

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 17.07.2022 09:09:51  
Уникальный идентификатор:  
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра управления в технических системах и программирования**



**Математика**

(наименование дисциплины)

**Методические указания  
для проведения практических работ № 2**

Направление  
подготовки

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств**  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность  
(профиль) подготовки

**Технология машиностроения**  
(наименование профиля подготовки)

Квалификация  
выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная, заочная**

Методические указания разработаны  
в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности:  
**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

---

Авторы:  
Кульпина Т.А,  
доцент, к.т.н. кафедры управления в технических системах  
программирования

---

*ФИО, ученая степень, ученое звание или должность, наименование кафедры*

Методические указания одобрены на заседании кафедры\_  
Транспортно-технологические машины

---

*наименование кафедры*

протокол № 10 от 15.05.2021 года.

## **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 подрисовочные 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  $\varepsilon$ , 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  $\varepsilon$  .

Если уменьшить число  $\varepsilon$  , 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 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 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  $E\left(\begin{matrix} 1 \\ -1 \\ \varepsilon \end{matrix}\right) > 0$ , иначе  $N$  не будет натуральным и его надо брать равным 1).

**Заключение:** По произвольному заданному положительному числу 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 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  $\infty$  тоже нельзя, ибо  $\infty$  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 (хотя бы и как угодно малого) можно найти такое положительное число  $\delta$ , 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.

**Задание 1.** Вычислить.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$10.10. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x + \sin x}{x - \cos x}.$$

**Задание 2.** Вычислить.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$10.10. \lim_{x \rightarrow 0} \left( 2x^2 \frac{\sin x}{x} \right).$$

**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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$10.10. y = x^{\sin^2 x}.$$

**Задание6.** Вычислить предел, используя правило Лопиталья.

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Задание 10.** Вычислить интеграл.

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

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

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. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.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/>