам исправляет свои несущественные ошибки и некоторые недочёты.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач.
2	Обучающийся обнаруживает неполное знание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает неточности при решении задач.
1	Обучающийся обнаруживает значительное незнание и понимание основного материала по поставленным вопросам, не усвоил его деталей, допускает существенные неточности при решении задач.
0	Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

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

## **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 течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Проведение рейтинговых контрольных мероприятий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается адаптированными контрольно-измерительными материалами и соответствующей технологией аттестации.

### **5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиумов (контрольных работ)**

**(контролируемая компетенция ОПК-3)**

#### **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,  $p_n = 1 - 0,3p_{n-1}$ . 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 №2*

1. Выяснить при каких значениях параметра  $q$  величина  $x_n$  :
  - а) растёт, 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,  $p_n = 1 - 0,5p_{n-1}$ . 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 4. 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.

### **5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемая компетенция ОПК-3)**

*Целью промежуточной аттестации по дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели» является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.*

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. реализации для текущего контроля наиболее подходящих оценочных средств.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели» в форме проведения экзамена, которым заканчивается изучение дисциплины. Он может проводиться в устной и письменной форме. Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели».

Для допуска к экзамену студенту необходимо иметь не менее 36 баллов.

#### ***Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели» (контролируемая компетенция ОПК-3)***

1. Дискретная модель Фибоначчи.
2. Дискретная модель Мальтуса.
3. Дискретные модели Скллама 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.

В результате знания обучающегося оцениваются по ниже следующей шкале.

**Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации**  
(для экзамена в случае, если экзаменационный билет содержит два вопроса)

Семестр	Шкала оценивания (по итогам текущего и рубежного контроля)			
	Не удовлетворит.	Удовлетворит.	Хорошо	Отлично

	(36-60 баллов)	(61-80 баллов)	(81-90 баллов)	(91-100 баллов)
2	<p>Обучающийся имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.</p> <p>Обучающийся имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос</p>	<p>Обучающийся имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Обучающийся имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса.</p> <p>Обучающийся имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос</p>	<p>Обучающийся имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Обучающийся имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй.</p> <p>Обучающийся имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.</p>	<p>Обучающийся имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p>

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

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

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая обучающимся по дисциплине, включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения обучающимся учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость обучающегося по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных

видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний обучающегося по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» во 2 семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих:

#### ***Критерии оценки качества освоения дисциплины***

***Оценка «отлично»– от 91 до 100 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене обучающийся демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

***Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

***Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

***Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов*** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене обучающийся демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

### Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма в баллах	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1.	Посещение занятий	10	3	3	4
2.	Текущий контроль:	до 30	до 10	до 10	до 10
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	0 -15	0 - 5	0 -5	0 - 5
3.	Рубежный контроль	до 30	до 10	до 10	до 10
	<i>тестирование</i>	0- 12	0- 4	0- 4.	0- 4.
	<i>коллоквиум</i>	0 - 18	0 - 6	0 -6	0 - 6
4.	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70	до 23	до 23	до 24
5.	Первый этап (базовый уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36	не менее 12	не менее 12	не менее 12
6.	Второй этап (продвинутый уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 (51-69)	менее 23	менее 23	менее 24
7.	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70	не менее 23	не менее 23	не менее 24

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

По дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели» учебным планом предусмотрены форма промежуточной аттестации – экзамен 2 семестр. Проводится комплексная проверка обучающихся на определение степени овладения знаниями, умениями и навыками, полученными на занятиях, а также путём самостоятельной работы.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ОПК-3 представлены в таблице 7.

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

Результаты обучения (компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Виды оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций	Освоенные показатели оценки результатов обучения
<b>ОПК-3.</b> Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в	<b>ОПК-3.1.</b> Способен применить технологии для разработки и анализа математических моделей в профессиональной	Типовые оценочные материалы для устного опроса (п. 5.1.1); типовые оценочные материалы для контрольной работы (п. 5.1.2);	<b>Знать:</b> Основные методы и принципы построения математических моделей типовых профессиональных задач.

области профессиональной деятельности.	деятельности.	типовые тестовые задания (п. 5.2.2); типовые оценочные материалы к экзамену (п. 5.2.3).	<b>Уметь:</b> Составлять математические модели типовых профессиональных задач. <b>Владеть:</b> Методами построения математических моделей типовых профессиональных задач.
	<b>ОПК-3.2</b> Способен разрабатывать и строить математические модели в области профессиональной деятельности.		<b>Знать:</b> Методы математической обработки результатов решения профессиональных задач. <b>Уметь:</b> Находить способы их решения и профессионально интерпретировать смысл полученного результата. <b>Владеть:</b> Способами нахождения решения профессиональных задач.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры)», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018г. № 13 (Зарегистрировано в Минюсте России 06.02.2018 № 499393).
3. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

### 7.2. Основная литература

1. 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>.
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. 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>
4. 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>
5. 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>

### *7.3. Дополнительная литература*

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. Уч. для вузов. Изд. Физматлит, 2008г.
2. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Изд. «Лань», ISBN: 978-5-8114-1424-6, 2013г., 192с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.Н Физмат.лит. 2002г.
4. Заславский Б.Г., Полуэктов Р.А. Управление экологическими системами. М., 1988
5. Самарский А.А., Гулин А.В. Устойчивость разностных схем. М.: Наука, 1973г.
6. Полуэктов Р.А. Динамические модели экологических систем. М.: Наука, 1974г.
7. Коробейников В.П. Математическое моделирование катастрофических явлений природы. М.: Знание, 1986г.
8. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: МГУ, 1983г.
9. Белолипецкий В.М., Шокин Ю.И. Математическое моделирование в задачах окружающей среды.

10. 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. <http://www.consultant.ru>
6. <http://www.garant.ru>

При проведении занятий лекционного типа практических (семинарских) занятий используются сведения об электронных информационных ресурсах, к которым обеспечен доступ для пользователей библиотеки КБГУ.

#### **Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2022-2023 уч. год)**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование электронного ресурса</b>	<b>Краткая характеристика</b>	<b>Адрес сайта</b>	<b>Наименование организации- владельца; реквизиты договора</b>	<b>Условия доступа</b>
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 описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять



		более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.		от 19.07.2022 Активен до 31.07.2023г.	сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющихся в РИНЦ
3.	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 Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«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 №701КС/02-2022</b> от 13.04.2022 Активен до 19.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	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 №6ЕП/223</b> от 15.02.2022 Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» <b>Договор №101/НЭБ/166</b> 6-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий,	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов)	Полный доступ (регистрация

		6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудио изданий.		<b>Договор №9200/22П</b> от 08.04.2022 Активен до 02.04.2023г.	по IP-адресам КБГУ)
8.	<b>ЭБС «Юрайт» для СПО</b>	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №192/ЕП-223</b> От 29.10.2021 Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<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
10.	<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 по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы**

Учебная работа по дисциплине «Дискретные и непрерывные математические модели» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы.

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 обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии обучающихся. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся.

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Для *самостоятельной работы* имеются помещения, оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную библиотеку. Имеется электронный вариант конспекта лекций,

Самостоятельная работа обучающихся – способ активного, целенаправленного приобретения обучающимся новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;

- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;

- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль обучающегося в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций: развивающую;

- информационно-обучающую;

- ориентирующую и стимулирующую;

- воспитывающую;

- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

- 1) проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- 2) выполнение разно уровневых задач и заданий;
- 3) работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- 4) выполнение итоговой контрольной работы.

Обучающемуся рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса обучающийся может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей

литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций и лабораторный практикум. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

Самостоятельная работа обучающихся предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости обучающийся может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее обучающимся и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы обучающегося и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Обучающийся может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Обучающийся имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде обучающегося имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет обучающемуся своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических

умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий – это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность обучающемуся сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов обучающийся будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

- чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название, автор, источник, основная идея текста, фактический материал, анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам, новизна;

- прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм: медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного; выделить ключевые слова в тексте; постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

- прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

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

Экзамен во 2-ом 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 экзамену включает три этапа:

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

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

На экзамен выносятся материал в объеме, предусмотренном рабочей программой

учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести обучающихся на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут. При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут. Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене обучающийся демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене обучающийся демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене обучающийся демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на



вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

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

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

Для реализации рабочей программы дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» 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.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

**зарубежное лицензионное программное обеспечение:**

<b>№</b>	<b>Производитель</b>	<b>Наименование</b>	<b>Лицензии</b>	<b>№ договора на 2020 год</b>	<b>№ договора на 2021 год</b>
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
4.	MSAcademicEES	WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №10/ЭА-223
5.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
6.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР №80/ЕЛ-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
7.	Embarcadero	RAD Studio Architect <b>Concurrent</b> Academic Edition 1 Year Term License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
8.	Adobe Creative Cloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
9.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
10.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
11.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223
12.	ABBYY	ABBYY FineReader	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

*Зарубежное программное обеспечение (свободно распространяемое)*

№	Производитель	Наименование	Лицензии
1.		Web Browser - Firefox	Бесплатно
2.		AtomEditor	Бесплатно
3.		Python	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	Бесплатно
5.	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Бесплатно

*Российское лицензионное программное обеспечение:*

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

№	Производитель	Наименование	Лицензии	№ договора на 2020 год	№ договора на 2021 год
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	-
3.		Антиплагиат ВУЗ	лицензия	ДОГОВОР №20/ЭА-223	ДОГОВОР № 15/ЭА-223

***Российское программное обеспечение (свободно распространяемое)***

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

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

Для студентов 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 невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов 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/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен 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, объекты 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 студента экзамен проводится в устной форме.

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

### 9. Лист изменений (дополнений)

в рабочей программе дисциплины «Дискретные и непрерывные математические модели» направления подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика направленности «Математическая физика и современные компьютерные технологии» на 2022-2023 учебный год.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			
2.			
3.			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

Прикладной математики и информатики

Протокол № 2 от «02» сентября 2022г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Р. Бечелова