

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

 Е.И. Скафа
22 апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Функциональные уравнения»

Направление подготовки:	01.04.01 Математика
Магистерская программа:	Математика
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная нужное подчеркнуть

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики

и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020 г.

МП



Программа учебной дисциплины «Функциональные уравнения» составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2015 г. № 827;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы Математика, направления подготовки 01.04.01 Математика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры математического анализа
и дифференциальных уравнений

Л.Л. Оридорога

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений

Протокол № 10 от 09 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

Вит.В. Волчков

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Функциональные уравнения» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 01.04.01 Математика (магистерская программа: Математика). Для студентов направления подготовки 01.04.01 Математика дисциплина реализуется кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин, изучаемых в бакалавриате:

- Математический анализ;
- Комплексный анализ;
- Функциональный анализ;
- Теория меры и интеграла.

и формирует основу для освоения дисциплин:

- Методика преподавания математических дисциплин в ВУЗе;
- Учебная практика;
- Производственная практика;
- Преддипломная практика;

подготовки выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	01.04.01 Математика	
Магистерская программа	Математика	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть Блока 1 «Дисциплины (модули)»	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 экзамен в 3 семестре	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	2	2
Семестр	3	
Количество часов	144	144
- лекционных	14	2
- практических, семинарских	42	8
- лабораторных	-	-
- самостоятельной работы	88	134
в т.ч. индивидуальное задание	-	-
Недельное количество часов,	10.3	
в т.ч. аудиторных	4	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель – углубленное изучение дополнительных глав математического анализа, посвященных методам решения функциональных уравнений и их приложениям, подготовка студентов к работе над магистерской диссертацией.

Задачи – усвоение теоретических основ и практических навыков использования функциональных уравнений при решении теоретических и прикладных задач.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Функциональные уравнения» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 01.04.01 Математика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.04.01 Математика (магистерская программа: Математика):

а) общекультурных (ОК): способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2); готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК): способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1); способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках (ОПК-2); готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);

в) профессиональных (ПК):

в научно-исследовательской деятельности: способность к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);

в производственно-технологической деятельности: способность к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач (ПК-4);

в организационно-управленческой деятельности: способность к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики (ПК-7); способность формулировать в проблемно-задачной форме не математические типы знания (в том числе гуманитарные) (ПК-8).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

Знать:

- ✓ постановку основных задач курса, определения и формулировки основных теорем курса, возможности их применения к другим областям математического знания.

Уметь:

- ✓ применять методы решения функциональных уравнений;
- ✓ решать функциональные уравнения в различных классах функций;
- ✓ решать уравнения со свободными переменными.

Владеть:

- ✓ методами решения функциональных уравнений, навыками применения этого в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента.

Лекционные занятия предполагают овладение теоретическими основами дисциплины, практические – для овладения методами решения примеров и задач.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, подготовку к практическим занятиям, изучение учебно-методической литературы, составление конспектов, подготовку презентаций и докладов.

Текущий контроль осуществляется путем написания самостоятельных и контрольных работ по решению практических заданий, модульных контрольных работ по проверке знаний теоретических положений (определений, теорем и их доказательств).

В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий, внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1	
Тема 1. Уравнение Коши.	Аксиома выбора и лемма Цорна. Линейные пространства. Базис Гамеля. Решение уравнения Коши в классе непрерывных функций. Решение уравнения Коши в классе монотонных функций. Решение уравнения Коши в классе дифференцируемых функций. Решение уравнения Коши в классе локально ограниченных функций.
Тема 2. Другие функциональные уравнения	Уравнения без свободных переменных. Уравнения со свободными переменными. Уравнение типа Коши для экспоненты. Уравнение типа Коши для логарифма. Уравнение типа Коши для степенной функции. Функциональные уравнения для тригонометрических функций. Фракталы. Лестница Кантора. Функция ван дер Вардена.

Тематический план

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Уравнение Коши	70	6	20		44		72	1	4		67	

Тема 2. Другие функциональные уравнения	74	8	2 2		44		7 2	1	4		67	
Итого по содержательному модулю 1 и дисциплине	144	14	4 2		88		1 4 4	2	8		134	

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИЙ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекций

№ п/п	Название темы	Количество часов
1.	Аксиома выбора и лемма Цорна. Базис Гамеля.	2
2.	Существование нелинейных аддитивных функций.	2
3.	Линейность решений уравнения Коши в специальных классах функций.	2
4.	Уравнения без свободных переменных. Решение в специальных классах функций. Групповые подстановки.	2
5.	Уравнения со свободными переменными.	2
6.	Определение некоторых элементарных функций с помощью функциональных уравнений.	2
7.	Фракталы и функциональные уравнения связанные с ними.	2
	ВСЕГО	14

Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
	Непрерывные решения уравнения Коши.	6
	Монотонные решения уравнения Коши.	6
	Уравнения близкие к уравнению Коши	8
	Уравнения без свободных переменных. Решение в специальных классах функций. Групповые подстановки.	6
	Уравнения со свободными переменными.	10
	Определение некоторых элементарных функций с помощью функциональных уравнений.	4
	Фракталы и функциональные уравнения связанные с ними.	2
	ВСЕГО	42

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1.	Аксиома выбора и лемма Цорна. Базис Гамеля.	16

2.	Существование нелинейных аддитивных функций.	12
3.	Линейность решений уравнения Коши в специальных классах функций.	16
4.	Уравнения без свободных переменных. Решение в специальных классах функций. Групповые подстановки.	10
5.	Уравнения со свободными переменными.	14
6.	Определение некоторых элементарных функций с помощью функциональных уравнений.	12
7.	Фракталы и функциональные уравнения связанные с ними.	8
	ВСЕГО	88

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Функциональное уравнение.
2. Аксиома выбора.
3. Частично упорядоченное множество.
4. Линейно упорядоченное множество.
5. Цепь.
6. Верхняя грань.
7. Ограниченное подмножество.
8. Максимальный элемент.
9. Наибольший элемент.
10. Лемма Цорна.
11. Уравнение Коши.
12. Линейное пространство.
13. Базис Гамеля.
14. Непрерывные функции.
15. Монотонные функции.
16. Дифференцируемые функции.
17. Локально ограниченные функции.
18. Функциональное уравнение без свободных переменных.
19. Функциональное уравнение со свободными переменными.
20. Лестница Кантора.
21. Функция ван дер Вардена.

8. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки:	01.04.01 Математика
Магистерская программа:	Математика
Программа подготовки:	академическая магистратура
Семестр	3
Учебная дисциплина	Функциональные уравнения

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Уравнение Коши.
2. Функциональное уравнение со свободными переменными.
3. Группы функций. Групповые подстановки.

4. Решить уравнение $f(x)+f(1/x)-f(-x) = x+1$.

Утверждено на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений, протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	10
2	10
3	10
4	20
Всего	50

9. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **01.04.01 Математика**

Магистерская программа: **Математика**

Программа подготовки: **академическая магистратура**

Семестр **3**

Учебная дисциплина **Функциональные уравнения**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Аксиома выбора и лемма Цорна.
2. Лестница Кантора.
3. Решить уравнение $\square(\square+\square)+\square(\square-\square)=2\square(\square)\cos\square$.
4. Решить уравнение $\square(\square)=\square(\square/3)$, при условии, что функция \square непрерывна в точке 0.

Утверждено на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений, протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

В течение семестра обучающийся может заработать баллы за следующие виды деятельности: выполнение текущих контрольных и самостоятельных работ - 50 баллов, модульный контроль по вопросам к промежуточной аттестации – 50 баллов. По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кого набранные баллы не устраивают, сдают экзамен. Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на экзамене и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины**

Текущие контрольные работы	Модульный контроль	Всего
50	50	100 баллов

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях, оснащенных доской и комплектами мебели.

12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Заставный В.П. Актуальные проблемы современного анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Заставный, В.В. Волчков, Вит.В. Волчков – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).	-	+
2.	Лиманский Д.В. Избранные вопросы анализа и его приложений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Д.В. Лиманский – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).	-	+
Дополнительная литература			
3.	Павлов А.Л. Дополнительное математическое образование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. Л. Павлов. А. А. Коваленко, – Донецк : ДонНУ, 2016. – Электронные данные (1 файл).	-	+
4.	Васильев, Н. Б. Статьи из журнала "Квант". Ч. 2 / Н. Б. Васильев. - Москва : Изд-во МЦНМО, 2013. - 153 с.	1	-

5.	Лихтарников Л.М. Математическая логика : Курс лекций. Задачник-практикум и решения / Л.М. Лихтарников, Т.Г. Сукачева. - СПб. : Лань, 1999. - 288 с.	5	-
6.	Бродский, Я. С. Функциональные уравнения / Я. С. Бродский, А. К. Слипенко. - Киев : Вища шк., 1983. - 96 с.	15	+

13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm> – учебники и другие книги по математике;
2. <http://ilib.mccme.ru/> – интернет-библиотека Виталия Арнольда;
3. <http://techlibrary.ru/> – техническая библиотека;
4. <http://donnu.ru/science/journals> – научные журналы ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»;
5. <http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной республики;
6. <http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки;
7. <https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»;
8. <http://ippo-vm.at.ua/> – Отдел математики Донецкого РИДПО.

14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений).

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____