



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS
по международному стандарту ISO 9001:2015

Институт информационных технологий и коммуникаций

КАФЕДРА «ВЫСШАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Методические указания

к выполнению студентами лабораторной работы по дисциплине

"Математический анализ"

Для студентов направления

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Автор: доцент кафедры «Высшая и прикладная математика» Терновая Г.Н.
Рецензент: доцент кафедры «Высшая и прикладная математика»,
 к.ф.-м.н., Ильясова А.К.

Методические указания утверждены на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика» протокол № 9 от 31.08. 2020 г.

ПОНЯТИЕ, ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Лабораторная работа студентов (ЛРС) - особая форма организации учебного процесса, представляющая собой планируемую познавательную, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без непосредственного участия преподавателя.

Целью ЛРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

Задачи ЛРС:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретической подготовки;
- формирование умений использовать справочную и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- выработка навыков эффективной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

ЛРС - важная составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом.

Основным принципом организации ЛРС является комплексный, системный подход, направленный на формирование у студента навыков репродуктивной, поисково-аналитической, практической и творческой (научно-исследовательской) деятельности.

Организационные мероприятия, обеспечивающие нормальное функционирование ЛРС, основываются на следующих предпосылках:

- лабораторная работа конкретна по своей предметной направленности;
- лабораторная работа сопровождается эффективным, непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

В зависимости от степени, формы участия и организации контроля лабораторная

работа студента подразделяется на два вида: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная лабораторная работа обучающихся проходит под методическим и организационным руководством преподавателя и предполагает самостоятельное выполнение обучающимися групповых и/или индивидуальных учебных заданий (задач).

Аудиторная лабораторная работа обучающихся предусматривает:

- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ, составление схем, диаграмм;
- решение задач;
- работу со справочной, методической и научной литературой;
- представление результатов выполненных работ;
- тестирование и т.д.

Внеаудиторная лабораторная работа обучающихся - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая вне расписания, в том числе посредством Интернет-технологий, по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Лабораторная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики лабораторной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Главное при выполнении заданий по лабораторной работе научиться методам умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной лабораторной работы.

Ежедневной учебной работе студенту следует уделять не менее 9 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий лабораторной работе необходимо отводить не менее 3 часов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С УЧЕБНОЙ И НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

В основе лабораторной работы всегда лежит умение работать с учебной и научной литературой. Необходимо научиться правильно подбирать литературу, научиться правильно ее читать и вести записи. Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой позволяют экономить время и повышают продуктивность.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература также указана в методических разработках по дисциплине.

Основные *приемы* работы с литературой можно свести к следующим:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);
- обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит экономить время);
- определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие - просто просмотреть;
- при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателем, который поможет сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;
- все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);
- следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием - научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать).

Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет об учебной и научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться.

Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые

рассматриваются в книге. Следующий этап - чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. С этой целью необходимо завести специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении учебно-научного текста:

- информационно-поисковая (задача - найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде - как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. - использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного

Аннотирование - предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование - краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование - лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование - дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование - краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект - сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта

Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта.

Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры.

Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

ЗАДАНИЯ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Изучить учебную литературу и подготовиться к опросу по следующим вопросам.

Для студентов очной формы обучения.

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ

1. Элементы математической логики. Построение математических предложений. Взаимно-обратные и взаимно-противоположные теоремы. Необходимость и достаточность. Символика математической логики и ее использование.

2. Множества. Алгебра множеств. Вещественные и комплексные числа. Отношение двух элементов 2-х множеств. Функция как бинарное отношение. Классификация функций. Элементарные функции, тригонометрические и обратные тригонометрические функции.
 3. Числовые последовательности и их пределы; операции над последовательностями. Ограниченные и неограниченные последовательности и их основные свойства. Бесконечно малые последовательности.
 4. Сходящиеся последовательности, свойства пределов последовательностей.
 5. Монотонные последовательности. Число e . Необходимые и достаточные условия сходимости последовательностей.
 6. Предел функции в точке. Предел функции на бесконечности. Свойства функций, имеющих предел.
 7. Непрерывные функции и их основные свойства.
 8. Бесконечно малые функции и их свойства.
 9. Бесконечно большие функции и их свойства, их связь с бесконечно малыми функциями.
 10. Сравнение бесконечно малых. Эквивалентные бесконечно малые. Их использование при вычислении пределов.
 11. Свойства непрерывных в точке функций. Предел и непрерывность сложной функции. Равномерная непрерывность.
 12. Односторонние пределы. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва функций и их классификация.
 13. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
1. – 10. Найти пределы функций, не пользуясь правилом Лопиталя.
1. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^2 + 2x - 1}{3x - 2x^2 + 5}$; б) $\lim_{x \rightarrow 6} \frac{x^2 - 6x}{\sqrt{1 + 4x} - \sqrt{2x + 13}}$;
 в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x \cdot \operatorname{tg} x}{\cos x - \cos^3 x}$; г) $\lim_{x \rightarrow 4} (9 - 2x)^{\frac{5x}{x-4}}$.
 2. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 4x - 3}{5x^2 - 2x^3 + 7}$; б) $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{5x + 4} - 2\sqrt{6}}{x - 4}$;
 в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2x^2 \cdot \sin x}{\operatorname{tg} x - \sin x}$; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} (3x - 5)(\ln(2x + 5) - \ln(3 + 2x))$.
 3. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{8x^2 - 3x^4 + 6}{2x^4 + x^3 - 5x}$; б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{3+x} - \sqrt{3-x}}{5x}$;
 в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \cdot \arcsin 2x}{1 - \cos 4x}$; г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{3x^2 + 1}{3x^2 - 4} \right)^{2x^2 - 5}$.
 4. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 - 6x + 8}{3x^2 + x - 4}$; б) $\lim_{x \rightarrow 7} \frac{\sqrt{2x + 2} - 4}{14 - 2x}$;

$$\begin{array}{ll}
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos 2x - \cos^2 2x}{3x \cdot \sin 5x}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow 0} (1+3x)^{\frac{5}{x}}. \\
5. \text{ а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{10x^2 - 8x + 11}{6x - 2x^2 + 3}; & \text{б) } \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{x - \sqrt{x}}; \\
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 5x}{x^2 \cdot \operatorname{ctg} 3x}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{6x+5}{6x} \right)^{3x-4}. \\
6. \text{ а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x-7}{5x^2+1}; & \text{б) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{5x}{\sqrt{6+2x} - \sqrt{6}}; \\
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos^4 x}{\operatorname{arctg} x \cdot \sin 5x}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow \infty} (x-3)(\ln x - \ln(x-2)). \\
7. \text{ а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{8x^5 + 3x^3 - 4}{4x^5 - 2x^2 + 5}; & \text{б) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + 2x}{\sqrt{3-2x} - \sqrt{x+3}}; \\
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \cdot \operatorname{tg} 6x}{1 - \cos x}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow -2} (5+2x)^{\frac{7x}{x+2}}. \\
8. \text{ а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{7x^3 + 5x - x^4}{3x^4 - 2x^2 + 1}; & \text{б) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{5-2x^2} - \sqrt{5}}{x^2 + x^3}; \\
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin 4x}{\sin 3x + \sin x}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{5x+4}{5x-3} \right)^{6x-5}. \\
9. \text{ а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 - 5x + 6}{6x^2 + x^3 - 3x}; & \text{б) } \lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2 - 1}{\sqrt{7+3x} - 2}; \\
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg}^2 \frac{x}{2} \cdot \operatorname{ctg} x}{x}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow \infty} (3x+1)(\ln(x+4) - \ln x). \\
10. \text{ а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{4x^2 - 6x + 1}{7x + 3x^2 - 5}; & \text{б) } \lim_{x \rightarrow 2} \frac{\sqrt{2x} - 2}{x^2 - 4}; \\
\text{в) } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos^3 x}{x^3}; & \text{г) } \lim_{x \rightarrow 5} (2x-9)^{\frac{3}{x-5}}.
\end{array}$$

1. – 10. Задана функция $y = f(x)$. Требуется: 1) исследовать на непрерывность; 2) классифицировать точки разрыва функции, если они существуют; 3) исследовать поведение функции на бесконечности; 4) сделать схематический чертеж по результатам исследования.

$$\begin{array}{ll}
1. \text{ а) } f(x) = 3^{\frac{1}{x+1}}; & \text{б) } f(x) = \begin{cases} 3x+1 & \text{при } x \leq 0 \\ 1-x^2 & \text{при } 0 < x \leq 1. \\ 3 & \text{при } x > 1 \end{cases} \\
2. \text{ а) } f(x) = \frac{1}{2^{\frac{1}{x-1}}}; & \text{б) } f(x) = \begin{cases} 1-3x & \text{при } x \leq 0 \\ 1-x^2 & \text{при } 0 < x \leq 2. \\ \frac{1}{x-2} & \text{при } x > 2 \end{cases} \\
3. \text{ а) } f(x) = 5^{\frac{1}{4-x}}; & \text{б) } f(x) = \begin{cases} 1-2x & \text{при } x \leq 0 \\ x^2 & \text{при } 0 < x \leq 2. \\ 2x & \text{при } x > 2 \end{cases} \\
4. \text{ а) } f(x) = 6^{\frac{1}{x-2}}; & \text{б) } f(x) = \begin{cases} x-3 & \text{при } x < 0 \\ x+1 & \text{при } 0 \leq x \leq 4. \\ 3+\sqrt{x} & \text{при } x > 4 \end{cases} \\
5. \text{ а) } f(x) = \frac{1}{3^{\frac{1}{x}}}; & \text{б) } f(x) = \begin{cases} x+\pi & \text{при } x < -\pi \\ \sin x & \text{при } -\pi \leq x \leq 0. \\ \log_3 x & \text{при } x > 0 \end{cases}
\end{array}$$

$$6. \text{ а) } f(x) = (0,1)^{\frac{1}{2x+1}}; \quad \text{б) } f(x) = \begin{cases} \cos x & \text{при } x \leq 0 \\ 2-x & \text{при } 0 < x \leq 1. \\ \frac{1}{x} & \text{при } x > 1 \end{cases}$$

$$7. \text{ а) } f(x) = (0,2)^{\frac{1}{3x-2}}; \quad \text{б) } f(x) = \begin{cases} x^2 + 4 & \text{при } x < -2 \\ 3x + 2 & \text{при } -2 \leq x \leq 2. \\ 12 - x^2 & \text{при } x > 2 \end{cases}$$

$$8. \text{ а) } f(x) = 7^{\frac{1}{4x-2}}; \quad \text{б) } f(x) = \begin{cases} \cos x & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{tg} x & \text{при } 0 < x \leq \frac{\pi}{4}. \\ 1 & \text{при } x > \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$9. \text{ а) } f(x) = (0,1)^{\frac{1}{3-2x}}; \quad \text{б) } f(x) = \begin{cases} 3-x & \text{при } x \leq 0 \\ \lg x & \text{при } 0 < x \leq 10. \\ 11-x & \text{при } x > 10 \end{cases}$$

$$10. \text{ а) } f(x) = \frac{1}{3^{\frac{1}{2+x}}}; \quad \text{б) } f(x) = \begin{cases} \sin x & \text{при } x < 0 \\ \operatorname{tg} x & \text{при } 0 < x < \frac{\pi}{2} \\ 2 & \text{при } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Тема 2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ.

14. Производная функции. Ее физическая и геометрическая интерпретация. Понятие дифференцируемости функции. Связь между дифференцируемостью и непрерывностью функции.
15. Понятие дифференциала функции. Дифференцируемые функции.
16. Производная суммы, произведения, частного функций; дифференцирование сложной функции
17. Вычисление производных элементарных функций.
18. Производная обратной функции. Вычисление производных обратных функций. Логарифмическая производная.
19. Производная параметрических и неявно заданных функций.
20. Инвариантность формы первых дифференциалов. Применение дифференциала к приближенным вычислениям.
21. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
22. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя.
23. Условие возрастания и убывания функций. Точки локального экстремума. Достаточные условия локального экстремума.
24. Наибольшее и наименьшее значения непрерывной функции на замкнутом отрезке. Выпуклость и вогнутость кривой. Точки перегиба.

25. Асимптоты кривых. Общая схема исследования свойств функции и построение ее графика.

1. – 10. Найти производные y' данных функций.

1. а) $y = \sqrt[3]{x^4 + 5x} - \sqrt[4]{(5x-7)^3}$; б) $y = \frac{1 + \operatorname{tg} 2x}{1 - \operatorname{tg} 2x}$; в) $y = (\cos x)^x$;

г) $y = \operatorname{arctg} \sqrt{x} - \sqrt{x}$.

2. а) $y = \frac{3x}{\sqrt[3]{2+7x}} - 10\sqrt[3]{2+7x}$; б) $y = \cos^5 4x$; в) $y = x^{e^x}$;

г) $y = x \cdot \arcsin x + \sqrt{1-x^2}$.

3. а) $y = x \sqrt{\frac{1+x^2}{1-x}}$; б) $y = \operatorname{tg} \ln \sqrt{x}$; в) $y = 5^{\cos^3 x}$; г) $y = (x^2 - 1)^{\operatorname{tg} x}$.

4. а) $y = x + \frac{1}{x + \sqrt{x^2 + 1}}$; б) $y = \sin \sqrt{1+x^2}$; в) $y = \ln \operatorname{ctg} \sqrt[5]{x}$;

г) $y = (\arccos x)^{5x}$.

5. а) $y = \frac{1}{\sqrt[3]{2x-1}} + \frac{5}{\sqrt[4]{(x^3+2)^3}}$; б) $y = \cos \ln^3 x$; в) $y = (e^{\sin x} - 1)^6$;

г) $y = (5x-1)^{\sqrt{x}}$.

6. а) $y = x \cdot \sqrt[5]{\frac{2}{1+x}}$; б) $y = \frac{1 + \sin 7x}{1 - \sin 7x}$; в) $y = 2^{\frac{1-x}{1+x}}$; г) $y = (\ln x)^x$.

7. а) $y = \sqrt[3]{1+x\sqrt{x+3}}$; б) $y = \sqrt{1+\ln^2 x}$; в) $y = e^{\frac{4}{x^2}}$;

г) $y = (x+1)^{\arcsin x}$.

8. а) $y = \sqrt[3]{\frac{1+x^2}{1-x^2}}$; б) $y = e^{1+\ln^2 x}$; в) $y = \operatorname{arccotg} \frac{5}{x}$; г) $y = (\sin x)^{\cos x}$.

9. а) $y = \sqrt{\frac{x+\sqrt{x}}{x-\sqrt{x}}}$; б) $y = \arcsin \frac{2x+1}{3}$; в) $y = e^{-5\operatorname{tg}^2 3x}$;

г) $y = (\cos 4x)^{x+5}$.

10. а) $y = \frac{\sqrt{1+3x^2}}{2+3x^2}$; б) $y = e^{-x^2} \cdot \cos^4(2x+3)$; в) $y = (e^{\operatorname{tg} x} - 4)^5$;

г) $y = (1 + \operatorname{tg} x)^{x^3}$.

11. а) Записать уравнение нормали к кривой $y = x^2 - 16x + 7$ в точке с абсциссой $x = 1$.

б) Закон движения материальной точки $S(t) = 2t^5 - 6t^3 - 58$ (м). Найти скорость ее движения в момент времени $t = 2$ с.

12. а) В какой точке кривой $y^2 = 4x^3$ касательная перпендикулярна к прямой $x + 3y - 1 = 0$.

б) Закон движения материальной точки $S(t) = \frac{3}{4}t^4 - 3t^3 + 7$ (м). В какие моменты времени скорость ее движения равна 0 м/с?

13. а) Записать уравнение касательной к кривой $y = \frac{x^2}{4} - x + 5$ в точке с абсциссой $x = 4$.

б) По оси Ox движутся две материальные точки, законы движения которых $x(t) = 4t^2 - 7$ (м) и $x(t) = 3t^2 - 4t + 38$ (м). С какой скоростью эти точки удаляются друг от друга в момент встречи?

14. а) В каких точках кривой $y = \frac{1}{3}x^3 - \frac{5}{2}x^2 + 7x + 4$ касательная составляет с осью Ox угол $\frac{\pi}{4}$?

- б) Закон движения материальной точки $S(t)=3t^4-t^3+4t^2+6$ (м). Найти скорость ее движения в момент времени $t=2$ с.
15. а) Записать уравнение нормали к кривой $y=3\operatorname{tg}2x+1$ в точке с абсциссой $x=\frac{\pi}{2}$.
- б) Материальная точка движется по гиперболы $xy=12$ так, что ее абсцисса x равномерно возрастает со скоростью 1 м/с. С какой скоростью изменяется ордината точки, когда она проходит положение (6; 2)?
16. а) В какой точке кривой $y=2x^3-1$ касательная составляет с осью Ox угол $\frac{\pi}{3}$?
- б) Закон движения материальной точки $S(t)=4\sin\left(\frac{t}{3}+\frac{\pi}{6}\right)-8$ (м). Найти ее скорость в момент времени $t=\frac{\pi}{2}$ с.
17. а) Найти точку на кривой $y=\frac{x^4}{4}-7$, касательная в которой параллельна прямой $y=8x-4$.
- б) Закон движения материальной точки $S(t)=\frac{5}{3}t^3-2t+7$ (м). Найти скорость ее движения в момент времени $t=4$ с.
18. а) Записать уравнение нормали к кривой $y=6\operatorname{tg}5x$ в точке с абсциссой $x=\frac{\pi}{20}$.
- б) В какой точке параболы $y^2=16x$ ордината возрастает в четыре раза быстрее, чем абсцисса?
19. а) Найти точки на кривой $y=\frac{x^3}{3}-9\frac{x^2}{2}+20x-7$, в которых касательные параллельны оси Ox .
- б) По оси Ox движутся две материальные точки, законы движения которых $x(t)=2t^3-2t^2+6t-7$ (м) и $x(t)=\frac{5t^3}{3}-t^2+14t+4$ (м). В какой момент времени их скорости будут равными?
20. а) Найти точку на кривой $y=-3x^2+4x+7$, касательная в которой перпендикулярна к прямой $x-20y+5=0$.
- б) Закон движения материальной точки $S(t)=\frac{5}{3}t^3-\frac{1}{2}t^2+7$ (м). В какой момент времени ее скорость будет равна 42 м/с?

Приложения дифференциального исчисления

1. – 10. Найти указанные пределы, используя правило Лопиталя.

- | | |
|---|--|
| 1. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln(x+5)}{\sqrt[4]{x+3}}$; | б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin 4x}{5-5 \cdot e^{-3x}}$. |
| 2. а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x - x}{x - \sin x}$; | б) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x}{x^5}$. |
| 3. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(a^{\frac{1}{x}} - 1\right)x$; | б) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{\sqrt[3]{1+2x+1}}{\sqrt{2+x+x}}$. |
| 4. а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1-\cos^2 x}{x^2 - \sin x^2}$; | б) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln(x+7)}{\sqrt[7]{x-3}}$. |
| 5. а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x - x}{2\sin x + x}$; | б) $\lim_{x \rightarrow \infty} x^2 \cdot e^{-0,01x}$. |
| 6. а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x}{x^2}$; | б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1-\cos 8x}{\operatorname{tg}^2 8x}$. |
| 7. а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\frac{\pi}{x}}{\operatorname{ctg}\left(\frac{\pi x}{2}\right)}$; | б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\ln x}{1-x^3}$. |

$$8. a) \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{tg} x}{\operatorname{tg} 5x}; \quad б) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \cos x}{x}.$$

$$9. a) \lim_{x \rightarrow \infty} x \cdot \sin\left(\frac{3}{x}\right); \quad б) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 2x^2 - x + 2}{x^3 - 7x + 6}.$$

$$10. a) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \cdot \cos x - \sin x}{x^3}; \quad б) \lim_{x \rightarrow \infty} (x^3 \cdot e^{-x})$$

11. – 20. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $y = f(x)$ на отрезке $[a, b]$.

$$11. f(x) = \frac{x+6}{x^2+13}, [-5; 5]. \quad 12. f(x) = \frac{x-3}{x^2+16}, [-5; 5].$$

$$13. f(x) = \frac{x-4}{x^2+9}, [-4; 6]. \quad 14. f(x) = \frac{10x}{1+x^2}, [0; 3].$$

$$15. f(x) = \frac{2(x^2+3)}{x^2-2x+5}, [-3; 3]. \quad 16. f(x) = 4 - x - \frac{4}{x^2}, [1; 4].$$

$$17. f(x) = x^2 + \frac{16}{x} - 16, [1; 4]. \quad 18. f(x) = \frac{x-5}{x^2+11}, [-3; 7].$$

$$19. f(x) = 2x^2 + \frac{108}{x} - 59, [2; 4]. \quad 20. f(x) = \frac{4x}{4+x^2}, [-4; 2].$$

21. – 30. Провести полное исследование указанной функции методами дифференциального исчисления и построить ее график.

$$21. y = \frac{x^2 + 2x + 1}{x}. \quad 22. y = \frac{x}{(x-1)^2}.$$

$$23. y = \frac{x^2}{x^2 - 1}. \quad 24. y = \frac{x}{x^2 + 1}.$$

$$25. y = \frac{(x-2)^2}{x+1}. \quad 26. y = \frac{x^2 - x - 1}{x^2 - 2x}.$$

$$27. y = \frac{(x-5)^2}{(x+1)^2}. \quad 28. y = \frac{x^2 - 1}{x^2}.$$

$$29. y = \left(\frac{x+1}{1-x}\right)^2. \quad 30. y = \frac{x^2 - 1}{x}.$$

Тема 3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

26. Понятие функции нескольких переменных. Понятие n -мерного пространства. Метрические и евклидовы пространства, полные пространства, компактные множества, связные множества.
27. Сходящиеся и ограниченные последовательности точек в n -мерном пространстве и их свойства.
28. Предельное значение функции нескольких переменных необходимые и достаточные условия его существования. Непрерывность функции нескольких переменных. Равномерная непрерывность.

29. Понятие частных производных. Дифференцируемость. Дифференцирование сложной функции.
30. Дифференциал функции нескольких переменных.
31. Производная по направлению. Градиент.
32. Частные производные и дифференциалы высшего порядка. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
33. Дифференцирование неявных функций.
34. Локальный (безусловный) экстремум. Необходимые условия локального экстремума. Достаточные условия.
35. Понятие условного экстремума. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия. Глобальный экстремум.

1. – 10. Для данной функции $z = f(x, y)$ найти частные производные z'_x и z'_y .

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. $z = e^{xy}$; | 2. $z = e^{-\cos(2x+y)}$; |
| 3. $z = \ln(x^2 + y^2 + 2y + 1)$; | 4. $z = \sin^2(y - 3x)$; |
| 5. $z = \frac{y}{x}$; | 6. $z = y \cdot \sqrt{\frac{y}{x}}$; |
| 7. $z = \frac{\sin(x-y)}{x}$; | 8. $z = \arctg \frac{x}{y}$; |
| 9. $z = y \cdot \sqrt{\frac{x}{y}}$; | 10. $z = e^{\frac{y}{x}}$. |

11. – 20. Исследовать функцию $z = f(x, y)$ на экстремум.

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 11. $z = x^2 - xy + y^2 - 4x$; | 12. $z = x^2 + 3y^2 + x - y$; |
| 13. $z = 3 - 2x^2 - xy - y^2$; | 14. $z = x^2 + 3y^2 + x - y$; |
| 15. $z = xy - 2x - y$; | 16. $z = \frac{1}{2}x^2 - xy$; |
| 17. $z = 2x + y - xy$; | 18. $z = x^2 + xy$; |
| 19. $z = x^2 + xy - 2$; | 20. $z = 10 + 2xy - x^2$. |

21. – 30. Дана функция $z = f(x, y)$, точка $A(x_0, y_0)$, вектор $\bar{a}$. Найти:

- 1) направление и скорость наибольшего возрастания функции в точке A .
- 2) Производную функции в точке A , в направлении вектора $\bar{a}$.
- 3) Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности $z = f(x, y)$ в точке A .

- | | | |
|----------------------------|--------------|-------------------------|
| 21. $z = 2x^2 + xy$, | $A(-1; 2)$, | $\bar{a} = 3i + 4j$. |
| 22. $z = x^3 + xy^2$, | $A(1; 3)$, | $\bar{a} = -5i + 12j$. |
| 23. $z = 5x^2y + 3xy^3$, | $A(1; 1)$, | $\bar{a} = 6i - 8j$. |
| 24. $z = \frac{3x}{y^2}$, | $A(3; 4)$, | $\bar{a} = -3i - 4j$. |

25. $z = \frac{x+y}{x^2+y^2}$, $A(1;-2)$, $\bar{a} = i + 2j$.
26. $z = x^2 + xy + y^2$, $A(1;2)$, $\bar{a} = 2i + j$.
27. $z = 3x^2y^2 + 5y^2x$, $A(1;1)$, $\bar{a} = -i + j$.
28. $z = 3x^4 + 2x^2y^3$, $A(1;-2)$, $\bar{a} = 4i - 3j$.
29. $z = 5x^2 + 6xy$, $A(2;1)$, $\bar{a} = i + 2j$.
30. $z = 5x^2 - 2xy + y^2$, $A(1;1)$, $\bar{a} = 2i + j$.

Тема 4. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ. НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ И ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛЫ

36. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла.
37. Основные методы интегрирования. Замена переменной. Интегрирование по частям. Интегрирование простейших дробей.
38. Интегралы от некоторых функций, содержащих квадратные трехчлены.
39. Интегрирование рациональных дробей.
40. Интегрирование тригонометрических и гиперболических функций.
41. Интегралы от иррациональных функций.
42. Интегрирование дифференциального бинома.
43. Интегрирование иррациональностей с помощью тригонометрических и гиперболических подстановок.
44. Понятие об интегралах, не выражающихся через элементарные функции.
45. Задачи, приводящие к понятию интеграла. Определение определенного интеграла. Теорема существования. Свойства определенного интеграла. Интеграл Римана-Стилтьеса; интеграл Римана; критерий интегрируемости, функции ограниченной вариации.
46. Интеграл с переменным верхним пределом. Первообразная функция.
47. Вычисление определенного интеграла: формула Ньютона - Лейбница, интегрирование по частям, замена переменной в определенном интеграле.
48. Несобственные интегралы. Признаки сходимости.
49. Геометрические приложения определенного интеграла. Приложения определенного интеграла в механике.

1. – 10. Найти неопределенные интегралы.

1. а) $\int \frac{4 - 5 \arccos x}{\sqrt{1-x^2}} dx$; б) $\int (3x+2) \cdot e^{2x} dx$;

- в) $\int \frac{x^2 - 6x - 3}{(x-1)^2(x+3)} dx$; г) $\int \frac{dx}{1 - \sin x}$
 д) $\int \frac{dx}{5 + \sqrt{x+3}}$;
 2. а) $\int \frac{dx}{x \cdot \sqrt{1 - \ln^2 x}}$; б) $\int \sqrt{x} \cdot \ln x \cdot dx$;
 в) $\int \frac{(6x+8)dx}{(x+3)(x^2+1)}$; г) $\int \cos^3 x \cdot \sin^{10} x dx$;
 д) $\int \frac{dx}{1 + \sqrt{3x-2}}$
 3. а) $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{16+x^6}}$; б) $\int (6-5x) \cdot \cos 3x dx$;
 в) $\int \frac{(10x+1)dx}{(x-2)^2(x+5)}$; г) $\int \cos 7x \cdot \sin 5x dx$;
 д) $\int \frac{dx}{2 - \sqrt{x-4}}$;
 4. а) $\int \frac{3^{\operatorname{arctg} x} + 1}{\sin^2 x} dx$; б) $\int x \arcsin x dx$;
 в) $\int \frac{(3x+7)dx}{(x+1)(x^2+5)}$; г) $\int \frac{dx}{5 + 2 \cos x}$;
 д) $\int \frac{dx}{1 + \sqrt{x+5}}$;
 5. а) $\int \frac{\sin(3x)dx}{\sqrt{\cos^2(3x)-4}}$; б) $\int (4-3x) \cdot e^{\frac{x}{3}} dx$;
 в) $\int \frac{x^2 + 2x + 2}{x^2(x+6)} dx$; г) $\int \sin^2(5x) dx$;
 д) $\int \frac{dx}{\sqrt[3]{2x+3+5}}$;
 6. а) $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{9-x^8}}$; б) $\int (x^2 - 2x + 5) \cdot \ln x dx$;
 в) $\int \frac{x^2 + 27x + 32}{(x+4)^2 \cdot (x-3)} dx$; г) $\int \operatorname{tg}^3 x dx$;
 д) $\int \frac{dx}{(x+1)\sqrt{x-3}}$;
 7. а) $\int \frac{3 - 2 \operatorname{arctg} x}{1+x^2} dx$; б) $\int (8x+5) \cdot \sin \frac{x}{2} dx$;
 в) $\int \frac{(11x+30)dx}{(x-2)(x^2+10)}$; г) $\int \frac{dx}{\cos^2 x - 4 \sin^2 x}$;
 д) $\int \frac{dx}{\sqrt[3]{x^2(1+\sqrt[3]{x})}}$;
 8. а) $\int \frac{6 \operatorname{tg} x + 5}{\cos^2 x} dx$; б) $\int \left(x^2 + \frac{1}{3}\right) \operatorname{arctg} x dx$;
 в) $\int \frac{2x^2 + 23x - 16}{(x+5)^2(x+2)} dx$; г) $\int \frac{dx}{\cos x - \sin x - 1}$;
 д) $\int \frac{dx}{\sqrt{4x-3}+2}$;

$$9. \text{ а) } \int \frac{2^x dx}{\sqrt{1-4^x}}; \quad \text{б) } \int \frac{\ln x}{x^7} dx;$$

$$\text{в) } \int \frac{11x^2 - 24x - 16}{(x-4) \cdot x^2} dx; \quad \text{г) } \int \sin 8x \cdot \sin 3x dx;$$

$$\text{д) } \int \frac{dx}{3 + \sqrt[3]{x+4}};$$

$$10. \text{ а) } \int \frac{x^4 dx}{25 - x^{10}}; \quad \text{б) } \int \frac{x}{2} \cdot \sin x \cdot \cos x dx;$$

$$\text{в) } \int \frac{(14x-1)}{(x-8)(x^2+5)}; \quad \text{г) } \int \frac{dx}{3\cos x - 2};$$

$$\text{д) } \int \frac{dx}{\sqrt[3]{x-5} \cdot (4 + \sqrt[3]{x-5})}.$$

11. – 20. Вычислить несобственный интеграл или установить его расходимость.

$$11. \int_2^{\infty} \frac{x^3 dx}{x^4 - 5}; \quad 12. \int_2^{\infty} \frac{dx}{\sqrt[4]{(3-x)^3}}; \quad 13. \int_1^{\infty} \frac{dx}{(x+3)^2};$$

$$14. \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2 - 2x + 2}; \quad 15. \int_{-\infty}^1 \frac{dx}{\sqrt{4-3x}}; \quad 16. \int_1^{\infty} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 1}};$$

$$17. \int_1^{\infty} \frac{x^2 dx}{\sqrt{8+x^3}}; \quad 18. \int_2^{\infty} \frac{dx}{x\sqrt{\ln x}}; \quad 19. \int_e^{\infty} \frac{dx}{x(1 + \ln^2 x)};$$

$$20. \int_0^{\pi/4} \frac{dx}{\sin^2(2x)}.$$

21. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $xy=3$, $x+y=4$. Сделать чертеж.

22. Вычислить длину дуги $y^2=(x-1)^3$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(2;1)$. Сделать чертеж.

23. Вычислить объем тела, полученного вращением вокруг оси Ox фигуры, ограниченной линиями $y^2=6x$; $y=2x$. Сделать чертеж.

24. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линией, заданной в полярной системе координат уравнением $r=2(1+\cos\varphi)$. Сделать чертеж.

25. Вычислить длину дуги линии, заданной параметрически

$$\begin{cases} x=3\cos^3 t \\ y=3\sin^3 t, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}.$$

26. Вычислить объем тела, полученного вращением вокруг оси Oy фигуры, ограниченной линиями $y=3-\frac{x^2}{3}$ и $x+y=3$. Сделать чертеж.

27. Вычислить площадь фигуры, ограниченной замкнутой линией, заданной параметрически: $\begin{cases} x=4\cos t \\ y=3\sin t. \end{cases}$ Сделать чертеж.

28. Вычислить длину дуги кривой, заданной в полярной системе координат уравнением: $r=4\sin\varphi$. Сделать чертеж.

29. Вычислить объем тела, полученного вращением вокруг оси Ox фигуры, ограниченной линиями $y=\cos x$; $y=0$; $-\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2}$. Сделать чертеж.

30. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y=e^x$, $y=e^{-x}$, $y=5$. Сделать чертеж.

Тема 5. КРАТНЫЕ И КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

50. Обобщение интеграла по мере. Двойной интеграл и его свойства.
51. Вычисление двойного интеграла. Замена переменных. Якобиан Полярная система координат.
52. Приложения двойного интеграла.
53. Тройной интеграл, его свойства. Вычисление тройного интеграла.
54. Сферические и цилиндрические системы координаты.
55. Приложения тройного интеграла.
56. Задачи, приводящие к понятиям криволинейного интеграла. Его определение и свойства, вычисление.
57. Геометрические и механические приложения криволинейных интегралов.
58. Связь между криволинейным интегралом и двойным. Формула Грина
1. – 10. Дан двукратный интеграл. Изобразить на чертеже область интегрирования. С помощью этого интеграла найти ее площадь.
1. $\int_0^1 dx \int_{2x}^{3-x^2} dy;$
2. $\int_0^1 dy \int_y^{2-y^2} dx;$
3. $\int_0^1 dx \int_x^{4-x^2} dy;$
4. $\int_0^1 dx \int_{2x}^{1+x^2} dy;$
5. $\int_0^1 dy \int_{y^2}^{5-4y} dx;$
6. $\int_1^{1.5} dx \int_{2x-1}^{\frac{3}{x}} dy$
7. $\int_0^1 dy \int_{\frac{y}{4}}^{4-y^2} dx;$
8. $\int_{-5}^0 dx \int_{4x}^{5-x^2} dy;$
9. $\int_{-7}^0 dy \int_{6y}^{7-y^2} dx$
10. $\int_0^1 dx \int_{2+x^2}^{4-x^2} dy.$
11. Вычислить двойной интеграл $\iint_D (1+x+2y+2xy) dx dy$, где область интегрирования D ограничена линиями $x=N$, $y=x$ $y=2x$, где N - номер варианта. Сделать чертеж.
12. Вычислить тройной интеграл $\iiint_V (2xyz+x) dx dy dz$, где область интегрирования V задана плоскостями $x=0$, $y=0$, $z=0$, $x=N$, $y=2$, $z-x=0$ где N - номер варианта. Сделать чертеж.
13. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (y+1)dx - (2-x)dy$ вдоль дуги L окружности $x=2\cos t$, $y=2\sin t$ от точки $A(2;0)$ до точки $B(0;2)$, обходя ее против часовой стрелки.
14. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (3y+x^2)dx - x dy$ вдоль дуги L параболы $y=3x^2$ от точки $O(0;0)$ до точки $A(1;3)$.
15. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (x^2+3y)dx + (y-2x)dy$ вдоль дуги L параболы $y=1-x^2$ от точки $A(0;1)$ до точки $B(1;0)$.

16. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (3x-2y)dx+2ydy$ вдоль L – эллипса $x=4\cos t, y=2\sin t$, обходя его против часовой стрелки.
17. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (y-x)dx+\frac{3x}{y}dy$ вдоль дуги L кривой $y=e^x$ от точки $A(0;1)$ до точки $B(1;e)$.
18. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (y+2)dx-(x+y)dy$ вдоль прямой $L: y=2-3x$ от точки $A(0;2)$ до точки $B(1;-1)$.
19. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (x-2y^2)dx+(xy-\sqrt{x})dy$ вдоль дуги L параболы $y=3\sqrt{x}$ от точки $O(0;0)$ до точки $A(1;3)$.
20. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L \frac{3-y}{x}dx+(2x+1)dy$ вдоль дуги L кривой $y=\ln x$ от точки $A(1;0)$ до точки $B(e;1)$.
21. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (3y+2x)dx-(x-2y)dy$ вдоль прямой $L: y=2x-1$ от точки $A(0;-1)$ до точки $B(1;1)$.
22. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L (2x^2-xy)dx+(4+x^2)dy$ вдоль дуги L гиперболы $xy=1$ от точки $A(1;1)$ до точки $B(2;\frac{1}{2})$.

Тема 6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Дифференциальные уравнения первого порядка

59. Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия.
60. Задачи Коши. Теорема существования и единственности решения.
61. Графический метод построения интегральных кривых (метод изоклин).
62. Дифференциальные уравнения первого порядка: с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах.
63. Геометрические и физические задачи, математической моделью которых являются дифференциальные уравнения первого порядка.

Тема 7. Дифференциальные уравнения высших порядков

64. Дифференциальные уравнения высших порядков. Основные понятия.
65. Задачи Коши. Теорема существования и единственности решения.
66. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.
67. Линейные однородные уравнения. Структура общего решения.
Определитель Вронского и его свойства.
68. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных.
69. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод подбора частного решения.

70. Системы дифференциальных уравнений.

71. Геометрические и физические задачи, математической моделью которых являются дифференциальные уравнения высших порядков.

1. – 10. Найти общие решения дифференциальных уравнений первого порядка.

- | | |
|--|---|
| 1. а) $xy' = y - \sqrt{xy}$; | б) $xy' - y = (x+1)^3 x^2$. |
| 2. а) $y' = \frac{y}{x} \ln \frac{y}{x}$; | б) $xy' = y + x^2 \sin x$. |
| 3. а) $x^2 y' = y^2 + x^2$; | б) $(x+3)y' + y = \sqrt{\frac{1}{x}}$. |
| 4. а) $x^2 y' = y^2 + xy$; | б) $x^2 y' + y = e^{\frac{1}{x}}$. |
| 5. а) $y' = \frac{y^2}{x^2} + \frac{y}{x} + 4$; | б) $(x+1)y' - xy = e^x$. |
| 6. а) $2xy y' = x^2 + y^2$; | б) $(4+x^2)y' + 2xy = 4 + x^2$. |
| 7. а) $(y^2 + 3x^2)y' = 3xy$; | б) $xy' = y + x\sqrt{x}$. |
| 8. а) $y' = \frac{y^2 + xy}{x^2 - xy}$; | б) $y' + 2xy = x^2 e^{-x^2}$. |
| 9. а) $y' = \frac{5xy + y^2}{3x^2 + xy}$; | б) $xy' - y = x^2 \cos x$. |
| 10. а) $(x^2 - y^2)y' = xy$; | б) $y' - \frac{y}{x} = \sqrt{1+x}$. |

11. – 20. Найти частное решение дифференциального уравнения второго порядка, удовлетворяющее начальным условиям.

11. $y'' + 4y' - 12y = 8\sin 2x$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
12. $y'' - 6y' + 9y = x^2 - x + 3$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
13. $y'' + 4y = e^{-2x}$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
14. $y'' - 2y' + 5y = x \cdot e^{2x}$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
15. $y'' + 5y' + 6y = 3\cos 2x$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
16. $y'' - 5y' + 6y = (2x-1)e^{-x}$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
17. $y'' - 4y' + 13y = 7x + 5$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
18. $y'' - 4y' = 6x + 1$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
19. $y'' - 3y' + 2y = 4e^x$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.
20. $y'' + 6y' + 9y = 2e^{3x}$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.

Тема 8. РЯДЫ

72. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости.

Алгебраические операции над сходящимися рядами.

73. Ряды с положительными членами. Достаточные признаки сходимости.

74. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость.

75. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница.

Тема 9.

76. Функциональные ряды. Область сходимости. Понятие равномерной сходимости. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов.

77. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости. Свойства сходящихся степенных рядов.

78. Ряд Тейлора. Ряд Маклорена.

79. Разложение элементарных функций в степенные ряды.

80. Применение степенных рядов в приближенных вычислениях.

Тема 10. Ряды Фурье. Уравнения математической физики.

81. Ортогональные системы функций.

82. Ряд Фурье для периодических функций.

83. Сходимость ряда Фурье. Теорема Дирихле.

84. Ряд Фурье для четных и нечетных функций.

85. Разложение функций в ряд Фурье указанным способом.

86. Решение основных уравнений математической физики.

1. – 10. Исследовать на сходимость числовые ряды.

1. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{10n^2 - 1}{10^n}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n+1}{n(n+1)}$;

2. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(\ln^2 n + 1)}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \left(\frac{n}{2n+1} \right)^n$;

3. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3n+7}{2n+19} \right)^n$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} 3^n}{(4n+1)}$;

4. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 2^n}{n!}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{n(n+1)}}$;

5. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n+1}{2n+7} \right)^n$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (n+2)}{3^{2n+1}}$;

6. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n! + n}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{3n^2 + 10}$;

7. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{5^n + 3^n}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n!(4n+1)}$;

8. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n)^n}{(3n-1)^{2n}}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} n}{6n-5}$;

9. а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5^n (2n-1)}{n}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{\sqrt[5]{4n+3}}$;

10. а) $\sum_{n=1}^{\infty} 2^{n-5} e^{-3n}$;

б) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{5n}{7n+1} \right)^n$.

11. – 20. Найти интервал сходимости степенного ряда.

$$11. \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n^2}{n-1} - n \right) x^n;$$

$$12. \sum_{n=1}^{\infty} 2^{3n+1} (n-3) x^n;$$

$$13. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{2^{3n+2} (n-2)};$$

$$14. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2+1}{3^{n+2}} x^n;$$

$$15. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n^2-n)x^n}{(5n+3)^5};$$

$$16. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^{2n-1} x^n}{5n!};$$

$$17. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 x^n}{(3n+4)};$$

$$18. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{2n+3}}{n \cdot 4^{2n+1}} \cdot x^n;$$

$$19. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n! x^n}{5^{2n+2}};$$

$$20. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1+n^2)x^n}{2^{3n+2}}.$$

21. – 31. Вычислить определенный интеграл с точностью до 0,01, разложив подынтегральную функцию в степенной ряд и затем проинтегрировав его почленно.

$$21. \int_0^1 e^{\frac{x^2}{2}} dx;$$

$$22. \int_0^1 \cos \sqrt{x} dx;$$

$$23. \int_0^1 \sin x^3 dx;$$

$$24. \int_0^1 \frac{1-e^{-2x}}{x} dx;$$

$$25. \int_0^1 \frac{1-\cos x}{x^2} dx;$$

$$26. \int_0^1 \frac{\sin x^2}{x} dx;$$

$$27. \int_0^1 \operatorname{arctg} x^2 dx;$$

$$28. \int_0^{0,1} \frac{e^x - 1}{x} dx;$$

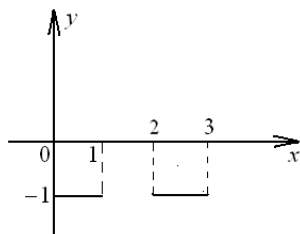
$$29. \int_0^1 \ln(1+x^3) dx;$$

$$30. \int_0^1 x^2 \sin x^2 dx.$$

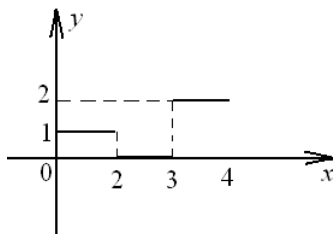
Ряды Фурье. Математическая физика. Функция комплексной переменной. Операционное исчисление.

1. –10. Разложить в тригонометрический ряд Фурье функцию, заданную графически.

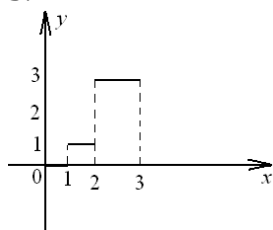
1.



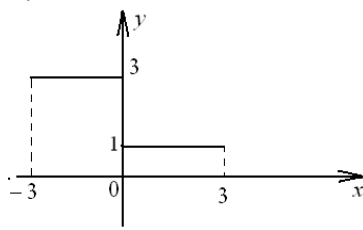
2.



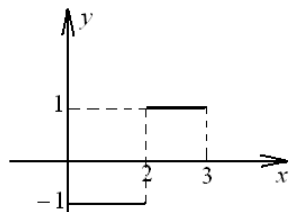
3.



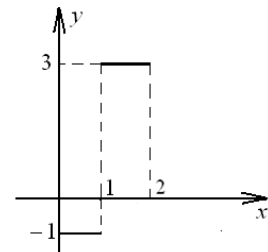
4.



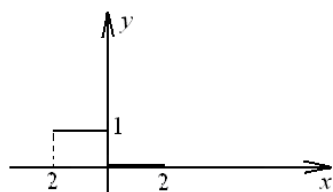
5.



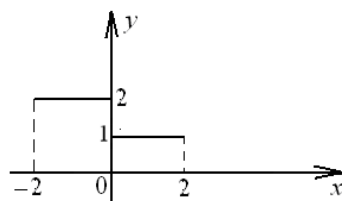
6.



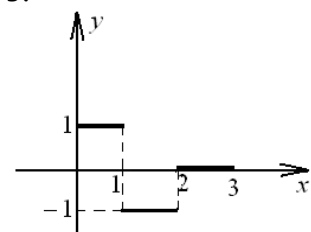
7.



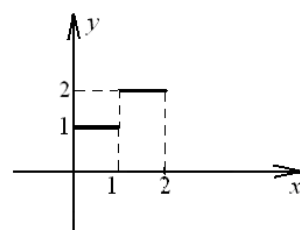
8.



9.



10.



11. – 20. Методом Даламбера найти закон $u=u(x,t)$ колебаний бесконечной струны, описываемой уравнением $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ и начальными условиями: $u(0, x) = \varphi(x)$,

$\frac{\partial u(0, x)}{\partial t} = \psi(x)$, если

11. $a=1$, $\varphi(x) = \psi(x) = \frac{1}{1+x^2}$.

12. $a=2$, $\varphi(x) = \cos x$, $\psi(x) = x$.

13. $a=3$, $\varphi(x) = x(x-3)$, $\psi(x) = e^{2x}$.

14. $a=2$, $\varphi(x) = \frac{1}{2} \sin x$, $\psi(x) = \cos x$.

15. $a=3$, $\varphi(x) = \cos x$, $\psi(x) = \cos^2 x$.

16. $a=2$, $\varphi(x) = x$, $\psi(x) = \sin x$.

17. $a=3$, $\varphi(x) = x+1$, $\psi(x) = x$.

18. $a=2$, $\varphi(x) = 5$, $\psi(x) = 2x$.

19. $a=4$, $\varphi(x) = \cos x$, $\psi(x) = 8 \sin x$.

20. $a = \frac{3}{2}$, $\varphi(x) = 1-x$, $\psi(x) = \cos x$.

21. – 30. Дана действительная $u(x, y)$ (мнимая $v(x, y)$) часть аналитической функции $f(z) = u(x, y) + i v(x, y)$ комплексной переменной $z = x + i y$. Требуется: а) найти $f(z)$; б) $f'(z)$ в точке z_0 .

21. $u = x^2 - y^2 + x$, $z_0 = -1 + i$.

22. $v = e^x \cos y$, $z_0 = \frac{\pi}{3} i$.

23. $v = x^2 - y^2 + 2x + 1$, $z_0 = -1 + 2i$.

24. $u = 1 - \sin y \cdot e^x$, $z_0 = \frac{\pi}{6} i$.

25. $u = -2xy - 2y$, $z_0 = 3 - i$.

26. $v = e^{-y} \cos x + x$, $z_0 = 0$.

27. $v = 2xy + 2x$, $z_0 = -1 + i$.

28. $u = e^{-y} \cos x + x$, $z_0 = 0$.

29. $u = e^{-y} \sin x + y$, $z_0 = 0$.

30. $u = x^3 - 3xy^2 + 1$, $z_0 = 1 + 2i$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Подготовку к каждому лабораторному занятию необходимо начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, выполнения индивидуальных домашних заданий. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Структура лабораторного занятия (далее ЛЗ)

При проведении лабораторных занятий студенты приобретают навыки применения теоретических знаний к решению задач

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы ЛЗ может состоять из нескольких частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Решение задач
3. Защита индивидуального домашнего задания (далее ИДЗ).
4. Подведение итогов занятия.

Первая часть - обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студентов. Примерная продолжительность — до 10 минут.

Вторая часть — решение задач у доски, продолжительность — до 60 минут.

Третья часть — защита ИДЗ. Примерная продолжительность - до 15 минут.

Подведением итогов заканчивается ЛЗ. Студентам объявляются оценки за работу и даются их четкие обоснования. Примерная продолжительность — 5 минут.

Работа с литературными источниками

В процессе подготовки к семинарским занятиям необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме ЛЗ, что позволяет проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях.

Шкала оценки устного ответа (опрос)

Уровень /оценка	Описание
Продвинутый уровень («отлично»)	правильно, всесторонне в полном объеме излагает знания: дает определения, раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию; знает организацию и методику реализации профессиональной деятельности; демонстрирует <i>всестороннее и полное</i> понимание смысла изученного материала
Углубленный уровень («хорошо»)	правильно, в полном объеме излагает знания: дает определения, раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию; знает организацию и методику реализации профессиональной деятельности; демонстрирует понимание смысла изученного материала; <i>допускает малозначительные ошибки</i>
Базовый уровень («удовлетворительно»)	правильно излагает <i>базовые</i> знания: дает определения, раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию; знает <i>базовый</i> порядок организации и методику реализации профессиональной деятельности; демонстрирует понимание <i>основного</i> смысла изученного

	материала
Нулевой уровень («неудовлетворительно»)	содержание знаниевого компонента <i>не раскрыто</i> ; допускает <i>значительные ошибки</i> в изложении теоретического основ, организации и методологии профессиональной деятельности; <i>не дает ответы на вопросы, в том числе вспомогательные</i>

Шкала оценки выполнения ИДЗ

Уровень /оценка	Характеристика
Продвинутый уровень («отлично»)	Содержание работы соответствует теме; представлен полный и <i>всесторонний</i> обзор информационных источников и современной нормативно-правовой базы; расчеты проведены правильно в полном объеме; результаты исследований интерпретированы с использованием современных методов и информационные технологии; правильно разработана и оформлена документация; поставленные задачи выполнены в полном объеме; представлены выводы и <i>их обоснования</i>
Углубленный уровень («хорошо»)	Содержание работы соответствует теме; представлен полный обзор информационных источников и современной нормативно-правовой базы; расчеты проведены в полном объеме; использованы современные методы интерпретации исследований и информационные технологии; правильно разработана и оформлена документация; поставленные задачи выполнены в полном объеме; представлены выводы; <i>имеются малозначительные ошибки</i>
Базовый уровень («удовлетворительно»)	Содержание работы соответствует теме; представлен <i>базовый</i> обзор информационных источников и нормативно-правовых документов; базовые расчеты проведены правильно; использованы основные методы интерпретации исследований; оформлена документация; базовые задачи выполнены; представлены основные выводы
Нулевой уровень («неудовлетворительно»)	Содержание работы не соответствует теме; не проведен обзор информационных источников и нормативно-правовых документов; расчеты проведены неправильно; отсутствует

	интерпретация данных; документация не оформлена; поставленные задачи не выполнены; выводы отсутствуют; допущены значительные ошибки
--	---

Шкала оценивания решения задач

Оценка	Критерий оценки
Продвинутый/ («отлично»)	Дается комплексная оценка предложенной ситуации; демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; последовательное, правильное выполнение задания; умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
Углубленный уровень/ («хорошо»)	Дается комплексная оценка предложенной ситуации; демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; последовательное, правильное выполнение задания; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
Базовый Уровень/ («удовлетворительно»)	Затруднения с оценкой предложенной ситуации; неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; выполнение задания при подсказке преподавателя; затруднения в формулировке выводов.
Нулевой Уровень/ («неудовлетворительно»)	Неправильная оценка предложенной ситуации; отсутствие теоретического обоснования выполнения задания.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Репродуктивная контрольная работа - самостоятельная письменная аналитическая работа, которая способствует углублённому изучению пройденного теоретического материала. Цель контрольной работы - получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины и продемонстрировать навыки их практического применения.

Итоговая контрольная работа – самостоятельная письменная аналитическая

работа, выступающая важнейшим элементом промежуточной аттестации по дисциплине. Целью итоговой контрольной работы является определение уровня подготовленности студента к будущей практической работе, в связи с чем он должен продемонстрировать в содержании работы навыки решения практических задач.

Итоговая контрольная работа является обязательным заданием по каждой изучаемой дисциплине для студентов заочной формы обучения.

Шкала оценки выполнения контрольной работы

Уровень /оценка	Описание
Продвинутый уровень («отлично»)	Демонстрирует полное понимание поставленных вопросов. Представленный ответ по вопросам контрольной работы отличается оригинальностью и логичностью изложения
Углубленный уровень («хорошо»)	Демонстрирует значительное понимание сути поставленных вопросов. Поставленные контрольные вопросы раскрыты в достаточном объеме, но присутствуют несущественные неточности
Базовый уровень («удовлетворительно»)	Демонстрирует частичное понимание сути поставленных вопросов. Поставленные контрольные вопросы в целом раскрыты, но присутствуют значительные неточности в формулировке требуемых определений
Нулевой уровень («неудовлетворительно»)	Ответы на поставленные вопросы не получены

Задание 5. Изучить учебную литературу и подготовиться к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине.

Для студентов очной и заочной форм обучения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов также является самостоятельной работой студента. Основное в подготовке к сессии - повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен.

Контрольные задания (вопросы) для проведения промежуточной аттестации (экзамена или зачета) по каждой дисциплине указываются в рабочих программах дисциплины и выдаются преподавателем заблаговременно для подготовки к сессии.

Промежуточная аттестация проводится с учетом балльно-рейтинговой системы, принятой в университете.

Шкала оценки устного ответа на экзамене

Оценка	Описание
«5»	Обучающийся глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«4»	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий, при обосновании принятого решения возникают незначительные затруднения в использовании изученного материала.
«3»	Обучающийся имеет фрагментарные знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«2»	Ответы на поставленные вопросы не получены

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

№	Автор и название	Выходные данные и электронный ресурс	Количество экземпляров в библиотеке АГТУ
а) Основная литература			
1	Ильин, В.А., Куркина А.В. Высшая математика: учебник для вузов	Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова / Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова — 3-е изд., перераб. и доп.—М.:Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2012. - 608с. URL: https://e.lanbook.com/book/2736category_pk=910#authors .	6
2	Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа: учебник для вузов; для бакалавров, В 3-х томах.	Моск.физико-техн.ин-т (Гос. Ун-т – 6-е изд.- М.: Юрайт, 2012., Т.1-704 . Т. 2- 397с. Т.3 -352 с. Т1 – https://www.biblio-online.ru/viewer/7C2C72EF-CCB8-46A9-8933-E57E32874DC0 Т2 - https://www.biblio-online.ru/viewer/7D271B58-9EC1-4580-8A72-3004490773F2 Т.3 - https://www.biblio-online.ru/viewer/5DF5043B-0826-4B08-9CF5-E8F4F92C7970	2
3	Берман, Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: задачник	Москва : Эколит, 2015. — 432с. ISBN 978-5-4365-0169-7; https://e.lanbook.com/book/89934	5

б) Дополнительная литература			
4	Цыкунов, А.М. Математический анализ. Методическое пособие.	Астрахань, АГТУ, 2015. – 326 с.	100
5	Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: учебное пособие ,	19-е изд., испр.,— Москва : Издательство "Лань", 2017, 624 стр. https://e.lanbook.com/book/92629	
6	Жуков В.М. Практические занятия по математике: теория, задания, ответы.	Ростов-н/Д.; Феникс, 2012, 343 с.	23
7	Кузнецов, Л.А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты: учеб. пособие для вузов —	Изд. 13-е, стереот.. — СПб.:Лань, 2015. — 240 с. https://e.lanbook.com/book/4549?category_pk=906#authors 40с.	1
в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: 1. ЭБС издательства «Лань» (коллекция «Инженерные науки») https://e.lanbook.com 2. ЭБС Юрайт https://www.biblio-online.ru 3. http://portal.astu.org/ г) Пособия и методические указания для организации и проведения самостоятельной работы студентов			
8	Комаров М.П. Высшая математика в примерах: учебное пособие для вузов	АГТУ - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. 396с.	79
9	Ключарев А.Ю. Сборник заданий по математическому анализу:	Астрахань: АГТУ, 2014. — 44с.	56

	Методические указания для студентов 1-го курса.		
10	Бутахир В.Г., Ильясова А.К. Математический анализ: интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных: методические указания	Астрахань: АГТУ, 2017. – 114 с.	30
11	Бутахир В.Г., Ильясова А.К. Индивидуальные контрольные домашние задания по математическому анализу для студентов специальностей всех направлений: методические указания	Астрахань: АГТУ, 2017. – 58 с. –	

12	Шамайло О.Н. Математический анализ. Программа, методические указания, контрольные задания по дисциплине «Математический анализ» для студентов-заочников направлений подготовки института информационных технологий и коммуникаций.	АГТУ, Астрахань, 2013. – 84 с.	100
13.	Математический анализ [Эл. ресурс]: методические указания /АГТУ; составитель Г.Н. Терновая –URL: http://portal.astu.org		
14	Методические указания по самостоятельной работе студентов/АГТУ; составитель Г.Н. Терновая –URL: http://portal.astu.org		

д) перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем:

Перечень информационных технологий, используемых в учебном процессе

Наименование программного обеспечения	Назначение
Образовательный портал Moodle	Образовательный портал АГТУ построен на обучающей виртуальной среде Moodle и доступен по адресу www.portal.astu.org из любой точки, имеющей подключение к сети Интернет, в том числе из локальной сети АГТУ. Образовательный портал АГТУ подходит как для организации online- классов, так и для традиционного обучения. Портал разделен на «открытую» (общедоступную)

	и «закрытую» части. Доступ к закрытой части осуществляется после предъявления персональной пары «логин-пароль» преподавателем или студентом.
<u>Электронно-библиотечная система</u> ФГБОУ ВО «АГТУ»	Обеспечивает доступ к электронно-библиотечным системам издательств, например, ЭБС издательства «Лань»; доступ к электронному каталогу книг, трудам преподавателей, учебно-методическим разработкам АГТУ, периодическим изданиям. Позволяет принимать участие в виртуальных выставках.

Перечень лицензионного учебного программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Назначение
DeamonTools	Программа для работы с образами дисков
AdobeReader	Программа для просмотра электронных документов
FoxitReader	Программа для просмотра электронных документов
GoogleChrome	Браузер
KasperskyAntivirus	Средство антивирусной защиты
MicrosoftOpenLicenseAcademic	Операционные системы
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГТУ»
MozillaFireFox	Браузер
OpenOffice	Программное обеспечение для работы с электронными документами
Антиплагиат	Система автоматической проверки текстов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников
Mathcad	Математическая программа
7-zip	Архиватор