

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Математический анализ

направление подготовки:

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность программы (профиль):

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная


Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель : к.ф.-м.н.  (Шевцова М.В.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 18 » 05 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 18 » 05 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 18 » 05 2019 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Семернин А.Н.)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знания: теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной, дифференциального исчисления функций многих переменных, теории рядов, дифференциальных уравнений, операционного исчисления
		ОПК-1.2. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Умения решения задач теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной, дифференциального исчисления функций многих переменных, исследования рядов, дифференциальных уравнений, операционного исчисления
		ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Навыки применения аналитических методов решения математических задач в профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности¹

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ²
1.	Математический анализ
2.	Алгебра и геометрия
3.	Физика
4.	Информатика
5.	Основы программирования
6.	Основы алгоритмизации
7.	Инженерная графика
8.	Дискретная математика
9.	Математическая логика и теория алгоритмов

¹ Повторить пункт 1 для каждой компетенции, которые выбраны в разделе 1 рабочей программы

² В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

10.	Вычислительная математика
11.	Теория вероятностей и математическая статистика
12.	Электротехника, электроника и схемотехника
13.	Исследование операций

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зач. единиц, 468 часов.

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет, экзамен

Вид учебной работы ³	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	468		108	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	199		53	55
лекции	85	34	34	17
лабораторные				
практические	102	34	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ⁴	12	4	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	269	90	90	89
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Расчетно-графическое задание				
Индивидуальное домашнее задание	54	18	18	18
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	143	72	36	35
Экзамен	72	диф.зачет	36	36

³ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

⁴ включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁵
1. Комплексные числа и многочлены					
	Понятие комплексного числа. Алгебраическое и тригонометрическое представление. Многочлены, разложение на множители.	6	6		14
2. Введение в математический анализ					
	Основы теории множеств. Последовательности и функции. Пределы. Непрерывность.	10	10		28
3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной					
	Производная. Дифференциал. Геометрические и физические приложения. Исследование функций и построение графиков.	12	12		34
4. Дифференциальное исчисление функций многих переменных					
	Понятие функции многих переменных. Частная производная и дифференциал. Производная по направлению и градиент. Локальный экстремум.	6	6		14
	ВСЕГО	34	34		90

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁶
5. Неопределенный интеграл					
	Первообразная и интеграл. Методы интегрирования: подстановка, по частям, интегрирование рациональных, тригонометрических, иррациональных выражений.	10	10		28
6. Определенный интеграл					
	Понятие определенного интеграла. Методы вычисления. Несобственные интегралы.	6	6		14

⁵ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

⁶ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

	Геометрические и физические приложения.				
7. Дифференциальные уравнения					
	Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные уравнения. Понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Нормальные системы дифференциальных уравнений.	14	14		34
8. Числовые ряды					
	Знакоположительные ряды. Сходимость. Знакопередающие ряды. Ряды с членами произвольных знаков. Абсолютная и условная сходимость.	4	4		14
ВСЕГО		34	34		90

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁷
9. Функциональные и степенные ряды					
	Области сходимости. Разложение функций в ряды Тейлора и Лорана. Применение в приближенных вычислениях.	6	10		24
10. Ряды и преобразование Фурье					
	Разложение периодических функций в ряд Фурье. Интегральное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье.	4	10		33
11. Операционное исчисление					
	Преобразование Лапласа. Прямая и обратная задачи операционного исчисления. Решение дифференциальных уравнений.	7	14		32
ВСЕГО		17	34		89

⁷ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁸
семестр № 1				
1	Комплексные числа и многочлены	Алгебраическое представление комплексного числа. Тригонометрическое представление комплексного числа. Разложение многочленов на множители.	6	14
2	Введение в математический анализ	Пределы последовательности Пределы функций, замечательные пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Непрерывность и точки разрыва.	10	28
3	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Производные элементарных функций. Геометрические приложения, дифференциал. Производные высших порядков, правило Лопиталья. Производные функций, заданных неявно и параметрически. Исследование функций и построение графиков.	12	34
4	Дифференциальное исчисление функций многих переменных	Частные производные и полный дифференциал. Производная по направлению и градиент. Локальный и условный экстремум.	6	14
ИТОГО:			34	90
семестр № 2				
1	Неопределенный интеграл	Понятие и свойства неопределенного интеграла. Табличное интегрирование. Интегрирование подведением под знак дифференциала. Подстановка в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям. Интегрирование рациональных, иррациональных функций, рационально-тригонометрических выражений. Интегрирование иррациональных выражений.	10	28
2	Определенный интеграл	Вычисление определенного интеграла. Геометрические приложения	6	14

⁸ Количество часов самостоятельной работы для подготовки к лабораторным занятиям

		определенного интеграла. Физические приложения определенного интеграла.		
3	Дифференциальные уравнения	Дифференциальные уравнения первого порядка. Общее решение и задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения первого порядка. Линейные уравнения. Понижение порядка дифференциального уравнения Линейные дифференциальные уравнения второго и высших порядков. Системы дифференциальных уравнений.	14	34
4	Числовые ряды	Исследование сходимости знакоположительных рядов. Исследование сходимости знакочередующихся рядов. Ряды с членами произвольных знаков. Абсолютная и условная сходимость	4	14
ИТОГО:			34	90
семестр № 3				
1	Функциональные и степенные ряды	Область сходимости степенного ряда. Разложение функций в степенные ряды. Применение степенных рядов в приближенных вычислениях.	10	24
2	Ряды и преобразование Фурье	Разложения периодических функций в ряды Фурье. Преобразования Фурье.	10	33
3	Операционное исчисление	Прямая и обратная задачи операционного исчисления. Свойства преобразования Лапласа. Решение обратной задачи операционного исчисления для рациональных изображений. Решение дифференциальных уравнений и систем операторным методом.	14	32
ИТОГО:			34	89
ВСЕГО:			102	269

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁹

Не предусмотрено учебным планом

⁹ Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий¹⁰

ИДЗ №1. В работу включаются задачи:

1. Множество комплексных чисел. Алгебраическая форма комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа -1;
2. Разложение на множители, схема Горнера -1;
3. Предел последовательности – 4;
4. Предел функции – 9;
5. Непрерывность. Точки разрыва функции и их классификация – 3.
6. Первый и второй замечательный пределы. Следствие, применение для вычисления пределов – 3.

ИДЗ №2. В работу включаются задачи:

1. Производная функции одной переменной – 15;
2. Производная неявной функции – 1;
3. Производная функции, заданной параметрически – 2;
4. Приложение дифференциала к приближенным вычислениям – 2;
5. Производные и дифференциалы высших порядков – 2;
6. Правило Лопиталю – 2;
7. Исследование функций с помощью производной. Экстремумы, возрастание и убывание функций, асимптоты, выпуклость и вогнутость графика функции – 2;
8. Определение частных производных и частных дифференциалов функции двух переменных – 2;
9. Производная по направлению и градиент: определение, вычисление -1;
10. Локальный экстремум функции двух переменных -1.

ИДЗ №3. В работу включаются задачи:

1. Вычисление неопределенных интегралов – 10;
2. Вычисление определенных интегралов – 2;
3. Несобственные интегралы и их сходимость -2;
4. Геометрические приложения определенного интеграла – 8.

ИДЗ №4. В работу включаются задачи:

1. Нахождение общего решения дифференциальных уравнений первого порядка– 3;
2. Решение задачи Коши для ДУ первого порядка– 2;
3. Нахождение общего решения дифференциальных уравнений высших порядков – 5;
4. Решение задачи Коши для ДУ высшего порядка – 1;
5. Решение системы ДУ – 1;
6. Нахождение суммы числового ряда – 2;
7. Сходимость числовых рядов с положительными членами – 3;
8. Признак сходимости знакопеременяющихся рядов. Абсолютная и условная сходимость – 2.

ИДЗ №5. В работу включаются задачи:

1. Функциональные ряды, их область сходимости – 2;
2. Сумма функционального ряда – 2;
3. Эталонные разложения функций в ряд Маклорена – 1;
4. Применение разложений функций в ряд в приближенных вычислениях – 1;
5. Разложение в ряд Лорана – 1.

¹⁰ Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

ИДЗ №6. В работу включаются задачи:

1. Разложение 2π -периодических функций в ряд Фурье – 1;
2. Разложение $2l$ -периодических функций в ряд Фурье – 1;
3. Разложение в ряд Фурье функций, заданных на промежутке $(0;l)$ – 1;
4. Преобразование Лапласа. Прямая и обратная задачи операционного исчисления – 1;
5. Применение преобразования Лапласа при решении дифференциальных уравнений и их систем – 2.

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента.

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности¹¹

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Устный опрос, работа на практических занятиях
ОПК-1.2. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Выполнение контрольных работ и ИДЗ
ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Выполнение контрольных работ и ИДЗ, экзамен, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Комплексные числа и многочлены	Запись комплексного числа и действия над комплексными числами в алгебраической форме. Геометрическое представление комплексного числа.

¹¹ Повторить пункт 1 для каждой компетенции, закрепленной в разделе 1.

		<p>Тригонометрическая форма комплексного числа. Действия над комплексными числами в тригонометрической форме. Извлечение алгебраических корней из комплексного числа в тригонометрической форме. Нахождение квадратных корней в алгебраической форме.</p> <p>Многочлены от комплексной переменной. Схема Горнера. Теорема Безу. Понятие комплексного корня z_0 многочлена и делимость многочлена на $z - z_0$.</p> <p>Основная теорема алгебры. Каноническое разложение многочлена на линейные множители.</p> <p>Свойство симметрии корней многочлена с вещественными коэффициентами.</p>
2	Введение в математический анализ	<p>Понятие множества. Отображение множеств. Общее понятие функции.</p> <p>Понятие последовательности. Способы задания последовательностей. Ограниченность последовательности. Понятие предела последовательности.</p> <p>Бесконечно малые последовательности и их свойства. Правила нахождения пределов последовательностей и примеры их применения.</p> <p>Признаки существования пределов последовательностей. Понятие функции вещественной переменной. Способы задания функции. Предел функции.</p> <p>Понятие непрерывности функции в точке. Элементарные функции и их непрерывность в точках области определения. Раскрытие неопределенности при нахождении предела функции в точке.</p> <p>Первый замечательный предел и его применение при нахождении пределов.</p> <p>Второй замечательный предел и его использование.</p> <p>Натуральный логарифм и третий замечательный предел. Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Сравнение бесконечно малых величин.</p> <p>Использование эквивалентности бесконечно малых при нахождении пределов.</p> <p>Односторонние пределы.</p> <p>Понятие непрерывности функции на отрезке. Изолированные точки разрыва и их классификация.</p> <p>Равномерная непрерывность.</p>
3	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	<p>Понятие производной функции в точке. Геометрический и физический смысл производной.</p> <p>Общие правила дифференцирования. Правило дифференцирования сложной функции.</p> <p>Производная логарифмической функции $y = \log_a x$.</p> <p>Логарифмическое дифференцирование. Производные степенной и показательной функций.</p> <p>Производные обратных тригонометрических функций. Понятие обратной функции. Теорема о производной обратной функции.</p> <p>Производные функций, заданных неявно и параметрически. Геометрические приложения производной. Уравнение касательной и нормали к кривой в данной точке.</p> <p>Понятие дифференциала функции. Геометрический смысл дифференциала.</p>

		<p>Линеаризация функции. Приближенные вычисления значения функции с помощью ее линеаризации.</p> <p>Свойство инвариантности формы дифференциала при замене переменной.</p> <p>Производные и дифференциалы высших порядков.</p> <p>Понятие локального экстремума функции. Теорема Ферма.</p> <p>Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши.</p> <p>Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей различных типов.</p> <p>Формула Тейлора в форме Пеано. Ее доказательство для случая $n=2$.</p> <p>Нахождение промежутков возрастания и убывания функции.</p> <p>Исследование функции на выпуклость, вогнутость и на экстремум.</p> <p>Исследование характера критических точек второго порядка.</p> <p>Асимптоты графика функции.</p> <p>Общий план исследования поведения функции и построение эскиза графика по характерным точкам.</p>
4	Дифференциальное исчисление функций многих переменных	<p>Понятие функции нескольких аргументов. Способы задания.</p> <p>Предел функции нескольких переменных в точке.</p> <p>Непрерывность функции.</p> <p>Понятие частной производной. Геометрический смысл частной производной для функции двух переменных.</p> <p>Дифференцируемость функции нескольких переменных.</p> <p>Полный дифференциал и его связь с приращением функции.</p> <p>Частные производные сложных и неявных функций нескольких переменных.</p> <p>Понятие точки экстремума функции нескольких переменных. Необходимые условия экстремума.</p> <p>Достаточные условия экстремума. Исследование функций на экстремум.</p> <p>Понятие скалярного поля. Производная по направлению.</p> <p>Градиент функции нескольких переменных и его основное свойство.</p>

**Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)
для экзамена**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Неопределенный интеграл	<p>Понятие первообразной и неопределенного интеграла.</p> <p>Теорема о первообразной непрерывной функции.</p> <p>Простейшие и основные свойства неопределенного интеграла.</p> <p>Таблица основных неопределенных интегралов. Табличное интегрирование.</p> <p>Инвариантность неопределенного интеграла при замене переменной. Преобразование неопределенного интеграла подведением под знак дифференциала.</p> <p>Подстановка в неопределенном интеграле.</p> <p>Тригонометрические подстановки.</p> <p>Интегрирование по частям в неопределенном интеграле.</p> <p>Разложение правильной рациональной функции на</p>

		<p>простейшие дроби. Интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование рационально-тригонометрических выражений. Интегрирование простейших иррациональностей.</p>
2	Определенный интеграл	<p>Понятие определенного интеграла. Теорема о существовании и единственности определенного интеграла. Свойства определенного интеграла. Производная определенного интеграла по верхнему пределу интегрирования. Формула Ньютона-Лейбница. Формула интегрирования по частям в определенном интеграле. Замена переменной в определенном интеграле. Определение площади фигуры и объема тела на основании принципа исчерпывания. Нахождение площадей фигур с помощью определенного интеграла. Вычисление объемов тел вращения с помощью определенного интеграла. Нахождение объемов по площадям параллельных сечений. Нахождение длины дуги кривой с помощью определенного интеграла. Общая схема применения определенного интеграла при решении прикладных задач. Несобственный интеграл первого рода. Сходимость и расходимость. Теорема сравнения для несобственных интегралов с неотрицательной подынтегральной функцией. Теорема об абсолютной сходимости несобственных интегралов первого рода. Абсолютная и условная сходимость. Определение и теорема существования двойного интеграла. Свойства двойного интеграла. Геометрический смысл двойного интеграла.</p>
3	Дифференциальные уравнения	<p>Понятие обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ). ОДУ 1-го порядка. Однородные, линейные уравнения и уравнения в полных дифференциалах. ОДУ высших порядков. Теорема Коши, особые решения. Понижение порядка ОДУ. Линейные однородные и неоднородные уравнения. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения Эйлера. Краевые задачи. Нормальные системы ОДУ, методы интегрирования.</p>
4	Числовые ряды	<p>Числовые ряды. Сходимость и расходимость. Необходимый признак сходимости ряда Ряды с положительными членами. Теорема сравнения. Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами. Радикальный признак Коши сходимости ряда с положительными членами. Интегральный признак сходимости ряда с положительными членами. Понятие остатка ряда. Задача вычисления суммы ряда с данной точностью. Теорема о равносходимости рядов с положительными</p>

		<p>членами.</p> <p>Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница. Задача вычисления суммы знакопередающегося ряда с данной точностью.</p> <p>Абсолютная и условная сходимость числового ряда.</p>
5	Функциональные и степенные ряды	<p>Функциональные ряды. Область сходимости. Понятие равномерной сходимости. Признак равномерной сходимости.</p> <p>Основные теоремы о функциональных рядах.</p> <p>Степенные ряды. Теорема Абеля. Область сходимости степенного ряда.</p> <p>Свойства степенных рядов.</p> <p>Представление функции в виде степенного ряда. Условие равенства функции сумме ее ряда Тейлора.</p> <p>Разложение в ряд Тейлора по степеням x функций $y = e^x$, $y = \cos x$, $y = \sin x$. Биномиальный ряд.</p> <p>Применения степенных рядов.</p>
16	Ряды и преобразование Фурье	<p>Тригонометрический ряд. Ряд Фурье данной периодической функции.</p> <p>Теорема о сходимости ряда Фурье для кусочно-гладкой периодической функции.</p> <p>Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций.</p> <p>Разложение по синусам или по косинусам на полупериоде.</p> <p>Ряды Фурье для периодических функций с произвольным периодом.</p> <p>Интеграл Фурье. Преобразование Фурье. Многомерное преобразование Фурье.</p>
7	Операционное исчисление	<p>Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Теорема единственности для преобразования Лапласа. Прямая и обратная задачи операционного исчисления.</p> <p>Изображения функций 1, $\sin t$, $\cos t$.</p> <p>Свойство линейности преобразования Лапласа. Теорема подобия и примеры ее применения.</p> <p>Теорема сдвига и примеры ее применения.</p> <p>Теорема о дифференцировании изображения.</p> <p>Теорема о дифференцировании оригинала.</p> <p>Теорема об интегрировании оригинала.</p> <p>Понятие свертки двух оригиналов. Теорема о свертке.</p> <p>Решение обратной задачи операционного исчисления для рациональных изображений.</p> <p>Операционный метод решения линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами.</p> <p>Понятие передаточной функции. Интеграл Дюамеля.</p> <p>Теорема запаздывания. Изображение импульсной функции.</p> <p>Функция Дирака и смысл передаточной функции.</p>

Задачи в экзаменационных билетах

Вычислить неопределенные интегралы: $\int \sqrt[3]{(1+x)^2} dx$, $\int \frac{\sin 3x}{\cos^4 3x} dx$, $\int \frac{x}{x^2 - 5x + 4} dx$,

$\int \frac{dx}{\sqrt{x} - \sqrt[3]{x}}$, $\int (x^2 - 2x + 5)e^{-x} dx$, $\int \frac{3\sqrt{x} + 4x^2 - 5}{2x^2} dx$, $\int \frac{3x dx}{4x^2 + 1}$, $\int \cos^2 4x dx$, $\int \frac{dx}{\sqrt{x} - \sqrt[3]{x}}$, $\int x^2 e^{-x} dx$.

1. Вычислить определенные интегралы: $\int_{-1}^2 x^3 dx$, $\int_2^3 \frac{dy}{y^2 - 2y - 8}$, $\int_0^1 xe^x dx$, $\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^4}$.
 2. Найти площадь фигуры, ограниченной одной аркой циклоиды $x = a(t - \sin t)$, $y = a(1 - \cos t)$ и отрезком оси абсцисс.
 3. Вычислить площадь фигуры, ограниченной астроидой $x = a \cos^3 t$, $y = a \sin^3 t$.
 4. Вычислить длину дуги кривой $y^2 = x^3$, отсеченной прямой $x = 4/3$.
 5. Вычислить объем тела, полученного при вращении вокруг оси Oх фигуры, ограниченной кривыми $xy=4$, $x=1$, $y=4$, $y=0$.
 6. Найти длину дуги кривой $y = \ln(1 - x^2)$ от $x=0$ до $x=1/2$.
 7. Вычислить объем тела, полученного при вращении вокруг оси Oх фигуры, ограниченной линией $y = (x + 4)^2$.
 8. Найти площадь фигуры, лежащей в правой полуплоскости и ограниченной окружностью $x^2 + y^2 = 8$ и параболой $y^2 = 2x$.
 9. Вычислить длину дуги кривой $y = \frac{2}{3} \sqrt{(x-1)^3}$ от точки с абсциссой $x_1 = 1$ до точки с абсциссой $x_2 = 9$.
 10. Вычислить длину дуги кривой $y = \sqrt{(x+1)^3}$ ($-1 \leq x \leq 1$).
 11. Вычислить объем тела, полученного при вращении вокруг оси Oх фигуры, ограниченной линиями $x = 0$, $y = 0$, $y = \cos x$.
 12. Решите уравнения с разделяющимися переменными: $4x dx - 3y dy = 3x^2 y dy - 2xy^2 dx$, $2x\sqrt{1-y^2} dx + y dy = 0$, $ey(1+x^2) dy - 2x(1+ey) dx = 0$.
 13. Найти частное решение уравнений, удовлетворяющее начальному условию: $2x dx - y dy = y^2 x dy - x^2 y dx$, $y(2) = -3$, $xy(1+x^2)y' = 1+y^2$, $y(1) = -1$.
 14. Решите однородные уравнения: $(x+y) dx + x dy = 0$, $y' = (2y+x)/(2x-y)$.
 15. Найти решение задачи Коши для линейного дифференциального уравнения: $y' + y \cos x = e - \sin x$, $y(\pi/2) = 0$.
 16. Решить задачу Коши понижением порядка: $y^{IV} = \frac{(4\sqrt{x}+1)^2}{x}$, $y(1) = 0$, $y'(1) = 1$, $y''(1) = -1$, $y'''(1) = 2$.
 17. Решить задачу Коши понижением порядка: $y''' = 128y^3$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 8$.
 18. Решить задачу Коши для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами: $y'' - 7y' + 6y = 0$, $y(0) = 2$, $y'(0) = 0$.
 19. Решить линейное неоднородное дифференциальное уравнение: $y'' - 4y' + 5y = (16 - 12x)e^{-x}$.
 20. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений: $\begin{cases} x' = 3x - 4y \\ y' = x - 2y \end{cases}$.
 21. Найти сумму ряда или установить его расходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3}{(7n-6)(7n+1)}$.
 22. Найти сумму ряда или установить его расходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{3^n}$.
 23. Исследовать на сходимость ряды, используя признаки сравнения: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos^4(\frac{\pi n}{2})}{4^n + n^2}$, $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\sin n}{n^2 - 3}$.
 24. Исследовать ряд на сходимость, используя радикальный признак Коши: $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n+1}{3n+1}\right)^{n^2}$.
 25. Исследовать на сходимость ряд по признаку Даламбера: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{10^{2n} n!}{(2n+1)!}$.
-

26. Применяя признак сравнения и интегральный признак Коши, исследовать на сходимость ряд: $\sum_{n=3}^{\infty} \frac{1}{(3n-5)ln^2(4n-7)}$.
27. Исследовать на абсолютную и условную сходимость ряды: $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(n+1)lnn}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n 2n^2}{n^4 - n^2 + 1}$.
28. Найти сумму ряда: $\sum_{n=5}^{\infty} \frac{90}{n^2 - 5n + 4}$.
29. Исследовать ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n(n+1)}{5^n}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n-1}{2n}\right)^{n^2}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{(4+9n)^3}}$.
30. Исследовать на условную и абсолютную сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{\sqrt{n+1}}$, $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n+1}{n^2}$.
31. Найти интервал сходимости степенного ряда и исследовать на сходимость на концах интервала сходимости: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{2n-1}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{n9^n}$.
32. Разложить функцию в ряд Маклорена по степеням x , используя известные разложения, указать область сходимости: $\frac{x}{\sqrt{9+x^2}}$.
33. Вычислить приближенно с указанной степенью точности δ : $\sqrt[3]{7}$, $\delta = 10^{-3}$.
34. Вычислить интеграл с точностью до 0,001: $\int_0^2 \frac{dx}{\sqrt{2+x^3}}$.
35. Разложить функцию в ряд Лорана в окрестности точки $z_0=5$: $f(z) = z e^{\frac{x}{z-5}}$.
36. Найти область сходимости ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} x^n t g \frac{x}{2^n}$.
37. Найти область сходимости ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+5)^{2n-1}}{2n+4^n}$.
38. Найти сумму ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{n+2}}{n(n+1)}$.
39. Найти сумму ряда: $\sum_{n=2}^{\infty} (n+1)x^{n-2}$.
40. Разложить функцию в ряд Маклорена: $x \sqrt[3]{27-2x}$.
41. Вычислить интеграл с точностью до 0,001: $\int_0^1 \sqrt{x} \sin x dx$.
42. Разложить в ряд Фурье периодическую с периодом 2π функцию $f(x)$, заданную на отрезке $[-\pi; \pi]$: $f(x) = \begin{cases} 0, & -\pi \leq x < 0, \\ 4 - 2x, & 0 \leq x \leq \pi. \end{cases}$
43. Разложить в ряд Фурье в указанном интервале периодическую функцию $f(x)$ с периодом $2l$: $f(x) = 1 - |x|$, $-3 < x < 3$, $l = 3$.
44. Разложить в ряд Фурье функцию $f(x)$, заданную на интервале $(0; \pi)$, продолжив ее четным и нечетным образом: $f(x) = (x+1)^2$.
45. Разложить в ряд Фурье периодическую функцию, заданную на интервале длины периода. Построить график функции. Найти сумму полученного ряда. $f(x) = \begin{cases} -x + 1, & -3 < x \leq 0 \\ 2, & 0 < x \leq 3. \end{cases}$
46. Разложить функцию в ряд Фурье по косинусам и синусам (продолжить четным и нечетным образом на симметричный интервал). Построить график функции: $f(x) = x/2$, $0 < x \leq 2$.
47. Разложить функцию в ряд Фурье: $f(x) = \cos \frac{x}{2}$, $(-\pi; \pi)$, $T = 2\pi$.
48. Написать интеграл Фурье для функции: $f(x) = \begin{cases} 2^x, & x > 1 \\ 0, & x < 1. \end{cases}$
49. Найти синус- и косинус-преобразование Фурье: $f(x) = \begin{cases} chx, & 0 \leq x \leq \pi/2 \\ 0, & x > \pi/2. \end{cases}$
50. Найти оригинал по заданному изображению: $\frac{p}{(p+1)(p^2+4p+5)}$.
51. Операционным методом решить задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения: $y'' + 2y' + 10y = 2e^{-t} \cos 3t$, $y(0) = 5$, $y'(0) = 1$.

Операционным методом решить систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = 3x + 5y + 2 \\ \dot{y} = 3x + y + 1 \end{cases}, x(0) = 0, y(0) = 2.$$

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме написания контрольных работ и защиты ИДЗ.

Защита ИДЗ проводится в форме устного опроса студента по выполненной работе и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы. Примерные тематика и состав контрольной работы:

Вычисление пределов последовательности.

Первый и второй замечательные пределы.

Вычисление производной функции одной переменной.

Правило Лопиталья.

Функции многих переменных.

Неопределенный интеграл.

Определенный интеграл.

Числовые ряды.

Функциональные ряды:

1. Найти интервал сходимости степенного ряда и исследовать на сходимость на концах интервала сходимости: $\sum_{n=1}^{\infty} (2x)^n$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{n2^n}$.
2. Разложить функцию в ряд Маклорена по степеням x , используя известные разложения, указать область сходимости: $\frac{1}{\sqrt{e^x}}$.
3. Вычислить приближенно с указанной степенью точности δ : $e^2, \delta = 10^{-3}$.
4. Вычислить интеграл с точностью до 0,001: $\int_0^{0,5} e^{-\frac{1}{5}x^2} dx$.
5. Разложить функцию в ряд Лорана в окрестности точки $z_0=2$: $f(z) = z \cos \frac{1}{z-2}$.

Дифференциальные уравнения:

1. Решите уравнение с разделяющимися переменными: $y' - x^2y = 2xy$.
2. Найти частное решение уравнения, удовлетворяющее начальному условию:

$$xydx + (1 + y^2)\sqrt{1 + x^2}dy = 0, y(\sqrt{8}) = 1.$$

3. Решите однородное уравнение: $xy' = y + 2x$.
4. Найти решение задачи Коши для линейного дифференциального уравнения: $y' + (2y/x) = x$, $y(1) = 0$.
5. Решить задачу Коши понижением порядка: $y''' = 3 + \cos^2 2x$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 2$, $y''(0) = -1$.
6. Найти общее решение дифференциального уравнения понижением порядка: $xy'''' + y''' = 1$.
7. Решить задачу Коши понижением порядка: $4y^3y'' = y^4 - 1$, $y(0) = \sqrt{2}$, $y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}$.
8. Решить задачу Коши для линейного дифференциального уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами: $y'' + 8y' + 16y = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$.
9. Решить линейное неоднородное дифференциальное уравнение: $y'''' + 3y''' + 2y'' = 1 - x^2$.
10. Найти общее решение системы дифференциальных уравнений:
$$\begin{cases} x' = 3x + 2y \\ y' = 3x + 4y \end{cases}$$

Ряды Фурье:

1. Разложить в ряд Фурье периодическую функцию, заданную на интервале длины периода. Построить график функции. Найти сумму полученного ряда.

$$f(x) = \begin{cases} 3, & -2 < x \leq 0 \\ -2x, & 0 < x \leq 2. \end{cases}$$

- Разложить функцию в ряд Фурье по косинусам и синусам (продолжить четным и нечетным образом на симметричный интервал). Построить график функции:
 $f(x) = 4 - x, 0 < x \leq 2$.
- Разложить функцию в ряд Фурье: $f(x) = shx, (-\pi; \pi), T = 2\pi$.
- Написать интеграл Фурье для функции: $f(x) = \begin{cases} e^{-ax}, x > 0 \\ 0, x < 0. \end{cases} a > 0$.
- Найти синус- и косинус-преобразование Фурье: $f(x) = \begin{cases} \sin x, 0 \leq x \leq \pi \\ 0, x > \pi. \end{cases}$

Операционное исчисление.

Критерии оценки контрольной работы: контрольная работа оценивается по 5-тибалльной шкале: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета и экзаменов используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично¹².

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно

¹² В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

		неточности формулировок		сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов математического анализа	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

		затруднения		
--	--	-------------	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследований объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа

1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления, т. 1, 2 / Н. С. Пискунов. - М.: Интеграл-Пресс, 2006. - 416 с., 544 с.
2. Сборник задач по математике для вузов, т. 2, 3 / под ред. А. В. Ефимова и А. С. Поспелова. – М.: Физматлит, 2003. – 432 с., 576 с.
3. Математический анализ. Часть I: Учебное пособие. / Зуев С. В. – Белгород: изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – 84 с.
4. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа. / Г. Н. Берман. – Спб.: Профессия, 2005. – 432 с.
5. Бермант А. Ф. Краткий курс математического анализа: учеб. для втузов / А. Ф. Бермант, И. Г. Араманович. – 9-е изд. – М.: Физматлит, 2003. – 799 с.
6. Сергиенко Е. Н. Дифференциальные уравнения. Учебно-практическое пособие. / Е. Н. Сергиенко. – Белгород.: БИЭИ, 2001. – 71 с.
7. Сборник типовых расчетов по высшей математике. / под ред. В. Б. Миносцева. – М.: МГИУ, 2001. – 511 с.
8. Функции нескольких переменных. Поверхности второго порядка: Методические указания к выполнению индивидуальных домашних заданий для студентов всех специальностей. / Сергиенко Е. Н., Ситников Б. Д., Селиванова Е. В. – Белгород: изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2003. – 53 с.
9. Старков С. Н. Математические формулы и графики. / С. Н. Старков. – Спб.: Питер, 2007.-63 с.
10. Универсальный справочник. / А. Д. Полянин, В. Д. Полянин, В. А. Попов. – М.: АСТ, 2005.-480 с.
11. Цикунов А. Е. Сборник формул по математике. / А. Е. Цикунов. – М.: Text, 2007. 160 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>
4. <http://www.math24.ru> – собрание кратких сведений по математическому анализу и дифференциальным уравнениям.
5. <http://mathserfer.com> – достаточное полное изложение материалов дисциплины с доказательствами и примерами.

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 2020 /2021 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № 8 заседания кафедры от «21» 04 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ (Поляков В.М.)
подпись, ФИО

Директор института _____ (Белоусов А.В.)
подпись, ФИО

³ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁴ Нужно подчеркнуть