

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

Рабочая программа дисциплины:

«Дифференциальные и разностные уравнения»

Кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата:

02.03.02. *Фундаментальная информатика и информационные технологии*

Профиль подготовки
Информатика и компьютерные науки

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины "Дифференциальные и разностные уравнения" составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **02.03.02. Фундаментальная информатика и информационные технологии** от 26 ноября 2020 г. N 1456

Разработчик: кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа, Джабраилова Лейла Мусаевна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ДУ и ФА от 15.03.2022г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Сиражудинов М.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета М и КН от 23.03.2022г., протокол № 7.

Председатель  Ризаев М.К..
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина "Дифференциальные и разностные уравнения» входит в обязательную часть образовательной программы **бакалавриата** по направлению 02.03.02. *Фундаментальная информатика и информационные технологии*.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дифференциальных уравнений и функционального анализа.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ математического аппарата осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – **УК-1, ОПК-1, ПК-2**.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: **лекции, практические занятия, самостоятельная работа**.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме **контрольная работа, коллоквиум и тестирование** и промежуточный контроль в форме **экзамена**.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в 108 академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирова нный зачет, экзамен
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
	Все го	из них					
Лекц ии	Лабораторн ые занятия	Практическ ие занятия	КСР	консул ьтации			
1	108	24	-	24	36	24	экзамен

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения учебной дисциплины " Дифференциальные и разностные уравнения " являются:

-обучение фундаментальным методам современной количественной и качественной теории дифференциальных и разностных уравнений как средства математического моделирования детерминированных явлений.

- ознакомление студентов с методами решения интегрируемых типов дифференциальных уравнений, методами качественного исследования и применения дифференциальных и разностных уравнений в математическом моделировании динамических процессов. Научить студентов самостоятельно расширять теоретические знания

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата:

Дисциплина " Дифференциальные и разностные уравнения " входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению **02.03.02. Фундаментальная информатика и информационные технологии**.

Является одним из начальных разделов современной математики и играет важную роль в осознанном освоении других математических и прикладных дисциплин, т.к. методы дифференциальных уравнений находят самое широкое применение во многих науках. Эта

дисциплины вместе с математическим анализом, теорией функции комплексного и действительного переменного являются фундаментом, на котором строится вся математическая наука. В дисциплине используется материал следующих дисциплин «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Теория функции комплексной переменной». Материал дисциплины является опорным для изучения таких дисциплин, как «Вычислительные методы», «Методы оптимизации и исследование операций», «Теория устойчивости дифференциальных уравнений»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование Компетенции из ОПОП	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Процедура освоения
УК -1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.
	УК-1.2.Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации научной информации в области математики и компьютерных наук. Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук. Владеет: навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа
	УК-1.3.Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт	Знает: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием информационных технологий; основные	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.

	научного поиска, создания научных текстов	методы работы с ресурсами сети Интернет. Умеет: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научнообразовательные ресурсы Интернет в научных исследованиях и в деятельности педагога. Владеет: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах	
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, Базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию. ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты. ОПК-1.3. Владеет практическим опытом работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной	Знает: теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, Дифференциальные и разностные уравнения Теория вероятностей и математическая статистика Умеет: решать задачи, связанные с исследованием	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.

	деятельности.	свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами.	
		Владеет: базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач	Устный опрос. Коллоквиум. Тестирование .
			Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.
ПК-2. Способен к преподаванию по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации	ПК-2.1. Знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий.	Знает: образовательный стандарт и программы профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП). Умеет: профессионально грамотно пользоваться организационно методическим и учебно методическим обеспечением образовательной программы соответствующего уровня. Владеет: психолого педагогическими и методическими основами преподавания дисциплин математики и информатики	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.
	ПК-2.2. Умеет корректно оформить результаты научного труда в соответствии с современными требованиями.	Знает: на достаточно высоком уровне учебные курсы математики и информатики в рамках программы соответствующего уровня. Умеет: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса в области математики и информатики; устанавливать связи между различными	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.

		предметными разделами с учетом уровня подготовки и психологии данной аудитории. Владеет: достаточной информацией о современном состоянии развития различных областей математики и информатики и об актуальных вопросах преподавания математики и информатики	
	ПК-2.3. Имеет практический опыт использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками.	Знает: разные подходы к определению основных понятий математики; основные понятия информатики; формулировки математических утверждений при различных изменениях их исходных условий; различные языки программирования. Умеет: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса по математике и информатике по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП). Владеет: методикой изложения основного материала того или другого раздела математики и информатики по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДП	Устный опрос. Коллоквиум. Контрольная работа.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура и содержание дисциплины

№	Раздел дисциплины	Все го	Виды учебной работы, включая сам.раб. студ-в и трудоемк. (в час.)			Экзамен	Формы текущ.контр. успеv-ти. Форма промежут. аттестации
			лек.	пр. зан.	сам. раб.		
Модуль 1. Дифференциальные уравнения первого порядка							
	Раздел1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка. Существованиеи единственность решения задачи Коши.	6	2	2	2		Контрольная работа
	Раздел 2. Уравнение в полных дифференциалах.Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения первого порядка. Линейные уравнения. Уравнение Бернулли, Риккати	6	2	2	2		Контрольная работа
	Раздел3.Уравнения,неразрешенные относительно производной Уравнение Клеро и Лагранжа.	6	2	2	2		Коллоквиум
	Раздел 4. Дифференциальные уравнения высших порядков..	6	2	2	2		Контрольная работа
	Раздел5.Линейные однородные дифференциальные уравнения с пост. коэффициентами	6	2	2	2		Контрольная работа
	Раздел 6. Краевые задачи для дифуравнения второго порядка. Функция Грина. Задача Штурма – Лиувилля.	6	2	2	2		Контрольная работа
	Итого за модуль	36	12	12	12		Коллоквиум
Модуль 2. Системы дифференциальных уравнений							
	Раздел 7. Линейные и нелинейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	18	6	6	6		Коллоквиум Контрольная работа
	Раздел 8. Линейные разностные уравнения n-го порядка. Методы решения. .Разностные уравнения высших порядков.	18	6	6	6		Контрольная работа
	Итого за модуль	36	12	12	12		
	Модуль 3 : подготовка к экзамену	36				36	экзамен
	Итого	108	24	24	24	36	

4.3. Содержание учебной дисциплины (модуля). Объем дисциплины и виды учебных занятий

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Дифференциальные уравнения первого порядка

Темы: Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Существование и единственность решения задачи Коши. уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения первого порядка. Линейные уравнения. Уравнение Бернулли, Риккати. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Особые решения. Неполные уравнения. Уравнения Лагранжа и Клеро. Метод введения параметра.

Темы : Дифференциальные уравнения высших порядков. Случаи понижения порядка. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с переменными коэффициентами. Метод Лагранжа. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Построение однородного линейного уравнения по фундаментальной системе решений. Понижение порядка однородного линейного уравнения при помощи линейно независимых частных решений. Линейные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами и колебательные явления. Краевая задача для дифференциального уравнения второго порядка. Функция Грина. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов. Представление решений в окрестности особой точки в виде обобщенных степенных рядов. Уравнение Бесселя.

Модуль 2 . Системы дифференциальных уравнений

Темы : Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Теорема существования и единственности. Связь между уравнениями высшего порядка и системами дифференциальных уравнений. Линейные системы дифференциальных уравнений. Фундаментальная матрица. Определитель Вронского. Метод Эйлера решения линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. Матричный метод решения линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольной постоянной. Метод Эйлера решения неоднородных систем. Нули решений линейных однородных дифференциальных уравнений второго порядка. Теорема Штурма. Теорема сравнения. Линейные системы с периодическими коэффициентами. Мультипликаторы. Теорема о приводимости линейной системы. Краевая задача для линейной системы. Функция Грина. Непрерывная зависимость решений от начальных данных и параметров. Дифференцируемость решений по начальным данным и параметрам. Общее решение, общий интеграл, независимые интегралы системы дифференциальных уравнений. Методы интегрирования нелинейных систем

Темы: Разностные уравнения

Классификация систем конечно-разностных уравнений. Линейные и нелинейные системы. Определение решения. Фундаментальная матрица решений линейной системы. Матрица Коши. Постановка начальной задачи. Существование и единственность решения начальной задачи.

4.3.2.. Содержание разделов практических занятий .

Модуль 1 . Дифференциальные уравнения первого порядка..

Темы : Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Уравнения, приводимые к однородным. Линейные уравнения. Уравнения Бернулли и Риккати. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

Тема:

Интегрируемые в квадратурах дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро. Случай понижения порядка

Тема .: Линейные однородные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные однородные уравнения с переменными коэффициентами. Линейные неоднородные уравнения. Методом вариации произвольных постоянных.

Тема : Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Линейные неоднородные уравнения с переменными коэффициентами.

Модуль 2 .Системы дифференциальных уравнений .

Тема : Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Матричный метод. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольной постоянной. Линейные неоднородные системы со специальной правой частью.

Тема : Интегрирование нелинейных систем. Решение линейных разностных уравнений. Разностные уравнения высших порядков. Экономические задачи решаемые с помощью разностных уравнений.

5. Образовательные технологии

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов. По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы экспертов и специалистов.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения

1. Выполнение практических заданий с элементами исследования.
2. Отчетные занятия по разделам.
3. Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу заданий с поиском и выбором метода их решения.
4. Лабораторные занятия.

Вузовская лекция должна выполнять не только информационную функцию, но также и мотивационную, воспитательную и обучающую.

Информационная функция лекции предполагает передачу необходимой информации по теме, которая должна стать основой для дальнейшей самостоятельной работы студента.

Мотивационная функция должна заключаться в стимулировании интереса студентов к науке. На лекции необходимо заинтересовывать, озадачить студентов с целью выработки у них желания дальнейшего изучения той или иной экономической проблемы.

Воспитательная функция ориентирована на формирование у молодого поколения чувства ответственности, закладку нравственных, этических норм поведения в обществе и коллективе, формирование патриотических взглядов, мотивов социального поведения и действий, финансово-экономического мировоззрения.

Обучающая функция реализуется посредством формирования у студентов навыков работы с первоисточниками и научной и учебной литературой.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов организована в различных видах и формах, включая подготовку к учебным занятиям и научно-исследовательскую деятельность студентов, обеспечена учебно-методическими материалами. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится средствами, соответствующими данному виду работы.

Коллоквиум - средство контроля освоения учебного материала темы или раздела, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Перед коллоквиумом по каждому модулю студент должен *самостоятельно* повторить и освоить соответствующий теоретический материал по данному модулю:

- *знать* основные понятия и определения, формулировки основных математических утверждений;

- *уметь* давать: общий анализ основных понятий; геометрические и/или естественнонаучные интерпретации базовых теорем по тематике модуля;

- *владеть* навыками доказательства теорем по тематике модуля.

По данному модулю студенту выставляются :

1) 10 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* их иллюстрировать на различных примерах;

2) 20 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать различные из них;

3) 30 баллов, если он *знает* основные понятия, определения, формулировки основных утверждений из данного раздела и *умеет* доказывать их.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Перед контрольной работой по каждому модулю студент должен *самостоятельно* повторить и освоить соответствующий теоретический материал по данному модулю, систематизировать необходимые формулы, детально анализировать ранее решенные на практических занятиях задачи и упражнения. Задания по контрольной работе составлены для проверки освоения необходимых умений и навыков решения задач по тематике данного модуля.

Критерии оценки по контрольной работе

Если студент *владеет по данному модулю навыками* решения типичных задач, то *по этому модулю* ему выставляются:

1) 30 баллов;

2) 20 баллов в случае наличия неточностей;

3) 10 баллов в случае наличия некоторых допустимых ошибок.

Эти баллы учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Тест с анализом - средство контроля освоения учебного материала в виде письменной работы или собеседования преподавателя с обучающимися для более глубокого анализа условий истинности данного математического утверждения при помощи контрпримеров.

Критерии оценки по тестам с анализом

Если студент *умеет* давать *анализ теста* по данному модулю, то *по этому модулю* ему

выставляются: 10 баллов за удовлетворительный анализ, 20 баллов за достаточно полный анализ, 30 баллов за глубокий анализ, которые учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

Доклад - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Реферат - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Критерии оценки по докладу, реферату

Если студент по теме данного модуля самостоятельно подготовил доклад и выступил с этим докладом публично или написал реферат и раскрыл тему реферата, то ему выставляются 30 баллов, которые учитываются при выводе общего результата как интегральной оценки, складывающейся из текущего контроля и промежуточного контроля.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. А.Р. Эфендиев, Дифференциальные уравнения (пособие), ДГУ, 2012 г.
2. А.Р. Эфендиев, Практикум по дифференциальным уравнениям (пособие), ДГУ, 2012 г.
3. Киясов, С.Н.Шурыгин В.В. Дифференциальные уравнения. Основы теории. Учебное пособие. /-Казань, КФУ, 2011 г.
4. Мухарьямов Р.К. Панкратьева Т.Н. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. /Метод пособие. Казань, КФУ. -2013 г

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка	
Тема 1. Введение: решение обыкновенного дифференциального уравнения. Геометрическая интерпретация. Задача Коши. Экономические задачи и математические модели приводящие к дифуравнениям.	Доклады на тему: 1. Математическая модель естественного роста. 2. Рост производства с учетом инвестиций.
Тема 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.	Доклады на тему: 1. Модель колебания рыночных цен. 2. Динамическая модель Леонтьева.
Раздел 2. Прикладные задачи решаемые с применением аппарата дифференциальных уравнений	Доклады на тему: Модель Солоу.
Тема 1. Системы дифференциальных уравнений	Доклад: Устойчивость решений систем дифуравнений
Тема 2. Разностные уравнения .	Доклады на тему: 1. Разностные уравнения первого порядка.
Раздел 3. Разностные уравнения высших порядков.	Доклады на тему: 1. Модель Солоу. 2. Модель Эванса.
Тема 1. Экономические задачи решаемые с помощью разностных уравнений.	Доклады на тему: 1. Уравнение Самуэльсона -Хикса и его приложения.

7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Вопросы для самоконтроля

Вопросы к 1 модулю

1. Основные понятия и определения курса дифференциальных уравнений. Порядок уравнения, общее решение, задача Коши, краевая задача.
2. Простейшие дифференциальные уравнения 1-го порядка, разрешенные относительно производной.
3. Уравнения с разделяющимися переменными и сводящиеся к ним.
4. Однородные уравнения 1-го порядка и сводящиеся к ним.
5. Линейные уравнения 1-го порядка и сводящиеся к ним. Два способа их решения.
6. Уравнения Бернулли и Риккати.
7. Теорема существования и единственности (Коши) решения начальной задачи.
8. Уравнения в полных дифференциалах.
9. Интегрирующий множитель. Способы его нахождения.
10. Уравнения 1-го порядка, не разрешенные относительно производной.
11. Общий метод введения параметра для уравнений $F(x, y, y')=0$.
12. Уравнения Лагранжа и Клеро.
13. Дифференциальные уравнения высших порядков. Приведение к системе уравнений. Теорема существования и единственности.
14. Задача Коши для дифференциальных уравнений высших порядков.
15. Простейшие нелинейные уравнения высших порядков, интегрируемые в квадратурах. Уравнения, допускающие понижение порядка.
16. Общая теория линейных дифференциальных уравнений n -го порядка. Общие свойства, линейный дифференциальный оператор.
17. Общая теория линейных однородных дифференциальных уравнений n -го порядка.
18. Неоднородные линейные уравнения n -го порядка. Метод вариации произвольной постоянной.
19. Неоднородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами со специальной правой частью (резонансный случай).
20. Неоднородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами со специальной правой частью (нерезонансный случай).

Вопросы к 2 модулю

21. Общая теория линейных систем дифференциальных уравнений.
22. Метод Эйлера решения однородных линейных систем с постоянными коэффициентами.
23. Метод вариации решения неоднородных линейных систем.
24. Метод функций Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости.
25. Устойчивость по первому приближению. Теоремы Ляпунова.
26. Критерий Рауса –Гурвица.
27. Линейные разностные уравнения. Общие решения для однородного и неоднородного случаев.
28. Разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.
29. Общее решение однородного разностного уравнения с постоянными коэффициентами.
30. Разностные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами. Аналог определителя Вронского.

Вопросы к экзамену

1. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Существование и единственность решения задачи Коши.
2. Уравнения с разделяющимися переменными.
3. Однородные уравнения первого порядка.
4. Линейные уравнения. Уравнение Бернулли, Риккати.
5. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
6. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Особые решения.
7. Простейшие типы дифференциальных уравнений, не разрешенных относительно производной (неполные уравнения).
8. Дифференциальные уравнения высших порядков. Случаи понижения порядка.
9. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с переменными коэффициентами. Метод Лагранжа.
10. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.
11. Построение однородного линейного уравнения по фундаментальной системе решений.
12. Понижение порядка однородного линейного уравнения при помощи линейно независимых частных решений.
13. Линейные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами и колебательные явления.
14. Краевая задача для дифференциального уравнения второго порядка. Функция Грина.
15. Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Теорема существования и единственности.
16. Связь между уравнениями высшего порядка и системами дифференциальных уравнений.
17. Линейные системы дифференциальных уравнений. Фундаментальная матрица. Определитель Вронского.
18. Метод Эйлера решения линейных однородных систем с постоянными коэффициентами.
19. Матричный метод решения линейных однородных систем с постоянными коэффициентами.
20. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольной постоянной.
21. Метод Эйлера решения неоднородных систем.
22. Нули решений линейных однородных дифференциальных уравнений второго порядка. Теорема Штурма.
23. Теорема сравнения.
24. Линейные системы с периодическими коэффициентами. Мультипликаторы.
25. Теорема о приводимости линейной системы.
26. Краевая задача для линейной системы. Функция Грина.
27. Периодические решения линейных систем.
28. Непрерывная зависимость решений от начальных данных и параметров.
29. Дифференцируемость решений по начальным данным и параметрам.
30. Общее решение, общий интеграл, независимые интегралы системы дифференциальных уравнений.
31. Общий интеграл. Теорема существования независимых интегралов автономной системы.
32. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.
33. Представление решений в окрестности особой точки в виде обобщенных степенных рядов.
34. Уравнение Бесселя.
35. Уравнение Пфаффа.
36. Операционный метод решения линейных уравнений и линейных систем дифференциальных уравнений.

37. Линейные разностные уравнения n-го порядка. Методы решения.
38. Линейные системы разностных уравнений. Фундаментальная матрица решений линейной системы. Матрица Коши.
39. Постановка начальной задачи. Существование и единственность решения начальной задачи.
40. Прикладные задачи, решаемые с помощью разностных уравнений.

Примеры для самостоятельной работы

1. Решить уравнение $y = xy' - \frac{1}{2}y'^2$.
2. Решить систему $x' = 2x - y + z, y' = x + 2y - z, z' = x - y + 2z, (\lambda_1 = 1, \lambda_2 = 2, \lambda_3 = 3)$
3. Решите уравнение $(x - y + 1)dx + (-x + 2y)dy = 0$.
4. Решите систему $x' = 3x + 2y + 4e^{5t}, y' = x + 2y$.
5. Решить уравнение $xy' + y = y'^2$.
6. Решить систему $x' = x + 2y, y' = x + 5\cos t$.
7. Решить уравнение $xy' - y = x^3$.
8. При каких значениях a асимптотически устойчиво нулевое решение системы $x' = ax - 2y + x^2, y' = x + y + xy$.
9. Решить уравнение $xy' - y = x^3y^2$.
10. Исследовать систему $x' = -x + y + xy, y' = x - 7y + x^2$ на устойчивость.
11. Решить уравнение $(2x + y + 5)dx + (x - 2y)dy = 0$.
12. Исследовать на устойчивость $x' = x - y + xy, y' = x + 2y + y^2$.
13. Найти особые решения уравнения $8(y')^3 - 12(y')^2 = 27(y - x)$.
14. Решить задачу Коши для системы $\frac{dx}{dt} = 4x - 5y, \frac{dy}{dt} = x, x(0) = 0, y(0) = 1$.
15. Каждая из функций семейства $y = Ce^x + \frac{4}{c}$ является решением уравнения $(y')^2 - yy' + 4e^x = 0$. Найти особые решения этого уравнения.
16. Решить задачу Коши $x' = x + y, y' = 4y - 2x, x(0) = 0, y(0) = 1$.
17. Решить уравнение $(x - y)dx + (-x + 5y + 4)dy = 0$.
18. С помощью $V = x^2 + y^2$ исследовать систему $x' = y - x^3, y' = -x - 3y^3$ на устойчивость.
19. Решить уравнение $y''' + y' = x$.
20. С помощью функции $V = x^2 + 2y^2$ исследовать на устойчивость тривиальное решение $x \equiv 0, y \equiv 0$ системы $x' = -2y + x^2y^2, y' = x - 0,5y - 0,5x^3y$.

21. Определить тип особой точки уравнения $\frac{dy}{dx} = \frac{x-y}{2x+y}$.
22. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы
 $x' = -2x + x^2 + y^2, y' = -x + 3y + 5x^2$
23. Найти особые решения уравнения $(y')^2 - 2xy^2 + y = 0$.
24. Найти область асимптотической устойчивости системы
 $x' = \ln(e+ax) - e^y, y' = bx + \operatorname{tg} y$.
25. Решить уравнение $y = 2xy' - y'^2$.
26. Найти область асимптотической устойчивости системы $x' = ax - y, y' = -x + by + x^2$.
27. Являются ли функции $x, |x|, 2x + \sqrt{4x^2}$ линейно зависимыми.
28. Решить систему $x' = y + z, y' = x + z, z' = x + y$.
29. Найти общее решение уравнения $(2x^2)y'' + 2y' - 6xy = 4 - 12x^2$, зная два частных решения $y_1 = 2x, y_2 = (x+1)^2$.
30. Решить уравнение $x \frac{\partial u}{\partial x} + 3y \frac{\partial u}{\partial y} + 5z \frac{\partial u}{\partial z} = 0$.

Тесты для самостоятельной работы

Тест №1

по дифференциальным уравнениям

- I. Семейство линий $y = Cx^3$ является общим решением дифференциального уравнение:
- 1) $xy' = 3y$; 2) $y^2 + y'^2 = 1$; 3) $x^2y' - xy = yy'$; 4) $y' = 3y^{2/3}$; 5) $y = e^{xy'/y}$.
- II. Выражение $y^2 - 2 = Ce^{1/x}$ - общий интеграл дифференциального уравнения:
- 1) $xydx + (x+1)dy = 0$; 2) $\sqrt{y^2+1}dx = xydy$; 3) $(x-y)dx + (x+y)dy = 0$;
 4) $xy' + y = y^2$; 5) $y' = 10^{x+y}$.
- III. Дифференциальное уравнение является однородным:
- 1) $(x+2y-1)dx + xdy = 0$; 2) $(x-y)dx + (x+y)dy = 0$; 3) $(x+y)dx + (y-1)dy = 0$;
 4) $(x^2+y)dx - xydy = 0$; 5) $(1-x)dx + (x+y)dy = 0$.
- IV. Функция $\mu(x, y) = \frac{2}{x^2 + y^2}$ - интегрирующий множитель дифференциального уравнения:

1) $(x^2 - y)dx + x(y+1)dy = 0$; 2) $(x^2 + y^2 + x)dx + ydy = 0$;
 3) $(x^2 - y^2 + y)dx - xdy = 0$; 4) $xy^2(xy' + y) = 1$; 5) $(x^2 + 3 \ln y)ydx = xdy$.

V. Дифференциальное уравнение $(x+1)y'' = y + \sqrt{y}$ имеет единственное решение при начальных условиях:

1) $x_0 = -1, y_0 < 0, y_0'$ - любое; 2) $x_0 = -1, y_0 > 0, y_0'$ - любое; 3) $x_0 \neq -1, y_0 = 0, y_0' = 1$;
 4) $x_0 = -1, y_0 = -2, y_0' = 0$; 5) $x_0 = -1, y_0 = 0, y_0' = 0$.

VI. Функция $y = 0,25x^2$ является особым решением дифференциального уравнения:

1) $y = 2xy' - 4y'^2$; 2) $y = xy' - y'^2$; 3) $y = -xy' + 4\sqrt{y'}$; 4) $xy' - y = \ln y'$;
 5) $x = y^2 + y'$.

VII. Уравнение $y'' - 2y' = 2e^x$ имеет единственное решение, удовлетворяющее условиям $y(1) = -1, y'(1) = 0$:

1) $y = (7 - 3x)e^{x-2}$; 2) $y = e^{2x-1} - 2e^x + e - 1$; 3) $y = e^{2x} - 3e^x - 1$; 4) $y = e^{-x} - e + x - 1$;
 5) $y = -2x^2 + 4x + 1$.

VIII. Выражение $y = x^2e^x$ - частное решение (возможно более низкого порядка) дифференциального уравнения:

1) $y'' - 4y' + 5y = 0$; 2) $y^{IV} + 2y' + y = 0$; 3) $y''' - 3y'' + 3y' - y = 0$.

IX. Система функций линейно зависима:

1) $x + 2, x - 2$; 2) $6x + 9, 8x + 12$; 3) $\sin x, \cos x$; 4) $1, x, x^2$; 5) e^x, e^{2x}, e^{3x} .

X. Уравнением Эйлера является:

1) $x^2y'' - 4y' + 6y = 0$; 2) $x^2y'' - 2y' - 3y = 0$; 3) $x^2y'' - 4xy' + 6y = 0$;
 4) $x^3y''' + x^2y' - y = 0$; 5) $(x-2)^2y'' - 3y' + 4y = 0$.

XI. Функция $y = x^3$ является решением уравнение:

1) $x^2y'' - 4y' + 6y = 0$; 2) $x^2y'' - 2y' - 3y = 0$; 3) $x^2y'' - 4xy' + 6y = 0$;
 4) $x^3y''' + x^2y' - y = 0$; 5) $(x-2)^2y'' - 3y' + 4y = 0$.

XII. Функция $f(x, y)$ не удовлетворяет условию Липшица по y на прямой $y = -x$:

1) $f(x, y) = x^2 - y^2$; 2) $f(x, y) = x + y$; 3) $f(x, y) = x^2 + y^2$; 4) $f(x, y) = 1 + \sqrt{x+y}$; 5)
 $f(x, y) = 1 + x + y$.

XIII. Расстояние между соседними нулями уравнения $y'' + 2xy = 0$ на $[20; 45]$ удовлетворяет оценкам:

1) $0,5 < d < 1$; 2) $0,33 < d < 0,5$; 3) $0,2 < d < 0,3$; 4) $0,1 < d < 0,2$; 5) $0,31 < d < 0,33$.

XIV. Нулевое решение системы устойчиво:

1) $x' = x, y' = 2y$; 2) $x' = 2x, y' = y$; 3) $x' = -x, y' = y$; 4) $x' = -x, y' = -2y$;

5) $x' = x, y' = -y$;

XV. Особая точка $(0,0)$ системы является седлом:

1) $x' = 3x, y' = 2x + y$; 2) $x' = x + 3y, y' = -6x - 5y$; 3) $x' = x, y' = 2x - y$; 4)

$x' = -2x - 5y, y' = 2x + 2y$; 5) $x' = 3x + y, y' = y - x$.

XVI. Выражение $z = f(x^2 + y^2)$ есть общее решение уравнения:

1) $y \frac{\partial z}{\partial x} + x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$; 2) $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$; 3) $2y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$; 4) $y \frac{\partial z}{\partial x} - 2x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$;

5) $\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial y} = 0$.

Тест №2

по дифференциальным уравнениям

I. Функция $y = x + C\sqrt{1+x^2}$, где $C \in \mathbb{R}$, является решением дифференциального уравнения:

1) $(xy-1)dx - (x^2+1)dy = 0$; 2) $(xy+1)dx - (x^2+1)dy = 0$;

3) $(xy+1)dx + (x^2+1)dy = 0$.

II. Интегральные кривые уравнения $xy' = 2y$ имеют вид:

1) $xy = C$; 2) $y = C + x^2$; 3) $y = Cx^2$.

III. Дифференциальное уравнение является однородным:

1) $(x-y+1)dx + (x+y)dy = 0$; 2) $x dy = (y + \sqrt{x^2 - y^2}) dx$;

3) $(x+2y)dx - (x+1)dy = 0$.

IV. Заменой $z = y^{-1}$ к линейному приводится уравнение:

1) $y^3 y' - xy = x$; 2) $y' + x^2 y = xy^2$; 3) $y^2 y' - xy = x^2$.

V. Последовательные приближения $y_0(x), y_1(x), y_2(x)$ в задаче Коши

$y' = x - y^2, y(0) = 0$ имеют вид:

1) $y_0(x) = 0, y_1(x) = \frac{x^2}{2}, y_2(x) = \frac{x^2}{2} + \frac{x^5}{10}$; 2) $y_0(x) = 0, y_1(x) = \frac{x^2}{2}, y_2(x) = \frac{x^2}{2} - \frac{x^5}{20}$;

3) $y_0(x) = 0, y_1(x) = \frac{x^2}{2}, y_2(x) = \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{20}$.

VI. Общим решением уравнения $y''' - \frac{1}{x} y'' = 0$ является:

1) $y = x^2 + C_1x + C_2$; 2) $y = C_1x + C_2$; 3) $y = C_1x^2 + C_2x + C_3$.

VII. Определитель Вронского системы функций $5, \cos^2 x, \sin^2 x$ равен:

1) 1; 2) -1; 3) 0.

VIII. Уравнение не является уравнением в полных дифференциалах:

1) $(x + y)dx + (x - y + 1)dy = 0$; 2) $(2x + y)dx + (x - 3y + 4)dy = 0$;

3) $\left(1 + \frac{y}{x}\right)dx + \left(1 - \frac{y-1}{x}\right)dy = 0$.

IX. Функции $y_1 = e^{2x}, y_2 = e^{-2x}$ образуют фундаментальную систему решений уравнения:

1) $y'' + 4y = 0$; 2) $y'' - 4y = 0$; 3) $y'' - 2y = 0$.

X. Функция $y = x^2$ является частным решением уравнения:

1) $x^3 y''' - xy' - 3y = -5x^2$; 2) $x^3 y''' - xy' - 3y = x^2$; 3) $x^3 y''' + xy' - 3y = x^2$.

XI. Общим решением системы $\frac{dx}{dt} = x \sin t, \frac{dy}{dt} = x e^{\cos t}$ является:

1) $x = C_1 e^{\cos t}, y = C_1 t + C_2$; 2) $x = C_1 e^{-\cos t}, y = C_1 t + C_2$; 3) $x = C_1 e^{-\cos t}, y = C_1 + C_2 t$.

XII. Соотношение $\varphi = t^2 + 2xy$, является первым интегралом системы уравнений:

1) $\frac{dx}{dt} = -y, \frac{dy}{dt} = \frac{y^2 - t}{x}$; 2) $\frac{dx}{dt} = 2y, \frac{dy}{dt} = 2x$; 3) $\frac{dx}{dt} = x - y, \frac{dy}{dt} = y - 4x$.

XIII. Выражение $x = C_1 e^{-t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} + C_2 e^{-t} \begin{pmatrix} 2t \\ 2t - 1 \end{pmatrix}$ есть общее решение системы:

1) $\frac{dx}{dt} = Ax, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & -2 \end{pmatrix}$; 2) $\frac{dx}{dt} = Ax, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}$;

3) $\frac{dx}{dt} = Ax, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}$.

XIV. Решения системы $\frac{dx}{dt} = -x + \alpha y, \frac{dy}{dt} = \alpha x - y$ асимптотически устойчивы, если:

1) $-2 < \alpha < -1$; 2) $1 < \alpha < 2$; 3) $-1 < \alpha < 1$.

XV. Функция $V(x, y)$ является знакоопределённой:

1) $V(x, y) = x^2 + y^2$; 2) $V(x, y) = (x + y)^2$; 3) $V(x, y) = x^2 - y^2$.

XVI. Положение равновесия системы уравнений устойчивый узел:

1) $\frac{dx}{dt} = x, \frac{dy}{dt} = x + 2y$; 2) $\frac{dx}{dt} = -3x + 2y, \frac{dy}{dt} = x - 4y$; 3) $\frac{dx}{dt} = 2y, \frac{dy}{dt} = 2x + 3y$.

XVII. Функция $z = x^3 + y^2 + 1$ есть решения уравнения:

$$1) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 0; \quad 2) \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0; \quad 3) \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 0.$$

XVIII. Расстояние между двумя соседними нулями любого (не тождественно равного нулю) решения уравнения $y'' + \pi^2 y = 0$ равно:

$$1) 2; \quad 2) 1; \quad 3) 0,5.$$

Тест №3

по дифференциальным уравнениям

I. Функция $y = Cx + \frac{C}{\sqrt{1+C^2}}$, где $C \in R$, является решением дифференциального

уравнение:

$$1) y + xy' = \frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}; \quad 2) y - xy' = \frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}; \quad 3) y - xy' = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'}.$$

II. Интегральные кривые уравнения $xy' = -y$ имеют вид:

$$1) y = Cx; \quad 2) y = C + x; \quad 3) xy = C.$$

III. Дифференциальное уравнение является линейным:

$$1) y = xy' + 1; \quad 2) y = xy' + y^2; \quad 3) yy' = x.$$

IV. Решением дифференциального уравнения $y' + y = 2$ являются:

$$1) y = x; \quad 2) y = 2; \quad 3) y = -2.$$

V. Дифференциальное уравнение является однородным:

$$1) \sqrt{x^2 - y^2} dx + x dy = 0; \quad 2) \sqrt{x^2 - y^2} dx + dy = 0; \quad 3) \sqrt{x^2 - y^2} dx + xy dy = 0.$$

VI. Уравнение является уравнением в полных дифференциалах:

$$1) (y^2 + 1)dx - x dy = 0; \quad 2) (x - y)dx + (x + y)dy = 0; \quad 3) (x - y)dx + (-x + y)dy = 0.$$

VII. Функция $\mu(x, y) = \frac{1}{x}$ - является интегрирующим множителем уравнения:

$$1) \left(1 + \frac{x}{y}\right)dx + \left(2xy + \frac{x}{y} + \frac{x^2}{y^2}\right)dy = 0; \quad 2) \left(1 - \frac{x}{y}\right)dx + \left(2xy + \frac{x}{y} + \frac{x^2}{y^2}\right)dy = 0; \quad 3)$$

$$\left(1 - \frac{x}{y}\right)dx + \left(2xy - \frac{x}{y} + \frac{x^2}{y^2}\right)dy = 0.$$

VIII. Функция линейно зависима:

$$1) 1, x; \quad 2) \sin x, \cos x; \quad 3) \sin^2 x, \cos^2 x.$$

IX. Функции $y_1 = e^x, y_2 = e^{-x}$ образуют фундаментальную систему решений однородного линейного уравнения:

$$1) y'' - y = 0; \quad 2) y'' + y = 0; \quad 3) y'' - 4y = 0.$$

X. Особая точка (положение равновесия) системы уравнения является седлом:

1) $\frac{dx}{dt} = x, \frac{dy}{dt} = x + 2y$; 2) $\frac{dx}{dt} = 2y, \frac{dy}{dt} = 2x + 3y$; 3) $\frac{dx}{dt} = -3x + 2y, \frac{dy}{dt} = x - 4y$.

XI. Сколько особых точек (положений равновесия) имеет система уравнений -

$$\frac{dx}{dt} = x^2 - y^2 - 5, \frac{dy}{dt} = x^2 + y^2 - 13:$$

1) 2; 2) 3; 3) 4.

XII. Функция $V(x, y)$ является знакопостоянной:

1) $V(x, y) = x^4 + y^4$; 2) $V(x, y) = (x - y)^2$; 3) $V(x, y) = x^2 - y^2$.

XIII. Расстояние между соседними нулями любого (не тождественно равно нулю)

решения уравнения $y'' + \frac{1}{4}\pi^2 y = 0$ равно:

1) 2; 2) 3; 3) 0,5.

XIV. С помощью функции $V(x, y) = x^2 + y^2$ можно установить неустойчивость тривиального решения системы:

1) $x' = -x, y' = -y$; 2) $x' = -x + 2y, y' = -2x - y$; 3) $x' = x - y, y' = -x + y$.

XV. Особая точка системы $\frac{dx}{dt} = x(x + y - 2), \frac{dy}{dt} = y(1 - x)$ является фокусом:

1) $O_1(0,0)$; 2) $O_2(1,1)$; 3) $O_3(2,0)$.

XVI. Функция $u(x, y) = \ln x + \ln y$ является решением уравнения:

1) $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} = 2$; 2) $y \frac{\partial u}{\partial x} + x \frac{\partial u}{\partial y} = 1$; 3) $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} = 1$.

Задачи для тестирования по разностным уравнениям:

Найти общее решение :

1) $y(k-1) + 2y(k-2) + 6y(k-3) = 0$;

2) $y(k) - 9y(k-2) = 0$;

3) $y(k+3) + 2\sqrt{3}y(k+2) + 3y(k+1) = 0$;

4) $y(k+1) - 8y(k) + 16y(k-1) = 0$;

5) $y(k+3) + 10y(k+2) + 25y(k+1) = 0$

6) $y(k) + 125y(k-2) = 0$;

7) $y(k+3) + 25y(k+1) = 0$;

8) $y(k-1) + 49y(k-3) = 0$;

- 9) $y(k+2) + 2y(k) - 63y(k-2) = 0$;
- 10) $y(k+3) + 20y(k+1) - 125y(k-1) = 0$;
- 11) $y(k-1) + 5y(k-2) + 6y(k-3) = 4k$;
- 12) $y(k+2) - 8y(k+1) + 12y(k) = 2^k$;
- 13) $y(k) - 16y(k-26) = 4k + 3$;
- 14) $y(k+2) + 6y(k+1) + 8y(k) = 4^k$;
- 15) $y(k+2) + 9y(k+1) + 20y(k) = 3k + 3$;
- 16) $y(k+2) - 9y(k+1) + 8y(k) = 8^k$;
- 17) $y(k+2) + 19y(k+1) + 90y(k) = 2k + 1$;
- 18) $y(k+2) - 8y(k+1) + 7y(k) = 7^k$;
- 19) $2y(k+2) + 4y(k+1) + 4y(k) = 2^{\frac{k}{2}} \cos \frac{\pi}{4} k$;
- 20) $y(k+2) + 16y(k) = 4 \cos \frac{\pi}{2} k$;
- 21) $y(k+2) + 2\sqrt{3}y(k+1) + y(k) = 2^k \cos \frac{\pi}{6} k$;
- 22) $y(k+2) + 9y(k) = 3 \sin \frac{\pi}{2} k$;
- 23) $\Delta^2 y_k + 8y_k + 16y(k) = (-3)^k$
- 24) $\Delta^2 y_k + 2y_k + 10y(k) = 3^k \cos \frac{\pi}{2} k$
- 25) $\Delta^2 y_k + 4y_k + 5y(k) = \cos \frac{3\pi}{2} k$
- 26) $\Delta^2 y_k + 2y_k - 3y(k) = 2^k (k+1)$

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 20 баллов,
- коллоквиум - 30 баллов,

- выполнение аудиторных контрольных работ - 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос (экзамен) - 100 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература

<p>1. Тихонов, Александр Николаевич. Дифференциальные уравнения : [учеб. для физ. специальностей и специальности "Прикладная математика"] / Тихонов, Александр Николаевич ; А.Б.Васильева, А.Г.Свешников; под ред. А.Н.Тихонова и др.; [Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова]. - 4-е изд., стер. - М. :Физматлит, 2005, 2002. - 253 с. : ил. ; 22 см. - (Курс высшей математики и математической физики. вып.6) (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 249-250. - Предм. указ.: с. 251-253. - ISBN 5-9221-0134-X : 126-28.</p>
<p>2. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению / В. К. Романко ; под ред. В.К.Романко. - М. : Лаб. Баз. Знаний: ЮНИМЕДИАСТАЙЛ: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 255,[1] с. - (Технический университет). - ISBN 5-93208-120-1 : 127-00.</p>
<p>3. Филиппов, Алексей Фёдорович . Введение в теорию дифференциальных уравнений : [учеб. для вузов по группе физ.-мат. направлений и специальностей] / Филиппов, Алексей Фёдорович . - М. :Едиториал УРСС, 2004. - 238,[1] с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 234-236. - Предм. указ.: с. 237-239. - Допущено МО РФ. - ISBN 5-354-00416-0 : 120-70.</p>
<p>4. Дифференциальные уравнения : учебник / . - 4-е изд. - Москва :Физматлит, 2002. - 252 с. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 6). - ISBN 978-5-9221-0277-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=145012 (17.10.2018).</p>

б) дополнительная литература

<p>Егоров, Александр Иванович. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями / Егоров, Александр Иванович. - М. :Физматлит, 2005. - 384 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с.375-376.- Предм. указ.: с.377-380. - ISBN 5-9221-0385-7 : 350-00.</p>
<p>Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения : учебник / Л. Э. Эльсгольц. - 6-е изд. - М. :КомКнига, 2006. - 309 с. - (Классический учебник МГУ). - Допущено МО. - ISBN 5-484-00409-8 : 134-86.</p>
<p>Матвеев, Павел Николаевич. Лекции по аналитической теории дифференциальных уравнений : учеб. пособие / Матвеев, Павел Николаевич. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 330,[6] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0571-8 : 278-52.</p>
<p>4. Треногин, В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В.А. Треногин. - Москва :Физматлит, 2009. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-1063-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82614 (17.10.2018).</p>

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

1. <http://elibrary.ru> – eLIBRARY – Научная электронная библиотека
2. http://window.edu.ru/window/catalog?p_rubr=2.2.74.12 – Единое окно доступа к электронным ресурсам
3. <http://springerlink.com/mathematics-and-statistics/> - платформа ресурсов издательства Springer
4. <http://edu.dgu.ru/> - Образовательный сервер ДГУ
5. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>(датаобращения:).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа по дифференциальным и разностным уравнениям распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к защите лабораторных работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов и экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по математическому анализу рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины математический анализ. Кроме того, на факультете 2 компьютерных класса и 2 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.