

**ЧОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В.Г. ТИМИРЯСОВА (ИЭУП)»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель приемной комиссии

 А.В. Тимирязова

«21» сентября 2021 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
«ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»**

**для поступающих на базе профессионального образования
по направлению подготовки бакалавриата
09.03.03 Прикладная информатика**

Казань – 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
II. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТУПАЮЩИМ	3
III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ	4
IV. ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ	7
V. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ.....	13
VI. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.....	14
VII. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ	15

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Математика – наука о наиболее общих и фундаментальных структурах реального мира, дающая важнейший аппарат и источник принципиальных идей для всех естественных и экономических наук и современных технологий, предоставляющая мощный инструментальный анализ социальных явлений. Прикладная математика позволяет успешно решать практические задачи: оптимизировать семейный бюджет и правильно распределять время, критически ориентироваться в статистической, экономической и логической информации, правильно оценивать рентабельность возможных деловых партнеров и предложений, проводить несложные инженерные и технические расчеты для практических задач.

Математическое образование – это испытанное столетиями средство интеллектуального развития в условиях массового обучения. Успешное изучение математики облегчает и улучшает изучение других учебных дисциплин.

Настоящая программа вступительных испытаний по дисциплине «Прикладная математика» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Вступительные испытания по прикладной математике направлены на определение возможностей поступающих осваивать соответствующие разделы дисциплин образовательных программ бакалавриата.

II. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТУПАЮЩИМ

На вступительном испытании по прикладной математике поступающий должен:

- **знать:**
 1. о роли и месте математики в современном мире, общности ее понятий и представлений;
 2. методы решения прикладных задач в области профессиональной деятельности;
 3. основы линейной алгебры и аналитической геометрии;
 4. основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления;
 5. основные численные методы решения математических задач;
 6. основные принципы математической логики, теории множеств и теории алгоритмов;
 7. формулы алгебры высказываний;
 8. методы минимизации алгебраических преобразований;
 9. основы языка и алгебры предикатов;

10. основные принципы теории множеств.

- **уметь:**

1. выполнять операции над матрицами и решать системы линейных уравнений;
2. применять методы дифференциального и интегрального исчисления;
3. решать дифференциальные уравнения;
4. применять основные положения теории вероятностей и математической статистики в профессиональной деятельности;
5. применять логические операции, формулы логики, законы алгебры логики;
6. формулировать задачи логического характера и применять средства математической логики для их решения.

- **владеть навыками:**

1. построения и исследования простейших математических моделей;
2. решения практических задач с применением математических методов;
3. анализа информации статистического характера;
4. применения основ линейной алгебры и аналитической геометрии;
5. нахождения производных функций и вычисления интегралов;
6. использования основ теории вероятностей для решения задач;
7. применения элементов дискретной математики.

III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

В связи с обилием учебников и регулярным их переизданием отдельные утверждения раздела могут в некоторых учебниках называться иначе, чем в программе, или формулироваться в виде задач, или вовсе отсутствовать. Такие случаи не освобождают поступающего от необходимости знать эти утверждения или их аналоги. При решении задачи можно использовать любые математические факты, содержащиеся в учебниках и учебных пособиях, допущенных или рекомендованных Министерством образования и науки РФ, Министерством просвещения РФ. Использование терминов других учебников, не совпадающих с терминами настоящей программы, допускается и не снижает оценки за вступительное испытание. Общеизвестные объекты и факты, не изучаемые на этапе среднего профессионального образования или обучения в общеобразовательной школе, также могут использоваться поступающими.

Линейная алгебра

Матрица и ее виды. Операции над матрицами. Определители, правила их вычисления, свойства. Обратная матрица. Основные понятия и определения систем линейных алгебраических уравнений, методы их решения.

Аналитическая геометрия

Основные понятия о векторах. Линейные операции над векторами, их свойства. Скалярное произведение векторов.

Общее уравнение прямой на плоскости. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки. Уравнение прямой в отрезках. Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Нормальное уравнение прямой. Уравнение с данным направляющим вектором и точкой, принадлежащей прямой.

Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых, угол между ними. Точка пересечения двух прямых. Расстояние от точки до прямой. Общее уравнение кривой 2-го порядка. Окружность и эллипс. Гипербола. Парабола.

Дифференциальное исчисление

Понятие числовой последовательности, способы ее задания. Предел функции в точке. Основные теоремы о пределах. Замечательные пределы. Непрерывность функций. Точки разрыва функции и их классификация. Производная функции, ее геометрический и механический смысл. Таблица производных основных элементарных функций. Правила дифференцирования. Производные обратной и сложной функции. Производные высших порядков. Дифференциал функции, его геометрический смысл.

Достаточные условия постоянства и монотонности функции. Необходимые и достаточные условия существования экстремумов. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке. Асимптоты функции. Выпуклость графика функции. Точки перегиба. Общая схема исследования функции и построение ее графика.

Интегральное исчисление

Понятие неопределенного интеграла. Таблица основных неопределенных интегралов. Основные свойства неопределенного интеграла. Основные методы интегрирования. Интегрирование простейших рациональных дробей. Интегрирование иррациональных и тригонометрических выражений.

Задача о вычислении площади криволинейной трапеции. Понятие определенного интеграла и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница. Основные методы интегрирования для определенного интеграла. Геометрические и физические приложения определенного интеграла.

Дифференциальные уравнения

Понятие дифференциального уравнения, общее и частное решение дифференциального уравнения. Задача Коши. Дифференциальные уравнения

первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами.

Теория вероятностей и математическая статистика

Элементы комбинаторики: перестановки, размещения, сочетания. Генерирование основных комбинаторных объектов. Основные понятия теории вероятностей. Классическое, геометрическое и статистическое определение вероятности. Теорема сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Бином Ньютона, свойства биномиальных коэффициентов, треугольник Паскаля.

Генеральная и выборочная совокупности. Вариационный ряд и его графическое изображение. Числовые характеристики вариационных рядов.

Правило суммы и правило произведения. Сочетания, размещения и перестановки с повторениями и без повторений.

Численные методы

Приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешность. Конечные разности. Интерполирование. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Приближенные методы вычисления корней уравнений, производной от функции, приближенные методы интегрирования.

Теория множеств и бинарных отношений

Понятие множества. Элемент множества. Подмножество, булеан, универсум. Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, кольцевая сумма, дополнение, их свойства. Диаграммы Эйлера-Венна. Метод включений и исключений.

Отображения. Декартово произведение множеств. Бинарные отношения и их виды. Обратное отношение. Свойства бинарных отношений. Эквивалентность отношений. Подстановки.

Математическая логика

Логические операции. Приоритет логических операций. Булевы функции, их задание таблицей истинности. Законы логики. Доказательство логических законов. Упрощение сложных высказываний.

Теория графов

Основные понятия теории графов. Графы и мультиграфы, характеристики графов: дуги, петли и вершины, степени вершин, ориентированные и неориентированные графы. Маршрут, цикл, путь, контур.

Способы задания графов: перечислительный, графический, матрицей смежности, матрицей инцидентности, списком ребер.

IV. ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

**Справочные материалы,
которые могут понадобиться при выполнении работы**

$(U \pm V)' = U' \pm V'$ $(UV)' = U'V + UV'$ $\left(\frac{U}{V}\right)' = \frac{U'V - UV'}{V^2}$ $\left(\frac{U}{C}\right)' = \frac{1}{C}U'$ $\left(\frac{C}{V}\right)' = -C \cdot \frac{1}{V^2}V'$	$(\ln x)' = \frac{1}{x}; (\log_a x)' = \frac{1}{x \ln a}$ $(e^x)' = e^x; (a^x)' = a^x \ln a$ $(x^n)' = nx^{n-1}$ $(\sin x)' = \cos x; (\cos x)' = -\sin x; (\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}; (\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x};$ $(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}; (\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}; (\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}.$
$\int 0 dx = C;$ $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C, n \neq -1;$ $\int \frac{dx}{x} = \ln x + C;$ $\int e^x dx = e^x + C;$ $\int \sin x dx = -\cos x + C;$ $\int \cos x dx = \sin x + C;$	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\int [f_1(x) \pm f_2(x)] dx = \int f_1(x) dx \pm \int f_2(x) dx$ 2. $\int kf(x) dx = k \int f(x) dx$ 3. Если $F(x)$ – первообразная для $f(x)$, то $\frac{1}{a}F(ax+b)$ – первообразная для функции $f(ax+b)$, то $\text{есть } \int f(ax+b) dx = \frac{1}{a}F(ax+b) + C.$ <p style="text-align: center;">Частные случаи:</p> $\int f(x+b) dx = F(x+b) + C, \quad \int f(ax) dx = \frac{1}{a}F(ax) + C.$
$\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C, a > 0, a \neq 1;$ $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{1}{2a} \ln \left \frac{x-a}{x+a} \right + C, a \neq 0;$ $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsin \frac{x}{a} + C, -a < x < a, a > 0;$	$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln \left x + \sqrt{x^2 + a^2} \right + C, a \neq 0;$ $\int \frac{dx}{a^2 + x^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C, a \neq 0;$
$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$	$F(x) \Big _a^b = F(b) - F(a).$

$$\int_a^b u dv = uv \Big|_a^b - \int_a^b v du, \quad S = \int_a^b f(x) dx$$

Часть I

(правильные ответы выделены жирным шрифтом)

1. Из представленных матриц:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}; C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}; D = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 9 & 16 \\ 25 & 36 \end{pmatrix}$$

квадратной матрицей является...

- а) только матрица A ;
- б) только матрица D ;
- в) матрица A и B ;**
- г) все приведенные матрицы.

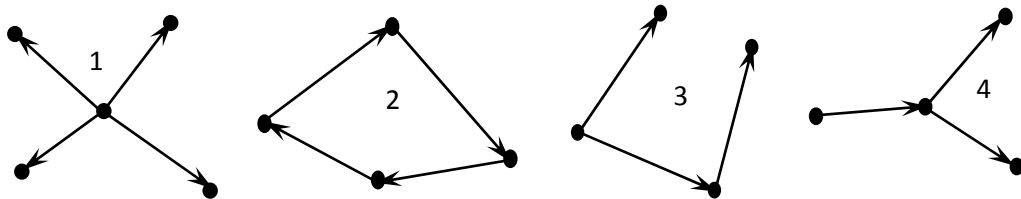
2. Если $x(t)$ – координата точки, то с помощью производной $x'(t)$ можно определить:

- а) время движения точки;
- б) скорость точки;**
- в) ускорение точки;
- г) вращение точки.

3. Вероятность случайной величины никогда не может быть равной

- а) 0;
- б) 1;
- в) 0,5;
- г) – 1.**

4. Из представленных на рисунке ориентированных графов:



циклом будет...

- а) граф 1;
- б) граф 2;**
- в) граф 3;
- г) граф 4.

5. Даны матрицы:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \text{ и } \mathbf{B} = \begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда сумма матриц $\mathbf{C} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$ имеет вид...

а) $\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 6 & 5 \\ 7 & 4 \end{pmatrix}$

б) $\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 3 \\ 3 & 4 & 4 & 0 \end{pmatrix}$

в) $\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 1 & 2 \\ 4 & 0 & 3 & 4 \end{pmatrix}$

г) $\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 1 & 6 \\ 6 & 9 \end{pmatrix}$

Часть II

(правильные ответы выделены жирным шрифтом)

6. Найти производную функции $y = 8x^5 + 4\cos x$.

а) $32x^5 \cdot \cos x$;

б) $40x^4 - 4\sin x$;

в) $\frac{4}{3}x^6 + 4\sin x$;

г) $40x^4 + 4\sin x$.

7. Для системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 = 20 \\ 6x_1 - 10x_2 = 30 \end{cases}$$

основной матрицей системы будет матрица ...

а) $\begin{pmatrix} 5 & 3 & 20 \\ 6 & -10 & 30 \end{pmatrix}$

б) $\begin{pmatrix} 20 \\ 30 \end{pmatrix}$

в) $\begin{pmatrix} 5 & 3 \\ 6 & -10 \end{pmatrix}$

г) $\begin{pmatrix} 5 & 0 \\ 0 & -10 \end{pmatrix}$

8. Вычислите неопределенный интеграл $\int(x^2 + 8x + 2)dx$.

а) $2x + 8 + C$;

б) $x^3 + 8x^2 + 2x + C$;

в) $\frac{x^3}{3} + 4x^2 + C$;

г) $\frac{x^3}{3} + 4x^2 + 2x + C$.

9. Заданы множества $A = \{1, 3, 5, 7, 9\}$, $B = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Тогда объединение множеств $C = A \cup B$ равно...

а) $C = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$;

б) $C = \{1, 3, 5\}$;

в) $C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$;

г) $C = \{2, 4, 7, 9\}$.

10. При поиске корня уравнения $f(x) = 0$ методом половинного деления необходимо задать:

а) **две начальные точки, в которых функция $f(x)$ имеет разный знак;**

б) две начальные точки, в которых функция $f(x)$ положительна;

в) две начальные точки, в которых функция $f(x)$ отрицательна;

г) одну начальную точку, в которой функция $f(x)$ отрицательна.

Часть III

(правильные ответы записаны в скобках после задания и выделены жирным шрифтом)

11. Два охотника независимо друг от друга стреляют в одну и ту же утку. Вероятность попадания в утку одного из них равна 0,3, а другого 0,5. Найти вероятность того, что утка улетит невредимой. **0,35;**

12. Решить систему уравнений

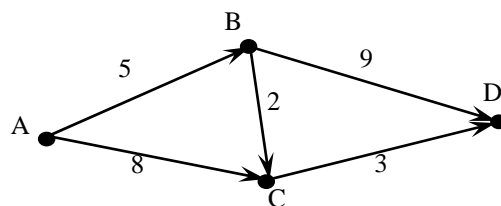
$$\begin{cases} x + 4y = 23 \\ 6x - y = 13 \end{cases}$$

В ответ записать значение переменной x . **(3)**

13. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями $y = 3x^2 + 1$, $x = 0$, $x = 1$. **(2)**

14. Найдите наибольшее значение функции $f(x) = 1 + 8x - x^2$ на промежутке $[2; 5]$. **(17)**

15. Найти кратчайший путь от вершины A до вершины D в ориентированном графе, приведенном на рисунке. В ответ впишите длину пути. **(10)**



Часть IV

(правильные ответы записаны в скобках после задания и выделены жирным шрифтом)

16. Найти объем треугольной пирамиды с вершинами $A(2, 2, 2)$, $B(4, 3, 3)$, $C(4, 5, 4)$, $D(5, 5, 6)$. Ответ округлите до десятых. **(1,2)**.

17. Вычислить интеграл: $\int_0^{\frac{\pi}{2}} x \cdot \sin x dx$. **(1)**

18. При цене билетов 600 рублей на представление пришло 1400 человек. При цене билетов 1000 рублей количество пришедших равно 600 человек. Оцените с использованием линейной интерполяции количество зрителей, которые придут на представление при цене билета 800 рублей. **(1000)**

19. Группе студентов из 25 человек было предложено записаться на дополнительные курсы. На курсы по математике записалось 15 человек, на курсы по экономике 10 человек, по информатике – 7 человек. На курсы по математике и экономике записалось 4 человека, по математике и информатике – 3 человека, по экономике и информатике – 2 человека. На все три курса записался один студент. Тогда количество студентов, не записавшихся ни на один курс, равно... **(1)**

20. Сколько вариантов трехзначного кода доступа может быть составлено из нечетных цифр, при условии, что цифры не могут повторяться? **(60)**.

V. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

На выполнение вступительной работы отводится 2 часа (120 минут).

Вступительное испытание начинается строго в установленное расписанием время.

Вступительное испытание по прикладной математике проводится в форме компьютерного тестирования в виде выбора/ввода правильных ответов в автоматическую систему тестирования.

Вступительное испытание предполагает решение 20 заданий и состоит из четырёх частей:

- задания I и II части (задания 1 – 10) представляют собой тестовые задания закрытого типа, в которых надо выбрать один правильный ответ из нескольких предложенных;
- в заданиях части III и IV (задания 11-20) необходимо дать краткий ответ и вписать его в соответствующее поле (во всех заданиях этой части краткий ответ – целое число или конечная десятичная дробь).

Для ввода ответа в виде десятичной дроби в качестве разделителя можно использовать запятую либо точку. Ответы на задания частей III и IV записываются по символам (цифры числа, знак «минус», запятая) в соответствующие поля.

На выполнение заданий вступительного испытания отводится 120 минут. Вступительное испытание предполагает решение 20 тестовых заданий закрытого типа, в которых нужно выбрать один правильный ответ из нескольких предложенных.

Вступительное испытание проводится очно или с использованием дистанционных технологий по усмотрению поступающего.

Вступительные испытания с использованием дистанционных технологий проводятся при условии идентификации личности поступающего при сдаче ими вступительных испытаний в соответствии с Порядком проведения вступительных испытаний.

Поступающий до начала прохождения вступительного испытания принимает решение о способе сдачи вступительных испытаний – очно или с использованием дистанционных технологий. В случае сдачи вступительного испытания с использованием дистанционных технологий, поступающий до прохождения вступительного испытания подает заявление в приемную комиссию о намерении сдавать вступительное испытание с использованием дистанционных технологий.

При очном проведении вступительного испытания и проведении вступительного испытания с использованием дистанционных технологий используются одинаковые материалы вступительных испытаний.

Лица, не прошедшие вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально), допускаются к сдаче вступительного испытания в другой группе или в резервный день.

Во время проведения вступительного испытания их участникам запрещается иметь при себе и использовать:

справочную, учебно-методическую литературу и другие вспомогательные материалы, в том числе интернет-ресурсы, кроме справочной информации, предусмотренной настоящей программой;

пользоваться любыми средствами связи.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте и в личном кабинете абитуриента не позднее третьего рабочего дня после проведения вступительного испытания.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте и размещаются в личном кабинете поступающего не позднее третьего рабочего дня после проведения вступительного испытания.

VI. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Шкала оценивания и минимальное количество баллов

Общая оценка за вступительную работу выставляется в итоговых баллах по 100-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, равно 27.

За правильно решенные задания из первой части ставится 2 балла, за правильно выполненные задания из второй части ставится 4 балла, за правильно решенные задания из третьей части ставится 6 баллов, и за верно решенные задания четвертой части – 8 баллов. Итого максимальное количество баллов за вступительное испытание равно 100.

VII. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

1. Баврин, И. И. Математика : учебник и практикум / И. И. Баврин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 616 с.
2. Бардушкин, В.В. Математика. Элементы высшей математики: учебник: в 2 т. Т. 2 / В.В. Бардушкин, А.А. Прокофьев. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2021. – 368 с.
3. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум / А. А. Васильев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 232 с.
4. Высшая математика : учебник и практикум / М. Б. Хрипунова [и др.]; под общей редакцией М. Б. Хрипуновой, И. И. Цыганок. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 472 с.
5. Гончаренко, В.М. Элементы высшей математики : учебник / Гончаренко В.М., Липагина Л.В., Рылов А.А. – Москва: КноРус, 2021. – 363 с.
6. Кацман, Ю. Я. Теория вероятностей и математическая статистика. Примеры с решениями : учебник / Ю. Я. Кацман. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 130 с.
7. Малугин, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. А. Малугин. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 470 с.
8. Математика : учебник / О. В. Татарников [и др.]; под общей редакцией О. В. Татарникова. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 450 с.
9. Математика. Практикум : учебное пособие / О. В. Татарников [и др.] ; под общей редакцией О. В. Татарникова. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 285 с.
10. Палий, И. А. Теория вероятностей. Задачник [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. А. Палий. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 236 с.
11. Прохоров, Ю. В. Лекции по теории вероятностей и математической статистике : учебник и практикум / Ю. В. Прохоров, Л. С. Пономаренко. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 219 с.
12. Седых, И. Ю. Математика : учебник и практикум / И. Ю. Седых, Ю. Б. Гребенщиков, А. Ю. Шевелев. – Москва: Изд-во Юрайт, 2020. – 443 с.
13. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.С. Кочетков, С.О. Смерчинская, В.В. Соколов. – 2-е изд., испр. и перераб. – Москва: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 240 с.

14. Численные методы : учебник и практикум / У. Г. Пирумов [и др.]; под редакцией У. Г. Пирумова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 421 с.

15. Гусева, А. И. Дискретная математика : учебник / А. И. Гусева, В. С. Киреев, А. Н. Тихомирова. – М. : КУРС : ИНФРА-М, 2019. – 208 с.

Интернет – ресурсы

1. Электронный ресурс «Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов». Форма доступа: <http://fcior.edu.ru/>

2. Электронный ресурс «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов». Форма доступа: <http://school-collection.edu.ru/>

3. Электронный ресурс «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Форма доступа: <http://window.edu.ru/>

5. Электронный ресурс «Прикладная математика. Справочник математических формул. Примеры и задачи с решениями». Форма доступа: <http://www.pm298.ru/diffur2.php>

6. Электронный ресурс «Открытый колледж. Математика». Форма доступа: <https://mathematics.ru/>