

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«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

«21» апреля 2021 г.

МП



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЦЕЛЫЕ ФУНКЦИИ»
практико-ориентированная дисциплина

Направление подготовки:	<u>01.03.01 Математика</u>
Профиль подготовки:	<u>Математика</u>
Образовательная программа:	<u>Бакалавриат</u>
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u>

Донецк 2021

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики и
информационных технологий

Моисеенко И.А.



«20» апреля 2021 г.

МП

Рабочая программа учебной дисциплины **«Целые функции»** составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 8; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 01.03.01 Математика; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.01 Математика, профиля: «Математика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры математического анализа
и дифференциальных уравнений

В.П. Заставный

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений

Протокол № 9 от «23» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой

В. В. Волчков

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

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии
факультета математики и информационных технологий

Л. И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Целые функции» является практико-ориентированной дисциплиной и относится к вариативной части (дисциплины по выбору) образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими дисциплинами* – *математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ*. Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Целые функции» являются основой для изучения *последующих дисциплин: гармонический анализ, интегральные преобразования, дополнительные главы комплексного анализа*; используются при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.03.01 Математика	
Профиль	Математика	
Образовательная программа	Бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей и тем	1 (9)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен в 7 семестре	
Год подготовки	4	
Семестр	7	
Количество зачетных единиц	4	
Количество часов всего	144	
в т.ч.:		
- лекционных	28	
- практических или семинарских	42	
- лабораторных	0	
- самостоятельной работы	74	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов	10,3	
в т. ч.:	5	
- аудиторных		
- самостоятельной работы студента	5,3	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Целые функции» – *ознакомление студентов с понятиями, результатами и методами классической и современной теорией роста целых функций; формирование навыков исследования основных типов задач, возникающих в этой области; ознакомление с важными специальными функциями, которые часто возникают в научных исследованиях; углубление и применение знаний, полученных в общих курсах.*

Задачи: *формирование правильного понимания развития математических понятий и теорий; формирование научного мировоззрения.*

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Целые функции» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по направлению подготовки 01.03.01 Математика и основной профессиональной образовательной программы высшего образования

направления подготовки 01.03.01 Математика, профиля: «Математика»:

Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения. Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1. И-1. Демонстрирует навыки работы с профессиональной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам	Знает основные понятия, связанные с ростом целой функции
		Знает свойства порядка и типа целой функции
		Знает необходимые и достаточные условия сходимости бесконечных произведений
		Умеет работать с научной литературой
		Умеет делать квалифицированный научный доклад
		Умеет грамотно вести научную дискуссию
		Умеет исследовать функцию на целость
		Умеет определять порядок и тип целой функции
ОПК-2. Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК-2. И-1. Использует методы построения и анализа математических моделей в задачах естествознания, технике, экономике и управлении	Знает основные утверждения о представлении целой функции с помощью канонического произведения
		Знает обобщения принципа максимума модуля
		Знает основные свойства преобразования Фурье
		Умеет применять общие методы научного исследования
		Умеет определять показатель сходимости последовательности
		Умеет исследовать на сходимость бесконечное произведение
		Умеет представлять целую функцию с помощью канонического произведения

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-3. Способен осуществлять преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	ПК-3. И-1. Демонстрирует умение готовить обучающихся к участию в конкурсах, конференциях, олимпиадах	Знает теоремы типа Винера-Пэли
		Знает свойства нулей функций Бесселя, Лежандра, Якоби
		Знает теоремы о полноте систем, связанных с некоторыми специальными функциями
		Знает классические интегральные условия, обеспечивающие целость функции и их обобщения
		Умеет применять методы исследования роста целой функции
		Умеет применять методы доказательства бесконечности числа нулей у целых функций
		Умеет применять методы исследования на полноту с помощью целых функций
		Умеет применять методы преобразования Фурье

4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Целые функции» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студентов.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций и практических занятий используются раздаточные материалы.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение. В учебном процессе используются интернет-ресурсы по данному курсу; рассматриваются задачи, максимально приближенные к конкретным практическим ситуациям, самостоятельная работа; контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к практическим занятиям, подготовку конспектов по отдельным вопросам, изучаемых тем, изучение учебной и методической литературы.

Тематический план дисциплины «Целые функции»

Темы	Вопросы темы
Содержательный модуль 1. Целые функции	
1. Общие свойства целых функций	1.1 Определение и элементарные свойства целых функций. 1.2 Разложение целой функции в ряд Тейлора, следствия из формулы Коши-Адамара. 1.3 Теорема Лиувилля и ее обобщения. 1.4 Свойства максимума модуля целой функции на окружности с центром в нуле.
2. Рост целой функции	2.1 Рост целых функций. 2.2 Связь между ростом целой функции и скоростью убывания коэффициентов в её разложении в степенной ряд.
3. Основные интегральные формулы	3.1 Основные интегральные формулы для функций, аналитических в круге: Пуассона, Шварца, Пуассона-Йенсена. 3.2 Формула Йенсена. Характеристики Неванлинны.
4. Применения формулы Йенсена	4.1 Теорема Поля о квазианалитичности. 4.2 Показатель сходимости и верхняя плотность нулей целой функции. 4.3 Теорема Адамара о показателе сходимости нулей. 4.4 Полнота системы тригонометрических функций.
5. Факторизация целой функции	5.1 Каноническое произведение Вейрштрасса. 5.2 Теорема Адамара о представлении целой функции с помощью канонического произведения. 5.3 Оценки канонического произведения. Теорема Бореля.
6. Рост функции и её нули	6.1 Связь между ростом целой функции и распределением её нулей.
7. Принцип максимума	7.1 Теорема Фрагмена-Линделёфа.
8. Индикатор функции и теорема Поля	8.1 Индикатор целой функции и его свойства. 8.2 Опорная функция множества. 8.3 Преобразование Бореля и теорема Поля.
9. Применение теоремы Поля	9.1 Теорема Винера-Полли.

Структура дисциплины «Целые функции» по видам учебной деятельности

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов							
	Очная форма обучения				Заочная форма обучения			
	Всего	в т.ч.			Всего	в т.ч.		
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа		Лекции	Практические	Самостоятельная работа
Содержательный модуль 1. Целые функции								
1. Общие свойства целых функций	16	3	5	8				
2. Рост целой функции	16	3	5	8				
3. Основные интегральные формулы	16	3	5	8				
4. Применения формулы Йенсена	16	3	5	8				
5. Факторизация целой функции	16	3	5	8				
6. Рост функции и её нули	16	3	4	9				
7. Принцип максимума модуля	16	3	5	8				
8. Индикатор функции и теорема Поля	16	4	4	8				
9. Применение теоремы Поля	16	3	4	9				
Итого по содержательному модулю 1	144	28	42	74				
Всего часов	144	28	42	74				

5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение и элементарные свойства целых функций, разложение целой функции в ряд Тейлора, следствия из формулы Коши-Адамара. Свойства максимума модуля целой функции на окружности с центром в нуле.	2	
2	Рост целых функций. Связь между ростом целой функции и скоростью убывания коэффициентов в её разложении в степенной ряд.	2	
3	Основные интегральные формулы для функций, аналитических в круге: формулы Пуассона, Шварца, Пуассона-Йенсена.	2	
4	Формула Йенсена. Характеристики Неванлинны.	2	
5	Теорема Поля о квазианалитичности. Показатель сходимости и верхняя плотность нулей целой функции.	2	
6	Теорема Адамара о показателе сходимости нулей. Полнота системы тригонометрических функций.	2	

7	Каноническое произведение Вейрштрасса. Теорема Адамара о представлении целой функции с помощью канонического произведения.	2	
8	Оценки канонического произведения. Теорема Бореля.	2	
9	Связь между ростом целой функции и распределением её нулей.	2	
10	Теорема Фрагмена-Линделёфа.	2	
11	Индикатор целой функции и его свойства.	2	
12	Опорная функция множества. Преобразование Бореля и теорема Пойа.	4	
13	Теорема Винера Пэлли.	2	
Всего		28	

Тексты лекций приведены в: <https://sites.google.com/site/gruppamatfak/>

Темы (практических, семинарских) занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение и элементарные свойства целых функций, разложение целой функции в ряд Тейлора, следствия из формулы Коши-Адамара. Свойства максимума модуля целой функции на окружности с центром в нуле.	3	
2	Рост целых функций. Связь между ростом целой функции и скоростью убывания коэффициентов в её разложении в степенной ряд.	3	
3	Основные интегральные формулы для функций, аналитических в круге: формулы Пуассона, Шварца, Пуассона-Йенсена.	3	
4	Формула Йенсена. Характеристики Неванлинны.	3	
5	Теорема Пойа о квазианалитичности. Показатель сходимости и верхняя плотность нулей целой функции.	4	
6	Теорема Адамара о показателе сходимости нулей. Полнота системы тригонометрических функций.	3	
7	Каноническое произведение Вейрштрасса. Теорема Адамара о представлении целой функции с помощью канонического произведения.	3	
8	Оценки канонического произведения. Теорема Бореля.	3	
9	Связь между ростом целой функции и распределением её нулей.	3	
10	Теорема Фрагмена-Линделёфа.	3	
11	Индикатор целой функции и его свойства.	4	
12	Опорная функция множества. Преобразование Бореля и теорема Пойа.	4	
13	Теорема Винера Пэлли.	3	
Всего		42	

Планы (практических, семинарских) занятий с указанием рассматриваемых вопросов и выполняемых заданий приведены в: <https://sites.google.com/site/gruppamatfak/>

6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение и элементарные свойства целых функций, разложение целой функции в ряд Тейлора, следствия из формулы Коши-Адамара. Свойства максимума модуля целой функции на окружности с центром в нуле.	6	
2	Рост целых функций. Связь между ростом целой функции и скоростью убывания коэффициентов в её разложении в степенной ряд.	6	
3	Основные интегральные формулы для функций, аналитических в круге: формулы Пуассона, Шварца, Пуассона-Йенсена.	6	
4	Формула Йенсена. Характеристики Неванлинны.	6	
5	Теорема Поля о квазианалитичности. Показатель сходимости и верхняя плотность нулей целой функции.	6	
6	Теорема Адамара о показателе сходимости нулей. Полнота системы тригонометрических функций.	6	
7	Каноническое произведение Вейрштрасса. Теорема Адамара о представлении целой функции с помощью канонического произведения.	6	
8	Оценки канонического произведения. Теорема Бореля.	6	
9	Связь между ростом целой функции и распределением её нулей.	6	
10	Теорема Фрагмена-Линделёфа.	6	
11	Индикатор целой функции и его свойства.	6	
12	Опорная функция множества. Преобразование Бореля и теорема Поля.	4	
13	Теорема Винера-Полли.	4	
Всего		74	

Содержание самостоятельной (в т.ч. индивидуальной) работы по темам и методические рекомендации по её выполнению приведены в: <https://sites.google.com/site/gruppamatfak/>

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Содержательный модуль 1. Целые функции

1. Определение и элементарные свойства целых функций, разложение целой функции в ряд Тейлора, следствия из формулы Коши-Адамара. Свойства максимума модуля целой функции на окружности с центром в нуле.
2. Рост целых функций. Связь между ростом целой функции и скоростью убывания коэффициентов в её разложении в степенной ряд.
3. Основные интегральные формулы для функций, аналитических в круге: формулы Пуассона, Шварца, Пуассона-Йенсена.

4. Формула Йенсена. Характеристики Неванлинны.
5. Теорема Поля о квазианалитичности. Показатель сходимости и верхняя плотность нулей целой функции.
6. Теорема Адамара о показателе сходимости нулей. Полнота системы тригонометрических функций.
7. Каноническое произведение Вейрштрасса. Теорема Адамара о представлении целой функции с помощью канонического произведения.
8. Оценки канонического произведения. Теорема Бореля.
9. Связь между ростом целой функции и распределением её нулей.
10. Теорема Фрагмена-Линделёфа.
11. Индикатор целой функции и его свойства.
12. Опорная функция множества. Преобразование Бореля и теорема Поля.
13. Теорема Винера-Пэлли.

8. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат
 Направление подготовки: 01.03.01 Математика
 Профиль: Математика
 Очная форма обучения. Семестр: седьмой
 Учебная дисциплина: Целые функции

Модульная контрольная работа

Вариант № n

1. Формула Йенсена. Характеристики Неванлинны. (без доказательства)
2. Теорема Фрагмена-Линделёфа. (с доказательством)
3. Определить порядок и тип целой функции $f(z) = \exp((1+i)z^2)$.
4. Найти показатель сходимости последовательности $\{\sqrt[n]{n} \ln n\}$.
5. Найти индикаторную диаграмму и сопряженную индикаторную диаграмму K_F целой функции $F(z) = z^2 e^{-3z} + z e^{iz} - 1$.

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Номер задания	Количество баллов
1	14
2	14
3	14
4	14
5	14
Всего	70

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат
 Направление подготовки: 01.03.01 Математика
 Профиль: Математика
 Очная форма обучения. Семестр: пятый

Учебная дисциплина: Целые функции

Экзаменационный билет № 1

1. Основные интегральные формулы для функций, аналитических в круге: формулы Пуассона, Шварца, Пуассона-Йенсена.
2. Индикатор целой функции и его свойства.
3. Определить порядок и тип целой функции $f(z) = \exp((1-i)z^3)$.
4. Найти показатель сходимости последовательности $\{\sqrt[n]{n^5} \ln n\}$.
5. Найти индикаторную диаграмму и сопряженную индикаторную диаграмму K_F целой функции $F(z) = z^2 e^{-4z} - 2ze^{iz} + 9$.

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

Заведующий кафедрой
Экзаменатор

Вит.В. Волчков

ФИО

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

Номер задания	Количество баллов
1	20
2	20
3	20
4	20
5	20
Всего	100

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа оценивается в 20 баллов. Оценивание осуществляется следующим образом.

Оценивание СРС и ИРС по дисциплине «Целые функции»

Названия содержательных модулей и тем	СРС	ИРС
Содержательный модуль 1. Целые функции		
1. Индивидуальное задание.	10	
2. Доклад	10	
Итого по 1-му содержательному модулю	20	
Всего баллов	20	

13. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

Общая оценка знаний студентов по дисциплине проводится по 100-балльной шкале согласно таким критериям, приведенным в таблице ниже. *Организационно-учебная работа студента* в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий,

активность во время проведения лекционных и практических занятий (вопросы лектору по теме лекционного материала, участие в обсуждении пройденного материала, решение задач и ситуаций у доски и т.п.).

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа студента в	10
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	70
	Итого	100
Экзамен		100
Общий итог		100

Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	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 аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

14. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в главном корпусе университета. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой доской.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Целые функции», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ».

15. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			

1.	Леонтьев, А. Ф. Целые функции. Ряды экспонент: учеб. пособие для студентов мат. и физ. спец. вузов / А. Ф. Леонтьев. - М. : Наука, 1983. - 176 с.	2	
2.	Евграфов, М. А. Аналитические функции: [учеб. пособие для вузов] / М. А. Евграфов. - 2 изд. - Москва: Наука, 1968. - 471 с.	14	
3.	Маркушевич, А. И. Избранные главы теории аналитических функций / А. И. Маркушевич. - Москва: Наука, 1976. - 191 с.	15	
<i>Дополнительная литература</i>			
4.	Levin B.Ya., in collaboration with Yu. Lyubarskii, M. Sodin, V. Tkachenko. Lectures on Entire Functions// Transl. Math. Monographs. vol 150, Amer. Math. Soc., 1996		
5.	А. А. Гольдберг, Б. Я. Левин, И. В. Островский, "Целые и мероморфные функции", <i>Комплексный анализ. Одна переменная – I</i> , Итоги науки и техн. Сер. Современ. пробл. мат. Фундам. направления, 85 , ВИНТИ, М., 1991, 5–185 http://www.mathnet.ru/links/86f4f2fbe4d0780196185693ee86aecc/intf211.pdf		

16. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Конспекты лекций, тексты индивидуальных заданий, книги в электронном виде находятся по ссылке: <https://sites.google.com/site/gruppamatfak/>
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm> —учебники и другие книги по математике;
<http://ilib.mccme.ru/> —интернет-библиотека Виталия Арнольда;
<http://techlibrary.ru/> —техническая библиотека;
<http://donnu.ru/science/journals> —научные журналы ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»;
<http://mondnr.ru/> — Министерство образования и науки Донецкой Народной республики;
<http://resobrnadzor.ru/> — Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки;
<https://miktex.org/> — официальный сайт свободно распространяемой настольной издательской системы MiKTeX;
<https://www.sumatrapdfreader.org/free-pdf-reader.html> — сайт Sumatra PDF;
<http://www.winedt.com/> — официальный сайт текстового редактора WinEdt;
<https://inkscape.org/> — официальный сайт свободного инструмента для работы с векторной графикой Inkscape;
<https://www.wolframalpha.com/> — сайт проекта WolframAlpha;
<http://old.exponenta.ru/soft/Maple/Maple.asp> — образовательный ресурс по Maple.

17. 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);

4. Лицензии GPL для свободного программного обеспечения: Антивирус Касперского, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Paint.NET.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений без изменений на 2022 год. Протокол заседания кафедры № 10 от 22.04.2022 г.

Зав. кафедрой


подпись

Вит. В. Волчков
ФИО

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры _____ без изменений на 202__ год. Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 202__ г.

Зав. кафедрой

подпись

ФИО

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры _____ без изменений на 202__ год. Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 202__ г.

Зав. кафедрой

подпись

ФИО

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры _____ без изменений на 202__ год. Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 202__ г.

Зав. кафедрой

подпись

ФИО