

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Агафонов Александр Викторович
Должность: директор филиала
Дата подписания: 20.08.2022 12:33:48
Уникальный программный ключ:
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И
ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению расчетно-графических работ №2 по
дисциплине
«Математика»**

Направление подготовки	08.03.01 (код и наименование направления подготовки)
Направленность подготовки	Строительство (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	Бакалавр
Форма обучения	очно-заочная

Чебоксары, 2022

Методические рекомендации по выполнению расчетно-графических работ №2 по дисциплине «Математика» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01. Учебно-методическое пособие. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического института, 2022.

Одобрено кафедрой «Управления в технических системах и программирования». Протокол заседания кафедры от 16 сентября 2022 г. № 1.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Кульпина Т. А.

1. Цель и организация выполнения расчетно-графической работы

Цель расчетно-графической работы - выявить знания студентов методологических основ математики, умение применять эти знания в анализе социально-экономических явлений, производить расчеты, привить обучающимся навыки самостоятельной работы с применением математических методов.

В ходе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен проявить умение самостоятельно работать с учебной и научной математической литературой, применять математическую методологию в анализе конкретных данных, уметь вычислять пределы, находить производные, находить интегралы.

Выполнение расчетно-графической работы включает следующие этапы:

- ознакомление с программой дисциплины «Математика», методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы;
- проработка соответствующих разделов методологии математики по рекомендованной учебной литературе, конспектам лекций;
- выполнение расчетов с применением освоенных методов;

Завершенная работа представляется для проверки на кафедру преподавателю в установленные учебным графиком сроки. Срок проверки не более 5-7 дней. Преподаватель проверяет качество работы, отмечает положительные стороны, недостатки работы и оценивает ее. Обучающиеся, не подготовившие расчетно-графическую работу, к экзамену не допускаются.

2. Выбор варианта и структура расчетно-графической работы

Задания для расчетно-графических работ составляются преподавателем, который ведет данную дисциплину, и утверждаются кафедрой.

Номер варианта расчетно-графической работы выбирается обучающимся по последней цифре в шифре номера зачетной книжки. Так, например, если последняя цифра шифра 1, то обучающийся выполняет расчетно-графическую работу по варианту № 1.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении 1.

Во введении содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с.).

В расчетной части обучающийся должен показать умение применять математические методы расчетов, рассчитывать необходимые данные, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, ссылками на математические формулы, анализом и выводами. Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Все расчеты относительных показателей нужно производить с принятой в математике точностью вычислений: коэффициенты - до 0,001, а проценты - до 0,1.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны быть обоснованными, подтверждаться предварительным анализом цифрового материала.

В заключении расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

После заключения приводится список литературы, включающий только те источники, которые были использованы при выполнении расчетно-графической работы и на которые имеются ссылки в тексте работы.

При описании литературных источников необходимо указать:

- фамилии и инициалы авторов;
- название книги, сборника, статьи;
- место издания;
- издательство;
- год издания;
- количество страниц или конкретные страницы (последние в случае ссылки на статью или статистический сборник).

Стандартный формат описания источников приведен в списке литературы.

3. Требования к оформлению расчетно-графической работы

При оформлении расчетно-графической работы необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Объем работы - 10-15 страниц текста на стандартных листах формата А4, набранных на компьютере с использованием текстового редактора или вручную (письменно), табличного процессора или других программных средств (размер шрифта - 14 пунктов, интервал - 1,5).

2. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля слева и справа не менее 25 мм для замечаний преподавателя-консультанта.

3. В тексте не должно быть сокращений слов, кроме общепринятых.

4. Все промежуточные данные проводимых расчетов и результаты следует представлять в явном виде.

5. Все таблицы должны иметь сквозную нумерацию. Приведенные в работе иллюстрации (графики, диаграммы) должны иметь подписуточные подписи.

6. Описание литературных источников выполняется в соответствии со стандартными требованиями, приведенными в предыдущем разделе.

4. Теоретический материал и примеры решения задач

Предел последовательности.

Число a называется пределом последовательности $\{x_n\}$

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \dots$ (пределом переменной x_n или пределом функции $f(n)$), если каково бы ни было наперед заданное положительное число ε , всегда можно найти такое натуральное число N , что для всех членов последовательности с номерами $n > N$, будет выполняться неравенство

$$|x_n - a| < \varepsilon.$$

Это неравенство равносильно таким двум неравенствам:

$$a - \varepsilon < x_n < a + \varepsilon .$$

Число N зависит, вообще говоря, от выбранного ε .

Если уменьшить число ε , то соответствующий ему номер N увеличится.

Для последовательности (или для переменной x_n) необязательно существует предел, но если этот предел есть, то он единственный.

Если число a есть предел последовательности $\{x_n\}$ с общим членом $x_n = f(n)$ или переменной величины x_n , то это символически записывается так:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a .$$

В том случае, когда переменная величина x_n имеет предел, равный a , говорят, что эта переменная величина или последовательность $\{x_n\}$ сходится к a .

Последовательность, не имеющую предела, называют расходящейся.

Переменная величина x_n может стремиться к своему пределу различными способами: 1) оставаясь меньше своего предела, 2) оставаясь больше своего предела, 3) колеблясь около своего предела и 4) принимая значения, равные своему пределу.

Выбор числа ε произволен, но после того как оно выбрано, никаким изменениям в дальнейшем оно не должно подвергаться.

Задача 1. Доказать, что последовательность с общим членом

$$x_n = \frac{n}{n+1} \text{ имеет предел, равный } 1 .$$

Решение. Выберем произвольно положительное число ε и покажем, что для него можно определить такое натуральное число N будет выполняться неравенство , в котором надо взять $a=1$; $x_n = \frac{n}{n+1}$, т.е. неравенство:

$$\left| 1 - \frac{n}{n+1} \right| < \varepsilon .$$

После приведения в скобках к общему знаменателю получим:

$$\left| \frac{n+1-n}{n+1} \right| < \varepsilon , \text{ или } \left| \frac{1}{n+1} \right| < \varepsilon .$$

Но если $\left| \frac{1}{n+1} \right| < \varepsilon$, то $\frac{1}{n+1} < \varepsilon$. Из последнего неравенства следует, что $n+1 > \frac{1}{\varepsilon}$, $n > \frac{1}{\varepsilon} - 1$.

Если $a < b$, то $\frac{1}{a} > \frac{1}{b}$.

Значит, если номер N больше, чем $\frac{1}{\varepsilon} - 1$, то неравенство будет выполняться. Теперь надо решить вопрос о числе N , о котором идёт речь в определении. За число N можно принять наибольшее целое число, содержащееся в числе $\frac{1}{\varepsilon} - 1$. Наибольшее целое число, содержащееся в числе x , обозначается знаком $E(x)$.

На основании этого наибольшее целое число, содержащееся в числе $\frac{1}{\varepsilon} - 1$, надо обозначить так: $E\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)$.

Итак, можно принять

$$N = E\left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)$$

(предполагается, что $E\left(\frac{1}{\varepsilon}-1\right) > 0$, иначе N не будет натуральным и его надо брать равным 1).

Заключение: По произвольному заданному положительному числу ε мы нашли такое натуральное число N , что для всех номеров $n > N$ неравенство (11.4) действительно выполняется, а этим и доказано, что 1 является пределом последовательности с общим членом

$$x_n = \frac{n}{n+1}.$$

Бесконечно малые и бесконечно большие величины.

Если переменная величина x_n имеет своим пределом нуль $\lim x_n = 0$, то она называется бесконечно малой. Это же определение можно высказать и в другой формулировке:

Переменная величина x_n называется бесконечно малой, если для всякого наперёд заданного положительного числа ε можно указать такое натуральное число N что $|x_n| < \varepsilon$ для всех номеров n , которые больше N .

Ни одно число, кроме нуля, не может быть отнесено к бесконечно малым величинам.

Алгебраическая сумма нескольких бесконечно малых величин есть также величина бесконечно малая. (Алгебраической суммой называется такая сумма, члены которой присоединяются друг к другу не только при помощи знака плюс, но и при помощи знака минус).

Разность двух бесконечно малых величин есть величина бесконечно малая.

Произведение ограниченной переменной величины на бесконечно малую есть величина бесконечно малая.

Отсюда следует:

Об отношении двух бесконечно малых величин иногда говорят, что оно представляет собой «неопределенность» вида $\frac{0}{0}$.

Вычисление предела отношения двух бесконечно малых часто называется также раскрытием «неопределённости» вида $\frac{0}{0}$.

Бесконечно большие величины.

Переменная величина x_n называется бесконечно большой, если для всякого наперёд заданного числа $M > 0$ можно указать такое натуральное N , что для всех номеров n , больших N , выполняется неравенство $|x_n| > M$. Короче: переменная величина x_n называется бесконечно большой, если, начиная с некоторого номера, она становится и остаётся при всех последующих номерах по абсолютной величине больше любого заданного положительного числа M . Если x_n есть величина бесконечно большая, то это записывается так $\lim x_n = \infty$, или $x_n \rightarrow \infty$.

Следует обратить внимание, что из определения бесконечно большой величины следует, что знак x_n роли не играет, а требуется лишь, чтобы абсолютная величина x_n , т.е. $|x_n|$, могла быть сделана больше любого наперед заданного положительного числа.

Переменная, принимающая значения, обратные по величине соответственным значениям бесконечно большой величины, есть величина бесконечно малая (хотя в некоторых учебниках

и применяются условные записи $\frac{1}{\infty} = 0$ и $\frac{1}{0} = \infty$, но их следует всячески избегать, так как:

1) Делить на нуль запрещено.

2) Делить же на ∞ тоже нельзя, ибо ∞ не число, а символ, делить же на символы. Об отношении двух бесконечно больших величин говорят, что оно представляет собой «неопределённость» вида $\frac{\infty}{\infty}$, а отыскание этого отношения называется «раскрытием неопределенности».

Задача 2. Найти $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7n^2 + 2n - 3}{5n^2 - 4n + 4}$.

Решение.

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7n^2 + 2n - 3}{5n^2 - 4n + 4} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7 + \frac{2}{n} - \frac{3}{n^2}}{5 - \frac{4}{n} + \frac{4}{n^2}} = \\ &= \frac{\lim_{n \rightarrow \infty} 7 + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{n} - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3}{n^2}}{\lim_{n \rightarrow \infty} 5 - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4}{n} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{4}{n^2}} = \frac{7 + 2 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} - 3 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2}}{5 - 4 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} + 4 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2}} = \frac{7}{5} \end{aligned}$$

Определение предела функции.

Число A называется пределом функции $f(x)$ при x , стремящемся к a (или в точке a), если для любого наперёд заданного положительного числа ε (хотя бы и как угодно малого) можно найти такое положительное число δ , что для всех значений x , входящих в область определения функции, отличных от a и удовлетворяющих условию $|x - a| < \delta$, имеет место неравенство $|f(x) - A| < \varepsilon$.

Число e .

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e;$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{1}{x}} = e;$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{k}{x}\right)^x = e^k;$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} (1+kx)^{\frac{1}{x}} = e^k$$

5. Задания расчётно-графической работы №2.

Задание1. Вычислить.

$$1. \lim_{x \rightarrow 7} \frac{3x+5}{x-5}.$$

$$2. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}.$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 0} x \cos \frac{1}{x}.$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2 - x - 1}{(x-1)^2}.$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{x+2} - \sqrt{6-x}}{x^2 - 4}.$$

$$6. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{x} - 1}{\sqrt[3]{x} - 1}.$$

$$7. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + 2}{4x^5 + x + 1}.$$

$$8. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[4]{x^9 + 1}}{x^2 + \sqrt{x}}.$$

$$9. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2^{x+1} + 3^{x+1}}{2^x + 3^x}.$$

$$10. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x + \sin x}{x - \cos x}.$$

Задание 2. Вычислить.

$$1. \lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + 1} - \sqrt{x^2 - 1}).$$

$$2. \lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + 2} + x).$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{1-x} - \frac{2}{1-x^2} \right).$$

$$4. \lim_{x \rightarrow \infty} x \sin \frac{1}{x}.$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 4x}{\sin 8x}.$$

$$6. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x^6}{\sin^5 x}.$$

$$7. \lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \operatorname{tg} \frac{\pi x}{2}.$$

$$8. \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x-3}{2x-1} \right)^{4x}.$$

$$9. \lim_{x \rightarrow \infty} [x(\ln(1-x) - \ln x)].$$

$$10. \lim_{x \rightarrow 0} \left(1 + 2x^2 \right)^{\frac{\sin x}{x^2}}.$$

Задание3. Исследовать на непрерывность функцию.

$$1. y = \frac{\sin x}{x}.$$

$$2. y = \begin{cases} \frac{\sin x}{x}, & x \neq 0, \\ 1, & x = 0. \end{cases}$$

$$3. y = \frac{1}{1 + 2^{\frac{1}{x+3}}}.$$

$$4. y = 3^{\frac{1}{x-2}}.$$

$$5. y = \frac{x^2 - 1}{x - 1}.$$

$$6. y = \frac{2}{x - 4}.$$

$$7. y = \frac{1}{1 + 3^{\frac{1}{x+3}}}.$$

$$8. y = 7^{\frac{1}{x-2}}.$$

$$9. y = \frac{x^2 - 3}{x - 1}.$$

$$10. y = \frac{6}{x - 9}.$$

Задание4. Найти производную функции.

$$1. y = \sqrt[3]{\frac{x^2 - 1}{x^2 + 1}}.$$

$$2. y = \frac{12}{x^2 + x + 1}.$$

$$3. y = \sqrt{\frac{(x+1)(x^2 - 2)}{3 - x}}.$$

$$4. y = \sqrt{\ln x + 1} + \ln(\sqrt{x} + 1).$$

$$5. y = 5^{x^3} \ln^2 x.$$

$$6. y = \log_2 \frac{(x-2)^5}{(x+3)^2}.$$

$$7. y = \sin^2 \sqrt[3]{x}.$$

$$8. y = \frac{\sin^3 x}{\sqrt{\cos 2x}}.$$

$$9. y = \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{3}} + \operatorname{ctg} 4x.$$

$$10. y = x^4 (e^{3x} - 5).$$

Задание 5. Найти производную функции.

$$1. y = \sin x e^{\cos x}.$$

$$2. y = \log_4 \ln(x + \sqrt{x^2 + 12}).$$

$$3. y = x^x.$$

$$4. y = x^{\sin^2 x}.$$

$$5. y = x^{x^x}.$$

$$6. \ y = \frac{\sqrt[3]{x^2 + 1} e^{2x} \cos^3 x}{\ln^4(3x - 2)}.$$

$$7. \ x^2 - xy + \ln y = 2.$$

$$8. \ e^y + e^{-x} + \cos xy = 0.$$

$$8. \ x^3 + xy^2 = 6tgy.$$

$$9. \ 2^x \sin y - \arcsin(2 - 3y) = 0$$

$$10. \ y = x^{\sin^2 x}.$$

Задание6. Вычислить предел, используя правило Лопиталя.

1. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x}{e^x}.$

2. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x + e^{-x} - 2}{x^2}.$

3. $\lim_{x \rightarrow 0} x \ln x.$

4. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x+1}}{\sqrt{x-1}}.$

5. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x + \sin x}{x - \sin x}.$

6. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\sqrt{1+x^2} - \sqrt[3]{1+x^3} \right).$

7. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + x^2 - 6x}{x^3 - x + 16}.$

8. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\ln(x^2 - 3)}{x^2 + 3x - 10}.$

9. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x + e^{-3x} - 2}{x^4}.$

10. $\lim_{x \rightarrow 0} 10x \ln x.$

Задание7. Найти промежутки возрастания и убывания функции, промежутки выпуклости, точки экстремума и точки перегиба.

1. $y = x^3 - 2x^2 - 7x + 4.$

2. $y = \frac{x^3}{1+x^2}.$

3. $y = x^2 \ln x.$

$$4. y = \sqrt{\ln^2 x - 1}.$$

$$5. y = 3x^2 - 6x$$

$$6. y = \sqrt{\frac{1+x}{\ln x}}$$

$$7. y = 2x^3 - 3x^2 + 15.$$

$$8. y = 2x^2 + \ln x.$$

$$9. y = x^3 - 6x^2.$$

$$10. y = xe^x.$$

Задание 8. Исследовать функцию и построить график.

$$1. y = \frac{3-4x}{2+5x}.$$

$$2. y = \frac{1+x^2}{1-x^2}.$$

$$3. y = \frac{3x^5}{2+x^4}.$$

$$4. y = x^2 + x.$$

$$5. y = x^2 + \frac{1}{x^2}.$$

$$6. y = \frac{(x-1)^3}{(x+1)^2}.$$

$$7. y = x + \frac{27}{x^3}.$$

$$8. y = (2+x)e^{-x}.$$

$$9. y = e^{\sqrt[3]{x^2}}.$$

$$10. y = x^2 + \frac{1}{x^3}$$

Задание 9. Вычислить интеграл.

$$1. \int \frac{dx}{1-2x}.$$

$$2. \int \cos(3x+2)dx.$$

$$3. \int \sqrt[3]{3-x}dx.$$

$$4. \int \frac{dx}{4x+3}.$$

$$5. \int e^{-2x+7} dx.$$

$$6. \int xe^{x^2} dx.$$

$$7. \int \frac{xdx}{\sqrt{1-x^2}}.$$

$$8. \int \frac{2^{\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx.$$

$$9. \int x^2 e^{5x^3+3} dx.$$

$$10. \int \frac{\ln x}{x} dx.$$

Задание 10. Вычислить интеграл.

$$1. \int xe^{-2x} dx.$$

$$2. \int (2+3x)e^{\frac{x}{3}} dx.$$

$$3. \int x \ln x dx.$$

$$4. \int (x^3 + 1) \ln x dx .$$

$$5. \int x^2 \sin x dx .$$

$$6. \int \ln^2 (2x + 3) dx .$$

$$7. \int x 2^{-x} dx .$$

$$8. \int \arctg x dx .$$

$$9. \int \ln^2 x dx .$$

$$10. \int e^x \sin 2x dx .$$

6. Критерии оценки расчетно-графической работы и типовые ошибки при ее выполнении.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

оценка «зачтено» выставляется обучающемуся в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения;

оценка «не зачтено» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

Типовые ошибки при выполнении расчетно-графической работы

При выполнении расчетно-графической работы по математике часто встречаются следующие ошибки:

1. Не соблюдены правила оформления расчетно-графической работы.
2. Не выдержана структура расчетно-графической работы (отсутствует библиографический список, теоретическая часть к задаче и т. д.).
3. Не указаны единицы измерения полученных результатов.
4. В задаче отсутствуют выводы или содержимое выводов к задаче неконструктивны.
5. Отсутствие готовности обучающегося отвечать на теоретические вопросы, являющиеся основой для решения задачи.
6. Не соблюдаются правила математического округления полученного результата.
7. Задание на расчетно-графическую работу выполнено не по своему варианту.

7. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. Сборник задач по высшей математике: учебное пособие. 1 курс / К. Н. Лунгу [и др.]. - М. : Айрис-пресс, 2010. – 592 с.
2. Сборник задач по высшей математике: учебное пособие. 2 курс / К. Н. Лунгу [и др.]. - М. : Айрис-пресс, 2006. – 576 с.
3. Баврин И. И. Высшая математика : учебник / И. И. Баврин . - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ВЛАДОС, 2004. – 560 с.
4. Шипачев, В. С. Задачник по высшей математике : учебное пособие для вузов / В. С. Шипачев. - 6-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2006. – 304 с.
5. Шипачев В. С. Высшая математика [Электронный ресурс] : учебник / В.С. Шипачев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 479 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469720>
6. Высшая математика в упражнениях и задачах : учеб. пособие для вузов. В 2-х ч. Ч. 1 / П. Е. Данко [и др.]. - 6-е изд. - М. : ОНИКС : Мир и Образование, 2006.

б) дополнительная литература

1. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: тридцать шесть лекций. В 2-х частях. Ч. 1 / Д. Т. Письменный . - 6-е изд. - М. : Айрис-пресс, 2006. – 288 с.
2. Выгодский, М. Я. Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. - М. : Астрель; АСТ, 2005. – 991 с.
3. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисление: учеб. пособие. В 2 т. Т. 1 / Н. С. Пискунов. - Изд. стереотип. - М. : Интеграл-Пресс, 2004. - 416 с.
4. Данилов Ю. М. Математика: Учеб. пособие / Ю.М. Данилов, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова и др.; Под ред. Л.Н. Журбенко, Г.А. Никоновой; КГТУ. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 496 с.
5. Березина Н. А. Математика: Учебное пособие / Н.А. Березина, Е.Л. Максина. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 175 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для написания РГР

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Znaniy.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znaniy.com>
3. «КнигаФонд» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : <http://www.knigafund.ru>
4. Электронный каталог Национальной библиотеки ЧР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbchr.ru>.
5. Издательство ЛАНЬ [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа : <https://e.lanbook.com/>