

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ»**

Волгоградский институт управления – филиал РАНХиГС

Экономический факультет

Кафедра информационных систем и математического моделирования

УТВЕРЖДЕНА  
учёным советом  
Волгоградского института управления –  
филиала РАНХиГС  
Протокол № 13 от 27.04.2026 г.

**ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА**

**Финансы и кредит**

---

*(наименование образовательной программы)*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ,  
реализуемой без применения электронного (онлайн) курса**

**Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения»**

---

*(код и наименование дисциплины)*

**38.03.01 Экономика**

---

*(код, наименование направления подготовки /специальности)*

**Очная**

---

*(форма (формы) обучения)*

Год набора – 2026 г.

Волгоград, 2026 г.

**Автор–составитель РПД:**

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и математического моделирования Астафурова О.А.

**Заведующий кафедрой:**

Астафурова О.А. канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и математического моделирования

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения» одобрена на заседании кафедры информационных систем и математического моделирования. Протокол №10 от 24 апреля 2026г

Рабочая программа дисциплины составлена на основе типовой рабочей программы дисциплины РПД Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения» для специальности 38.03.01\_Экономика, авторами-составителями которой являются:

- старший преподаватель кафедры «Фондовые рынки и финансовый инжиниринг» Чабан А.Н.
- И.о. заведующего кафедрой «Фондовые рынки и финансовый инжиниринг» к.э.н. Твердохлеб Ю.С.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО.....	5
3. Содержание и структура дисциплины.....	6
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания.....	9
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам.....	12
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине.....	20
7. Методические материалы по освоению дисциплины.....	27
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет.....	30
8.1. Основная литература.....	30
8.2. Дополнительная литература.....	30
8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация.....	30
8.4. Интернет-ресурсы.....	30
8.5. Иные источники.....	30
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	30

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с

планируемыми результатами освоения программы

## 1.1. Дисциплина Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения»

обеспечивает формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)**	Код компетенции **	Наименование Компетенции **	Код индикатора достижения компетенций **	Наименование индикатора достижения компетенций **	Образовательный результат **
08.008 Специалист по финансово-консультационному обслуживанию, утв. приказом Минтруда и социальной защиты РФ от 19.03.2015 № 167н	ПКр ОС II – 1	Способен использовать методы решений дифференциальных уравнений для решения прикладных задач	ИД-1.ПКр ОС II – 1	Применяет дифференциальные уравнения в целях описания экономических явлений и процессов	ИД-1.ПКр ОС II – 1 З1 – Знает способы решения дифференциальных уравнений ИД-1.ПКр ОС II – 1 У1 – Умеет применять дифференциальные уравнения в целях описания экономических явлений и процессов ИД-1.ПКр ОС II – 1 В1 – Владеет навыками подготовки выводов на основе результатов, полученных в результате решения дифференциальных уравнений
08.008 Специалист по финансово-консультационному обслуживанию, утв. приказом Минтруда и социальной защиты РФ от 19.03.2015 № 167н	ПКр ОС II – 1	Способен использовать методы решений дифференциальных уравнений для решения прикладных задач	ИД-2.ПКр ОС II – 1	Использует методы решений дифференциальных уравнений для	ИД-2.ПКр ОС II – 1 З1 – Знает методы решений дифференциальных уравнений ИД-2.ПКр ОС II – 1 У1 – Умеет

<p>ованию, утв. приказом Минтруда и социальной защиты РФ от 19.03.2015 № 167н</p>				<p><i>решения прикладных задач</i></p>	<p>применять методы решений дифференциальн ых уравнений для решения прикладных задач ИД-2.ПКр ОС II – 1 В1 – Владеет навыками подготовки выводов на основе решения дифференциальн ых уравнений</p>
---	--	--	--	--	--

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

### Объем дисциплины

Дисциплина Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения» составляет 2 зачетные единицы, т.е. 72 академических часа (54 астрономических часа)

На контактную работу с преподавателем выделено 32 академических часа (24 астрономических часа), из них 16 академических часов (12 астрономических часов) лекций и 16 академических часов (12 астрономических часов) практических занятий, на самостоятельную работу обучающихся выделено 36 академических часов (27 астрономических часов) для очной ф/о;

### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения» относится к блоку вариативной части профессионального цикла (Б.1). В соответствии с учебным планом, по очной форме обучения дисциплина осваивается в 3 семестре, по заочной форме обучения дисциплина осваивается на 2 курсе, общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах составляет 72 часа (2 ЗЕТ).

По очной форме обучения количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем (по видам учебных занятий) – 38 часов (лекций – 16 часов, практических занятий – 16 часов), на самостоятельную работу обучающихся – 36 часов, на контроль – 36 часов.

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом – зачет.

На практическую подготовку обучающихся выделено 6 часов по очной форме обучения.

Для изучения необходим минимальный объем теоретических знаний в области математики. Учебная дисциплина Б1.В.02 «Дифференциальные и разностные уравнения» реализуется после изучения дисциплин «Математический анализ», «Алгебра», Б1.О.04 «Теория вероятностей», «Математическая статистика».

Знания и навыки, получаемые студентами в результате изучения дисциплины, необходимы для изучения дисциплины «Эконометрика».

### 3. Содержание и структура дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

##### *Очная форма обучения*

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час										Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий							Самостоятельная работа			
			Период теоретического обучения				Период промежуточной аттестации (сессия)						
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Каттэк	Контроль	СРкр	
Л/ЭО	ВЛ	ЛР	ПЗ/ЭО										
Тема 1	Экономико-математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Дифференциальные уравнения первого порядка.	8	2		2							4	О, Т, КР
Тема 2	Линейные дифференциальные уравнения второго порядка.	8	2		2/2							4	О, Т, КР
Тема 3	Системы линейных дифференциальных уравнений.	8	2		2							4	О, Т,
Тема 4	Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений.	10	2		2							6	О, Т,
Тема 5	Экономико-матема-	8	2		2							4	О, Т

	тические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка.													
Тема 6	Линейные разностные уравнения второго порядка.	8	2			2							4	О, Т,
Тема 7	Системы линейных разностных уравнений.	8	2			2							4	О, Т,
Тема 8	Количественный и качественный анализ стационарных систем разностных уравнений.	10	2			2							6	О, Т,
Промежуточная аттестация									4					Зачет
Итого:		<b>72</b>	<b>16</b>			16/2			4				36	

*Используемые сокращения:*

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену. СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям

*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т), реферат (Р), ситуационная задача (СЗ), решение задач (З).*

## **Содержание дисциплины**

### **Тема 1. Экономико-математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Дифференциальные уравнения первого порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Примеры математических моделей в экономике, описываемых дифференциальными уравнениями. Общие понятия для дифференциального уравнения первого порядка (решение уравнения, интегральная кривая, задача Коши для уравнения в нормальной форме). Уравнение первого порядка в дифференциалах и методы его решения (уравнение с разделяющимися переменными, однородное уравнение, уравнение в полных дифференциалах). Линейное уравнение первого порядка. Метод вариации постоянной. Уравнение Бернулли.

### **Тема 2. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Общие понятия (решение уравнения, начальные значения для уравнения в нормальной форме). Методы понижения порядка дифференциальных уравнений. Понятие о дифференциальных уравнениях высшего порядка. Принцип суперпозиции и алгоритм построения общего решения линейного однородного уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения. Методы нахождения частных решений неоднородного уравнения.

### **Тема 3. Системы линейных дифференциальных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Общие понятия и свойства (матрица системы, решение системы, задание начальных значений). Линейная однородная система (принцип суперпозиции и фундаментальная матрица решений, общее решение). Структура общего решения линейной неоднородной системы. Вариация постоянных. Методы решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

### **Тема 4. Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Общие понятия и свойства (решение системы, фазовая траектория, положения равновесия, циклы). Устойчивые и неустойчивые положения равновесия. Анализ однородной системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для случая двух неизвестных. Исследование нелинейных стационарных систем вблизи положений равновесия по линейному приближению.

### **Тема 5. Экономико-математические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Общие понятия для разностного уравнения первого порядка в нормальной форме (решение уравнения, начальные условия, задачи Коши, решение разностного уравнения подстановкой). Линейное уравнение первого порядка (арифметическая и геометрическая прогрессии, частичные суммы и произведения, метод вариации постоянной).

### **Тема 6. Линейные разностные уравнения второго порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Принцип суперпозиции и алгоритм построения общего решения линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения. Методы нахождения частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами.

### **Тема 7. Системы линейных разностных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС**

## II – 1.2

Общие понятия и свойства (матрица системы, решение системы, начальные условия). Решение подстановкой. Линейная однородная система (принцип суперпозиции и фундаментальная матрица решений, общее решение). Методы решения систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами. Структура общего решения линейной неоднородной системы. Частные решения.

### **Тема 8. Количественный и качественный анализ стационарных систем разностных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

Критерии устойчивости нулевого решения линейной однородной системы. Элементы количественного и качественного анализа нелинейных стационарных систем разностных уравнений.

## **4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания**

4.1. Оценочные материалы по дисциплине (*наименование*) входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа – это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

#### 4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУКЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.</li> <li>3. Выбрать один верный ответ.</li> <li>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</li> <li>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</li> <li>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы
Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.</li> <li>3. Выбрать несколько правильных ответов.</li> <li>4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр

		<p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</p> <p>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БАВ или 135).</p>	
<p>Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора</p>	<p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать один верный ответ.</p> <p>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</p> <p>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</p>	<p>Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа</p>
<p>Задание открытого типа с развернутым ответом</p>	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p>	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</p> <p>2. Продумать логику и полноту ответа.</p> <p>3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.</p> <p>4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ</p>	<p>Ответ считается верным:</p> <p>1. Отсутствие фактических ошибок.</p> <p>2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа).</p> <p>3. Обоснованность ответа (наличие аргументов).</p> <p>4. Логическая последовательность излагаемого материала.</p>

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Итоговая балльная оценка	Традиционная система	Бинарная система	ECTS	
			Для традиционной системы	Для бинарной системы
95-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
85-94			B	P/ Passed
75-84	Хорошо		C	P/ Passed
65-74			D	P/ Passed
55-64			E	P/ Passed
0-54	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
60 баллов	40 баллов	100 баллов	100 баллов

**5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам**

5.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

	Тема	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1.	<i>Экономико-математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Дифференциальные уравнения первого порядка.</i>	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 2.	Линейные дифференциальные уравнения второго порядка.	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 3.	Системы линейных дифференциальных уравнений.	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 4.	Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений.	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 5.	Экономико-математические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка.	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 6.	Линейные разностные уравнения второго порядка.	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 7.	Системы линейных разностных уравнений.	<i>Устный опрос, решение задач</i>
Тема 8.	Количественный и качественный анализ стационарных систем разностных уравнений.	<i>Устный опрос, решение задач</i>

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек):

**Тема 1. Экономико-математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Дифференциальные уравнения первого порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Примеры математических моделей в экономике, описываемых дифференциальными уравнениями. Общие понятия для дифференциального уравнения первого порядка (решение уравнения, интегральная кривая, задача Коши для уравнения в нормальной форме).

2. Уравнение первого порядка в дифференциалах и методы его решения (уравнение с разделяющимися переменными, однородное уравнение, уравнение в полных дифференциалах).

3. Линейное уравнение первого порядка. Метод вариации постоянной. Уравнение Бернулли.

*Контрольные задания:*

1. Найти частное решение, удовлетворяющее начальному условию:  $y' = \frac{y-2}{x+3}, y(1) = 2$
2. Найти общее решение:  $\frac{x^2 + y^2}{xy} = y'$
3. Найти общее решение:  $(4x^3 + 6xy^2)dx + (6x^2y + e^y)dy = 0$

**Тема 2. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Общие понятия (решение уравнения, начальные значения для уравнения в нормальной форме). Методы понижения порядка дифференциальных уравнений. Понятие о дифференциальных уравнениях высшего порядка.

2. Принцип суперпозиции и алгоритм построения общего решения линейного однородного уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения.

3. Методы нахождения частных решений неоднородного уравнения.

*Контрольные задания:*

1. Найти общее решение:  $y''' + 5y'' + 4y' = 0$
2. Найти общее решение:  $y'' - 2y' = 2x - 8$
3. Найти общее решение:  $y'' + 4y' + 5y = 40 \cos 3x$

**Тема 3. Системы линейных дифференциальных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Общие понятия и свойства (матрица системы, решение системы, задание начальных значений)

2. Линейная однородная система (принцип суперпозиции и фундаментальная матрица решений, общее решение).

3. Структура общего решения линейной неоднородной системы. Вариация постоян-

ных. Методы решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

*Контрольные задания:*

1. Методом исключения найти общее решение системы  $(y = y(x), z = z(x))$ :

$$\begin{cases} y' = 1 + 4x - 2y - 4z, \\ z' = \frac{3}{2}x^2 - y + z. \end{cases}$$

2. Найти общее решение системы: 
$$\begin{cases} \dot{x} = x - y + z, \\ \dot{y} = x + y - z, \\ \dot{z} = 2x - y. \end{cases}$$

#### **Тема 4. Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Общие понятия и свойства (решение системы, фазовая траектория, положения равновесия, циклы). Устойчивые и неустойчивые положения равновесия.
2. Анализ однородной системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для случая двух неизвестных.
3. Исследование нелинейных стационарных систем вблизи положений равновесия по линейному приближению.

*Контрольные задания:*

1. Найти положения равновесия и исследовать их на устойчивость: 
$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -x^3 \end{cases}$$

2. Определить тип особой точки и нарисовать траекторию на плоскости  $(x, y)$ : 
$$\begin{cases} \dot{x} = y + x - 4 \\ \dot{y} = 3y - x \end{cases}$$

3. Исследовать на устойчивость по первому приближению нулевое решение: 
$$\begin{cases} \dot{x} = e^{x+2y} - \cos 3x \\ \dot{y} = \sqrt{4+8x} - 2e^y \end{cases}$$

#### **Тема 5 Экономико-математические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Общие понятия для разностного уравнения первого порядка в нормальной форме (решение уравнения, начальные условия, задачи Коши, решение разностного уравнения подстановкой).
2. Линейное уравнение первого порядка (арифметическая и геометрическая прогрессии, частичные суммы и произведения, метод вариации постоянной).

*Контрольные задания:*

1. Решить разностное линейное уравнение первого порядка:

$$(k+1)y(k+1) = \frac{k+2}{k+1}y(k) + \frac{2}{k+3}$$

2. Решить линейное разностное стационарное уравнение первого порядка:

$$y(k+1) + 2y(k) = 3k^2 + 2k - 2$$

#### **Тема 6. Линейные разностные уравнения второго порядка. ПКр С II – 1.1,**

## ПКр ОС II – 1.2

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Принцип суперпозиции и алгоритм построения общего решения линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами.
2. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения.
3. Методы нахождения частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами

*Контрольные задания:*

1. Решить линейное однородное разностное стационарное уравнение второго порядка:

$$y(k+2) + y(k+1) - 2y(k) = 0$$

2. Решить линейную неоднородную стационарную систему разностных уравнений: 
$$\begin{cases} x(k+1) = -2x(k) - y(k) + 7k - 1, \\ y(k+1) = -4x(k) - 5y(k) + 2. \end{cases}$$

3. Найти решение разностной задачи Коши: 
$$\begin{cases} x(k+1) = 3x(k) + y(k) + 2k + 2, \\ y(k+1) = 2x(k) + 4y(k) + 2k + 1, \\ x(0) = y(0) = 0. \end{cases}$$

## Тема 7. Системы линейных разностных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Общие понятия и свойства (матрица системы, решение системы, начальные условия).
2. Решение подстановкой.
3. Линейная однородная система (принцип суперпозиции и фундаментальная матрица решений, общее решение).
4. Методы решения систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами.
5. Структура общего решения линейной неоднородной системы. Частные решения.

*Контрольные задания:*

Решить линейную однородную стационарную систему разностных уравнений второго порядка:

$$\text{ка: } \begin{cases} x(k+1) = -6x(k) + 8y(k), \\ y(k+1) = -4x(k) + 6y(k). \end{cases}$$

## Тема 8. Количественный и качественный анализ стационарных систем разностных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2

*Вопросы для проведения опроса на занятиях*

1. Критерии устойчивости нулевого решения линейной однородной системы.
2. Элементы количественного и качественного анализа нелинейных стационарных систем разностных уравнений.

*Контрольные задания:*

Исследовать устойчивость положений равновесия нелинейных систем разностных уравнений:

¿

Исследовать ограниченность решений системы разностных уравнений: ¿

### Шкала оценивания

### Устный опрос

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время проведения текущего контроля определяется баллами в диапазоне 0-100 %. Критериями оценивания при проведении устного опроса является демонстрация основных теоретических положений, в рамках осваиваемой компетенции, умение применять полученные знания на практике, овладение навыками анализа и систематизации информации в области финансов.

При оценивании результатов устного опроса используется следующая шкала оценок:

100% - 85%	Учащийся демонстрирует совершенное знание основных теоретических положений, в рамках осваиваемой компетенции, умеет применять полученные знания на практике, владеет навыками анализа и систематизации информации в области государственных финансов
84% - 65%	Учащийся демонстрирует знание большей части основных теоретических положений, в рамках осваиваемой компетенции, умеет применять полученные знания на практике в отдельных сферах профессиональной деятельности, владеет основными навыками анализа и систематизации информации в области государственных финансов
64% - 55%	Учащийся демонстрирует достаточное знание основных теоретических положений, в рамках осваиваемой компетенции, умеет использовать полученные знания для решения основных практических задач в отдельных сферах профессиональной деятельности, частично владеет основными навыками анализа и систематизации информации в области государственных финансов
менее 55%	Учащийся демонстрирует отсутствие знания основных теоретических положений, в рамках осваиваемой компетенции, не умеет применять полученные знания на практике, не владеет навыками анализа и систематизации информации в области государственных финансов

#### Критерии оценивания контрольных работ

При проведении контрольной работы обучающимся предлагается выполнить несколько практических заданий (4-5) в соответствии с пройденными темами.

Время написания контрольной работы составляет 80 мин. (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным).

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при решении задач во время проведения текущего контроля определяется баллами в диапазоне 0-100 %. Критерием оценивания при решении задач, является количество верно решенных задач. При расчете количества баллов, полученных студентом по итогам решения задач, используется следующая формула:

$$B = \frac{B}{O} \times 100\%$$

где B – количество баллов, полученных студентом по итогам решения задач;

B – количество верно решенных задач;

O – общее количество задач.

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает 2 (две) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине
--------------------------------	---	------------------------------------	--

			(отражается в журнале БРС в СДО)
КТ 1	100	0,3	30
КТ 2	100	0,3	30
Итого:	x	0,6	60

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ X Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

**КТ – 1.**

**Тема 1-4.**

Тестовые задания с инструкцией по выполнению:

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается единственный правильный ответ из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать правильный ответ.

Порядок дифференциального уравнения определяется:

1. Степенью функции
2. Порядком старшей производной
3. Количеством производных
4. Степенью старшей производной

Общее решение дифференциального уравнения содержит:

1. Одну произвольную постоянную
2. Столько произвольных постоянных, каков порядок уравнения
3. Не содержит произвольных постоянных
4. Только начальные условия

Дифференциальное уравнение – это уравнение, содержащее:

1. Только производные
2. Функцию и её производные
3. Только функцию
4. Только независимые переменные

Частное решение дифференциального уравнения получается из общего:

1. При нулевых начальных условиях
2. При конкретных значениях произвольных постоянных
3. При любых начальных условиях
4. Без произвольных постоянных

Линейное дифференциальное уравнение первого порядка имеет вид:

1.  $y' + p(x)y = q(x)$
2.  $y' + p(x)y = q(x)y^n$
3.  $y'' = f(x,y)$
4.  $y' = p(x)y^2$

Общим решением уравнения  $y' = y/x + \sin(y/x)$  является семейство функций вида:  $y = kx \cdot \arctg(cx)$ . Используя начальное условие  $y(1) = \pi/2$ , найдите значения констант  $c$  и  $k$ .

1.  $k=2, c=1$
2.  $k=2, c=0$
3.  $k=3, c=1$
4.  $k=3, c=2$

Дифференциальное уравнение  $y'' + 4y' + 4y = 1$  является

1. Линейным неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка
2. Линейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка
3. Уравнением с разделяющимися переменными
4. Линейным дифференциальным уравнением первого порядка

Уравнение  $y'' + p(x)y' + q(x)y = 0$  является:

1. Нелинейным
2. Линейным однородным
3. Линейным неоднородным
4. С разделяющимися переменными

Характеристическое уравнение составляется для:

1. Линейных уравнений с переменными коэффициентами
2. Линейных уравнений с постоянными коэффициентами
3. Нелинейных уравнений
4. Уравнений первого порядка

Общее решение линейного однородного уравнения второго порядка содержит:

1. Одну произвольную постоянную
2. Две произвольные постоянные
3. Три произвольные постоянные
4. Не содержит произвольных постоянных

Критерии оценивания тестовых заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия	
85-100	Свыше 80% правильных ответов.	Обучающийся демонстрирует глубокое познание в освоенном материале.
65-84	Свыше 70% правильных ответов.	Обучающимся материал освоен полностью, без существенных ошибок.
55-64	Свыше 50% правильных ответов.	Обучающимся материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.
0-54	Менее 50% правильных ответов.	Обучающимся материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня.

**КТ – 2.**

**Тема 5-8.**

Тестовые задания с инструкцией по выполнению:

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается единственный правильный ответ из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать правильный ответ.

Какое уравнение называется разностным уравнением первого порядка?

1. а) уравнение, содержащее значения функции в нескольких точках
2. б) уравнение, связывающее значение функции в точке с её значениями в предшествующих точках
3. в) уравнение, содержащее производные первого порядка
4. г) уравнение, описывающее изменение функции во времени

Что является решением разностного уравнения первого порядка?

- а) последовательность значений
- б) функция непрерывного аргумента
- в) система уравнений
- г) график функции

Какая экономическая модель описывается разностным уравнением первого порядка?

- а) модель межотраслевого баланса
- б) модель динамического равновесия
- в) модель экономического роста с дискретным временем
- г) модель общего равновесия

Какой общий вид имеет линейное разностное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами?

1.  $a_0y(x)+a_1y(x+1)+a_2y(x+2)=f(x)$
2.  $a_0y(x)+a_1y'(x)+a_2y''(x)=f(x)$
3.  $a_0y(x)+a_1y(x+1)=f(x)$
4.  $a_0y(x)+a_1y(x+2)=f(x)$

Каким методом решается линейное однородное разностное уравнение второго порядка?

- а) методом подстановки
- б) через составление характеристического уравнения
- в) методом вариации произвольных постоянных
- г) методом неопределенных коэффициентов

Как определяется частное решение линейного неоднородного разностного уравнения второго порядка?

- а) по виду правой части уравнения
- б) через характеристическое уравнение
- в) методом подстановки
- г) методом исключения

Что характеризует точка равновесия (стационарная точка) системы разностных уравнений?

1. точку, в которой все производные равны нулю
2. точку, в которой значения переменных не меняются от шага к шагу
3. точку, в которой система достигает максимума
4. точку, в которой система достигает минимума

Критерии оценивания тестовых заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия	
85-100	Свыше 80% правильных ответов.	Обучающийся демонстрирует глубокое познание в освоенном материале.
65-84	Свыше 70% правильных	Обучающимся материал освоен полно-

	ответов.	стью, без существенных ошибок.
55-64	Свыше 50% правильных ответов.	Обучающимся материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.
0-54	Менее 50% правильных ответов.	Обучающимся материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня.

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения контрольных заданий обучающемуся разрешается использование калькулятора.

## 6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация (зачет) проводится с применением метода тестирования.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации:

**Тема 1. Экономико-математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями. Дифференциальные уравнения первого порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Линейное дифференциальное уравнение первого порядка имеет вид:

1.  $y' + p(x)y = q(x)$
2.  $y' + p(x)y = q(x)y^n$
3.  $y'' = f(x,y)$
4.  $y' = p(x)y^2$

Общим решением уравнения  $y' = y/x + \sin(y/x)$  является семейство функций вида:  $y = kx \cdot \arctg(cx)$ . Используя начальное условие  $y(1) = \pi/2$ , найдите значения констант  $c$  и  $k$ .

1.  $k=2, c=1$
2.  $k=2, c=0$
3.  $k=3, c=1$
4.  $k=3, c=2$

Какой тип дифференциального уравнения решается методом разделения переменных?

1. Уравнение с разделяющимися переменными
2. Линейное уравнение второго порядка
3. Уравнение Бернулли

#### 4. Однородное уравнение

Уравнение  $y'-y=e^x$  является...

1. Дифференциальным уравнением с разделяющимися переменными
2. Однородным дифференциальным уравнением первого порядка
3. Линейным однородным дифференциальным уравнением первого порядка
4. Линейным неоднородным дифференциальным уравнением
5. Дифференциальным уравнением третьего порядка

Уравнениями с разделяющимися переменными являются уравнения вида

1.  $f(y)dy = g(x)dx$
2.  $y' = g(x) \cdot p(y)$
3.  $y' = f(x,y)$
4.  $y' = f(y/x)$

### **Тема 2. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Дифференциальное уравнение  $y''+4y'+4y=1$  является

1. Линейным неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка
2. Линейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка
3. Уравнением с разделяющимися переменными
4. Линейным дифференциальным уравнением первого порядка

Уравнение  $y'' + p(x)y' + q(x)y = 0$  является:

1. Нелинейным
2. Линейным однородным
3. Линейным неоднородным
4. С разделяющимися переменными

Характеристическое уравнение составляется для:

1. Линейных уравнений с переменными коэффициентами
2. Линейных уравнений с постоянными коэффициентами
3. Нелинейных уравнений
4. Уравнений первого порядка

Общее решение линейного однородного уравнения второго порядка содержит:

1. Одну произвольную постоянную
2. Две произвольные постоянные
3. Три произвольные постоянные

Не содержит произвольных постоянных

### **Тема 3. Системы линейных дифференциальных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Какой метод решения систем линейных дифференциальных уравнений основан на поиске собственных значений матрицы системы?

1. метод вариации произвольных постоянных
2. метод характеристического уравнения
3. метод подстановки
4. метод исключения

Как называется система линейных дифференциальных уравнений, если все её свободные члены равны нулю

1. однородная система
2. неоднородная система
3. особая система
4. вырожденная система

Что является общим решением системы линейных однородных дифференциальных уравнений?

1. линейная комбинация частных решений
2. произведение частных решений
3. сумма частных решений
4. частное решение

Правильный ответ: а) линейная комбинация частных решений

Какое условие должно выполняться для того, чтобы система линейных дифференциальных уравнений была нормальной?

1. порядок производных должен быть не выше первого
2. порядок производных должен быть не ниже второго
3. правые части должны содержать только первые производные
4. правые части не должны содержать искомые функции

Правильный ответ: а) порядок производных должен быть не выше первого

#### **Тема 4. Количественный и качественный анализ стационарных систем дифференциальных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Порядок дифференциального уравнения определяется:

1. Степенью функции
2. Порядком старшей производной
3. Количеством производных
4. Степенью старшей производной

Общее решение дифференциального уравнения содержит:

1. Одну произвольную постоянную
2. Столько произвольных постоянных, каков порядок уравнения
3. Не содержит произвольных постоянных

4. Только начальные условия

Дифференциальное уравнение – это уравнение, содержащее:

1. Только производные
2. Функцию и её производные
3. Только функцию
4. Только независимые переменные

Частное решение дифференциального уравнения получается из общего:

1. При нулевых начальных условиях
2. При конкретных значениях произвольных постоянных
3. При любых начальных условиях
4. Без произвольных постоянных

**Тема 5. Экономико-математические модели, описываемые разностными уравнениями. Разностные уравнения первого порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Какой общий вид имеет линейное однородное разностное уравнение первого порядка?

1.  $y_{t+1}=ay_t+b$
2.  $y_{t+1}=ay_t$
3.  $y_{t+1}=a+by_t$
4.  $y_{t+1}=y_t+a$

Что является решением разностного уравнения первого порядка?

1. последовательность значений
2. функция непрерывного аргумента
3. система уравнений
4. график функции

При каком условии решение линейного разностного уравнения первого порядка будет сходиться к нулю?

1.  $|a|>1$
2.  $|a|<1$
3.  $a=1$
4.  $a=0$

Какая экономическая модель описывается разностным уравнением первого порядка?

1. модель межотраслевого баланса
2. модель динамического равновесия
3. модель экономического роста с дискретным временем
4. модель общего равновесия

**Тема 6. Линейные разностные уравнения второго порядка. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Какой общий вид имеет линейное разностное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами?

5.  $a_0y(x)+a_1y(x+1)+a_2y(x+2)=f(x)$
6.  $a_0y(x)+a_1y'(x)+a_2y''(x)=f(x)$
7.  $a_0y(x)+a_1y(x+1)=f(x)$
8.  $a_0y(x)+a_1y(x+2)=f(x)$

Как называется уравнение вида  $a_0y(x)+a_1y(x+1)+a_2y(x+2)=0$ ?

1. неоднородное уравнение
2. однородное уравнение
3. характеристическое уравнение
4. частное решение

Каким методом решается линейное однородное разностное уравнение второго порядка?

1. методом подстановки
2. через составление характеристического уравнения
3. методом вариации произвольных постоянных
4. методом неопределенных коэффициентов

Что является общим решением линейного однородного разностного уравнения второго порядка?

1. линейная комбинация частных решений
2. произведение частных решений
3. сумма частных решений
4. частное решение

Как определяется частное решение линейного неоднородного разностного уравнения второго порядка?

1. по виду правой части уравнения
2. через характеристическое уравнение
3. методом подстановки
4. методом исключения

## Тема 7. Системы линейных разностных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Какой вид имеет система линейных разностных уравнений?

1.  $x_{n+1}=ax_n+by_n, y_{n+1}=cx_n+dy_n$
2.  $x_{n+1}=ax_n, y_{n+1}=by_n$
3.  $x_{n+1}=ax_n+b, y_{n+1}=cx_n+d$
4.  $x_{n+1}=ax_n+by_n+c, y_{n+1}=dx_n+ey_n+f$

Что является решением системы линейных разностных уравнений?

1. последовательность пар чисел
2. одна функция
3. система уравнений
4. график функций

Каким методом решается система линейных разностных уравнений?

1. а) методом подстановки
2. б) через характеристическое уравнение
3. в) методом Гаусса
4. г) методом Крамера

Как определяется устойчивость решения системы линейных разностных уравнений?

1. по модулям корней характеристического уравнения
2. по знакам коэффициентов системы
3. по начальным условиям
4. по виду правых частей уравнений

В каком случае решение системы линейных разностных уравнений будет асимптотически устойчивым?

1. если все корни характеристического уравнения по модулю меньше 1
2. если все корни характеристического уравнения положительны
3. если все корни характеристического уравнения отрицательны
4. если все корни характеристического уравнения по модулю больше 1

### **Тема 8. Количественный и качественный анализ стационарных систем разностных уравнений. ПКр С II – 1.1, ПКр ОС II – 1.2**

1. Задания закрытого типа.

1.1. Тестовые задания.

Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. Выбрать один верный ответ.

Что характеризует точка равновесия (стационарная точка) системы разностных уравнений?

5. точку, в которой все производные равны нулю
6. точку, в которой значения переменных не меняются от шага к шагу
7. точку, в которой система достигает максимума
8. точку, в которой система достигает минимума

Какой метод используется для нахождения точек равновесия системы разностных уравнений?

1. метод подстановки
2. метод итераций
3. решение системы уравнений, при котором  $x_{t+1}=x_t$
4. метод Гаусса

Что является основным инструментом качественного анализа стационарных систем разностных уравнений?

1. построение фазового портрета
2. вычисление определителя системы
3. нахождение собственных значений матрицы системы
4. решение характеристического уравнения

Какой тип устойчивости имеет стационарная точка, если все собственные значения матрицы системы по модулю меньше единицы?

1. асимптотическая устойчивость
2. неустойчивость
3. нейтральная устойчивость
4. условная устойчивость

Что показывает фазовый портрет стационарной системы разностных уравнений?

1. а) траектории движения системы в фазовом пространстве
2. б) только точки равновесия
3. в) только направления движения системы
4. г) только характер устойчивости

#### 6.4. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

Критерии оценивания тестовых заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия	
85-100	Свыше 80% правильных ответов.	Обучающийся демонстрирует глубокое познание в освоенном материале.
65-84	Свыше 70% правильных ответов.	Обучающимся материал освоен полностью, без существенных ошибок.
55-64	Свыше 50% правильных ответов.	Обучающимся материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.
0-54	Менее 50% правильных ответов.	Обучающимся материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня.

6.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения контрольных заданий обучающемуся разрешается использование калькулятора.

#### Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Примеры математических моделей в экономике, описываемых дифференциальными уравнениями.
2. Общие понятия для дифференциального уравнения первого порядка (решение уравнения, интегральная кривая, задача Коши для уравнения в нормальной форме).
3. Уравнение первого порядка в дифференциалах и методы его решения (уравнение с разделяющимися переменными, однородное уравнение, уравнение в полных дифференциалах).
4. Линейное уравнение первого порядка.
5. Метод вариации постоянной.
6. Уравнение Бернулли.
7. Общие понятия (решение уравнения, начальные значения для уравнения в нормальной форме).
8. Методы понижения порядка дифференциальных уравнений.
9. Понятие о дифференциальных уравнениях высшего порядка.
10. Принцип суперпозиции и алгоритм построения общего решения линейного однородного уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.
11. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения.
12. Методы нахождения частных решений неоднородного уравнения.
13. Общие понятия и свойства (матрица системы, решение системы, задание начальных

значений).

14. Линейная однородная система (принцип суперпозиции и фундаментальная матрица решений, общее решение).
15. Структура общего решения линейной неоднородной системы.
16. Вариация постоянных.
17. Методы решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
18. Общие понятия и свойства (решение системы, фазовая траектория, положения равновесия, циклы).
19. Устойчивые и неустойчивые положения равновесия.
20. Анализ однородной системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для случая двух неизвестных.
21. Исследование нелинейных стационарных систем вблизи положений равновесия по линейному приближению.
20. Анализ однородной системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для случая двух неизвестных.
21. Исследование нелинейных стационарных систем вблизи положений равновесия по линейному приближению.
22. Общие понятия для разностного уравнения первого порядка в нормальной форме (решение уравнения, начальные условия, задачи Коши, решение разностного уравнения подстановкой).
23. Линейное уравнение первого порядка (арифметическая и геометрическая прогрессии, частичные суммы и произведения, метод вариации постоянной).
24. Принцип суперпозиции и алгоритм построения общего решения линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами.
25. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения.
26. Методы нахождения частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами.
27. Общие понятия и свойства (матрица системы, решение системы, начальные условия).
28. Решение подстановкой.
29. Линейная однородная система (принцип суперпозиции и фундаментальная матрица решений, общее решение).
30. Методы решения систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами.
31. Структура общего решения линейной неоднородной системы. Частные решения.
32. Критерии устойчивости нулевого решения линейной однородной системы.
33. Элементы количественного и качественного анализа нелинейных стационарных систем разностных уравнений.

## **7. Методические материалы по освоению дисциплины**

### **Методические рекомендации по подготовке к практическому (семинарскому) занятию**

Основной целью практического (семинарского) занятия является проверка глубины понимания студентом изучаемой темы, учебного материала и умения изложить его содержание ясным и четким языком, развитие самостоятельного мышления и творческой активности у студента, умения решать практические задачи. На практических (семинарских) занятиях предполагается рассматривать наиболее важные, существенные, сложные вопросы которые, наиболее трудно усваиваются студентами. При этом готовиться к практическому (семинарскому) занятию всегда нужно заранее. Подготовка к практическому (семинарскому) занятию включает в себя следующее:

- обязательное ознакомление с вопросами для устного опроса,
- изучение конспектов лекций, соответствующих разделов учебника, учебного пособия, содержания рекомендованных нормативных правовых актов;
- работа с основными терминами (рекомендуется их выучить);
- изучение дополнительной литературы по теме занятия, делая при этом необходимые выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре;
- формулирование своего мнения по каждому вопросу и аргументированное его обоснование;
- запись возникших во время самостоятельной работы с учебниками и научной литературы вопросов, чтобы затем на семинаре получить на них ответы;
- обращение за консультацией к преподавателю.

### **Методические указания по выполнению контрольных работ**

Данный вид работы проверяет:

- 1) усвоение обучающимися полученных в ходе обучения умений и навыков;
- 2) способность выбрать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей;
- 3) умение проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы.

Примерно за 2-3 недели до проведения контрольной работы обучающемуся необходимо получить у преподавателя шаблон контрольной работы или примерный перечень практических заданий, входящих в контрольную работу, и после этого приступить к подготовке.

При подготовке к контрольной работе следует:

- 1) повторить теоретический материал по темам, включенным в контрольную работу;
- 2) просмотреть материалы практических занятий и домашних заданий;
- 3) попробовать решить задания из шаблона контрольной работы или примерного перечня практических заданий;
- 4) закрепить полученные умения и навыки, решая похожие задания из рекомендованных преподавателем учебников и учебно-методических пособий.

Если в процессе подготовки к контрольной работе возникли затруднения или требуются какие-либо уточнения и рекомендации, следует обратиться за помощью к преподавателю.

### **Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины (модуля)**

#### **Структура времени, необходимого на изучение дисциплины**

Форма изучения дисциплины	Время, затрачиваемое на изучение дисциплины, %
Изучение литературы, рекомендованной в учебной программе	40
Решение задач, практических упражнений и ситуационных примеров	40
Изучение тем, выносимых на самостоятельное рассмотрение	20
Итого	100

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

При работе с литературой необходимо обратить внимание на следующие вопросы. Основная часть материала изложена в учебниках, включенных в основной список литературы рабочей программы дисциплины. Основная и дополнительная литература предназначена для повышения качества знаний студента, расширения его кругозора. При работе с литературой приоритет отдается первоисточникам (нормативным материалам, законам, кодексам и пр.).

При изучении дисциплины студентам следует обратить особое внимание на нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность хозяйствующих субъектов в РФ.

### **Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины**

#### **Рекомендации по изучению методических материалов**

Методические материалы по дисциплине позволяют студенту оптимальным образом организовать процесс изучения данной дисциплины. Методические материалы по дисциплине призваны помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить. В первую очередь студент должен осознать предназначение методических материалов: структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением методических материалов, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним. В разделе, посвященном методическим рекомендациям по изучению дисциплины, приводятся советы по планированию и организации необходимого для изучения дисциплины времени, описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»), рекомендации по работе с литературой, советы по подготовке к экзамену и разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса и над домашними заданиями. В целом данные методические рекомендации способны облегчить изучение студентами дисциплины и помочь успешно сдать экзамен. В разделе, содержащем учебно-методические материалы дисциплины, содержание практических занятий по дисциплине.

#### **Рекомендации для подготовки к зачету**

При подготовке к зачету студент внимательно просматривает вопросы, предусмотренные рабочей программой, и знакомится с рекомендованной основной литературой. Основой для сдачи зачета студентом является изучение конспектов лекций, прослушанных в течение семестра, информация, полученная в результате самостоятельной работы в течение семестра.

## **8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

### **8.1. Основная литература**

1. Королев, А. В. Дифференциальные и разностные уравнения: учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 280 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-9896-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/512166>

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Романко, В. К. Разностные уравнения: учебное пособие / В. К. Романко. – 4-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 115 с. – ISBN 978-5-00101-795-0. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093850>

2. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; под редакцией Н. Ш. Кремер. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 481 с. – ISBN 978-5-238-00991-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/52071.html>

### **8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация**

Не предусмотрено.

### **8.4. Интернет-ресурсы**

Не предусмотрено.

### **8.5. Иные источники**

1. Кудрявцев Л. Д. Краткий курс математического анализа, учебник, М. :ФИЗМАТ-ЛИТ, 2002.

2. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании: учебник. М.: Дело, 2010.

3. Сборник задач по высшей математике для экономистов: учебное пособие. Под ред. П.С. Геворкяна. М.: Экономика, 2011.

4. Сборник задач по высшей математике для экономистов: учебное пособие. Под ред. В.И. Ермакова. М.: ИНФРА-М, 2011.

5. Курс дифференциальных уравнений. Степанов В.В. «Наука».- М.-2004

6. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. А.Ф. Филиппов. URSS.- М.:200

8. А. Ф. Филиппов. Введение в теорию дифференциальных уравнений: учебник: допущено М-вом образования РФ для студентов, обуч. по физико-математических направлениям и специальностям М.: КомКнига, 2007

9. А. Ф. Филиппов. Сборник задач по дифференциальным уравнениям Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2005

## **9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном;

- помещения для проведения семинарских и практических занятий, оборудованные учебной мебелью.

Дисциплина поддержана соответствующими лицензионными программными продуктами: Microsoft Windows 7 Prof, Microsoft Office 2010, Kaspersky 8.2, СПС Гарант, СПС Консультант.

Программные средства обеспечения учебного процесса включают:

- программы презентационной графики (MS PowerPoint – для подготовки слайдов и презентаций);

- текстовые редакторы (MS WORD), MS EXCEL – для таблиц, диаграмм.

Вуз обеспечивает каждого обучающегося рабочим местом в компьютерном классе в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, обеспечивает выход в сеть Интернет.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся включают следующую оснащенность: столы аудиторные, стулья, доски аудиторные, компьютеры с подключением к локальной сети института (включая правовые системы) и Интернет.

Для изучения учебной дисциплины используются автоматизированная библиотечная информационная система и электронные библиотечные системы.