

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области  
средняя общеобразовательная школа имени полного кавалера ордена Славы Петра  
Васильевича Кравцова с. Старопохвистнево муниципального района Похвистневский  
Самарской области

Проверено  
Зам. директора по УВР  
\_\_\_\_\_ Сабирова Л.И.  
(подпись) (ФИО)  
«28» мая 2025г.

Утверждено  
приказом 65/1-од  
от «28» мая 2025 г.

Директор \_\_\_\_\_ Потешкина  
Г.В.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Предмет (курс) Математика (углублённый уровень)

Класс 10-11 класс

Общее количество часов по учебному плану 544

Составлена в соответствии с Федеральной рабочей программой по Ма  
(наименование предмета)

Учебники:

Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М.; под редакцией Подольского В.Е. Математика. Алгебра и начала математического анализа; углубленное обучение 10 класс; Общество с ограниченной ответственностью Издательский центр "ВЕНТАНА-ГРАФ"; Акционерное общество "Издательство "Просвещение", 2022 год

Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М.; под редакцией Подольского В.Е. Математика. Алгебра и начала математического анализа; углубленное обучение 11 класс; Общество с ограниченной ответственностью Издательский центр "ВЕНТАНА-ГРАФ"; Акционерное общество "Издательство "Просвещение", 2022 год

Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М. под ред. Подольского В.Е. Геометрия, 10класс, углубленный. Вентана-Граф, 2022

Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М. под ред. Подольского В.Е. Геометрия, 11класс, углубленный. Вентана-Граф, 2022

Рассмотрена на заседании МО учителей  
математики и информатики

(название методического объединения)

Протокол №5 от «27» мая 2025г.

Руководитель М \_\_\_\_\_ Шестеркина Л.Р.  
(подпись) (ФИО)



Г\_В\_Потешкина  
С=RU,  
О=ГБОУ СОШ  
им.П.В.Кравцов  
а с.Старопохвистнево,  
CN=Г\_В\_Потешкина,  
[E=poteschkina@mail.ru](mailto:E=poteschkina@mail.ru)  
2024-09-17  
07:08:10

## **Учебный курс «Алгебра и начала математического анализа»**

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Учебный курс «Алгебра и начала математического анализа» является одним из наиболее значимых в программе среднего общего образования, поскольку, с одной стороны, он обеспечивает инструментальную базу для изучения всех естественно-научных курсов, а с другой стороны, формирует логическое и абстрактное мышление обучающихся на уровне, необходимом для освоения информатики, обществознания, истории, словесности и других дисциплин. В рамках данного учебного курса обучающиеся овладевают универсальным языком современной науки, которая формулирует свои достижения в математической форме.

Учебный курс алгебры и начал математического анализа закладывает основу для успешного овладения законами физики, химии, биологии, понимания основных тенденций развития экономики и общественной жизни, позволяет ориентироваться в современных цифровых и компьютерных технологиях, уверенно использовать их для дальнейшего образования и в повседневной жизни. В то же время овладение абстрактными и логически строгими конструкциями алгебры и математического анализа развивает умение находить закономерности, обосновывать истинность, доказывать утверждения с помощью индукции и рассуждать дедуктивно, использовать обобщение и конкретизацию, абстрагирование и аналогию, формирует креативное и критическое мышление.

В ходе изучения учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» обучающиеся получают новый опыт решения прикладных задач, самостоятельного построения математических моделей реальных ситуаций, интерпретации полученных решений, знакомятся с примерами математических закономерностей в природе, науке и искусстве, с выдающимися математическими открытиями и их авторами.

Учебный курс обладает значительным воспитательным потенциалом, который реализуется как через учебный материал, способствующий формированию научного мировоззрения, так и через специфику учебной деятельности, требующей продолжительной концентрации внимания, самостоятельности, аккуратности и ответственности за полученный результат.

В основе методики обучения алгебре и началам математического анализа лежит деятельностный принцип обучения.

В структуре учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» выделены следующие содержательно-методические линии: «Числа и вычисления», «Функции и графики», «Уравнения и неравенства», «Начала

математического анализа», «Множества и логика». Все основные содержательно-методические линии изучаются на протяжении двух лет обучения на уровне среднего общего образования, естественно дополняя друг друга и постепенно насыщаясь новыми темами и разделами. Данный учебный курс является интегративным, поскольку объединяет в себе содержание нескольких математических дисциплин, таких как алгебра, тригонометрия, математический анализ, теория множеств, математическая логика и другие. По мере того как обучающиеся овладевают всё более широким математическим аппаратом, у них последовательно формируется и совершенствуется умение строить математическую модель реальной ситуации, применять знания, полученные при изучении учебного курса, для решения самостоятельно сформулированной математической задачи, а затем интерпретировать свой ответ.

Содержательно-методическая линия «Числа и вычисления» завершает формирование навыков использования действительных чисел, которое было начато на уровне основного общего образования. На уровне среднего общего образования особое внимание уделяется формированию навыков рациональных вычислений, включающих в себя использование различных форм записи числа, умение делать прикидку, выполнять приближённые вычисления, оценивать числовые выражения, работать с математическими константами. Знакомые обучающимся множества натуральных, целых, рациональных и действительных чисел дополняются множеством комплексных чисел. В каждом из этих множеств рассматриваются свойственные ему специфические задачи и операции: деление нацело, оперирование остатками на множестве целых чисел, особые свойства рациональных и иррациональных чисел, арифметические операции, а также извлечение корня натуральной степени на множестве комплексных чисел. Благодаря последовательному расширению круга используемых чисел и знакомству с возможностями их применения для решения различных задач формируется представление о единстве математики как науки и её роли в построении моделей реального мира, широко используются обобщение и конкретизация.

Линия «Уравнения и неравенства» реализуется на протяжении всего обучения на уровне среднего общего образования, поскольку в каждом разделе Программы предусмотрено решение соответствующих задач. В результате обучающиеся овладевают различными методами решения рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических и тригонометрических уравнений, неравенств и систем, а также задач, содержащих параметры. Полученные умения широко используются при

исследовании функций с помощью производной, при решении прикладных задач и задач на нахождение наибольших и наименьших значений функции. Данная содержательная линия включает в себя также формирование умений выполнять расчёты по формулам, преобразования рациональных, иррациональных и тригонометрических выражений, а также выражений, содержащих степени и логарифмы. Благодаря изучению алгебраического материала происходит дальнейшее развитие алгоритмического и абстрактного мышления обучающихся, формируются навыки дедуктивных рассуждений, работы с символьными формами, представления закономерностей и зависимостей в виде равенств и неравенств. Алгебра предлагает эффективные инструменты для решения практических и естественно-научных задач, наглядно демонстрирует свои возможности как языка науки.

Содержательно-методическая линия «Функции и графики» тесно переплетается с другими линиями учебного курса, поскольку в каком-то смысле задаёт последовательность изучения материала. Изучение степенной, показательной, логарифмической и тригонометрических функций, их свойств и графиков, использование функций для решения задач из других учебных предметов и реальной жизни тесно связано как с математическим анализом, так и с решением уравнений и неравенств. При этом большое внимание уделяется формированию умения выражать формулами зависимости между различными величинами, исследовать полученные функции, строить их графики. Материал этой содержательной линии нацелен на развитие умений и навыков, позволяющих выражать зависимости между величинами в различной форме: аналитической, графической и словесной. Его изучение способствует развитию алгоритмического мышления, способности к обобщению и конкретизации, использованию аналогий.

Содержательная линия «Начала математического анализа» позволяет существенно расширить круг как математических, так и прикладных задач, доступных обучающимся, так как у них появляется возможность строить графики сложных функций, определять их наибольшие и наименьшие значения, вычислять площади фигур и объёмы тел, находить скорости и ускорения процессов. Данная содержательная линия открывает новые возможности построения математических моделей реальных ситуаций, позволяет находить наилучшее решение в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах. Знакомство с основами математического анализа способствует развитию абстрактного, формально-логического и креативного мышления, формированию умений распознавать проявления законов математики в науке, технике и искусстве. Обучающиеся узнают о

выдающихся результатах, полученных в ходе развития математики как науки, и об их авторах.

Содержательно-методическая линия «Множества и логика» включает в себя элементы теории множеств и математической логики. Теоретико-множественные представления пронизывают весь курс школьной математики и предлагают наиболее универсальный язык, объединяющий все разделы математики и её приложений, они связывают разные математические дисциплины и их приложения в единое целое. Поэтому важно дать возможность обучающемуся понимать теоретико-множественный язык современной математики и использовать его для выражения своих мыслей. Другим важным признаком математики как науки следует признать свойственную ей строгость обоснований и следование определённым правилам построения доказательств. Знакомство с элементами математической логики способствует развитию логического мышления обучающихся, позволяет им строить свои рассуждения на основе логических правил, формирует навыки критического мышления.

В учебном курсе «Алгебра и начала математического анализа» присутствуют основы математического моделирования, которые призваны способствовать формированию навыков построения моделей реальных ситуаций, исследования этих моделей с помощью аппарата алгебры и математического анализа, интерпретации полученных результатов. Такие задания вплетены в каждый из разделов программы, поскольку весь материал учебного курса широко используется для решения прикладных задач. При решении реальных практических задач обучающиеся развивают наблюдательность, умение находить закономерности, абстрагироваться, использовать аналогию, обобщать и конкретизировать проблему. Деятельность по формированию навыков решения прикладных задач организуется в процессе изучения всех тем учебного курса «Алгебра и начала математического анализа».

На изучение учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» отводится 272 часа: в 10 классе – 136 часов (4 часа в неделю), в 11 классе – 136 часов (4 часа в неделю).

# СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

## 10 КЛАСС

### **Числа и вычисления**

Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби. Применение дробей и процентов для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни.

Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа. Арифметические операции с действительными числами. Модуль действительного числа и его свойства. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений.

Степень с целым показателем. Бином Ньютона. Использование подходящей формы записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных.

Арифметический корень натуральной степени и его свойства.

Степень с рациональным показателем и её свойства, степень с действительным показателем.

Логарифм числа. Свойства логарифма. Десятичные и натуральные логарифмы.

Синус, косинус, тангенс, котангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

### **Уравнения и неравенства**

Тождества и тождественные преобразования. Уравнение, корень уравнения. Равносильные уравнения и уравнения-следствия. Неравенство, решение неравенства.

Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств. Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу. Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета.

Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.

Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений.

Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений.

Преобразование выражений, содержащих логарифмы.

Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений.

Основные тригонометрические формулы. Преобразование тригонометрических выражений. Решение тригонометрических уравнений.

Решение систем линейных уравнений. Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы  $2 \times 2$ , его геометрический смысл и свойства, вычисление его значения, применение определителя для решения системы линейных уравнений. Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений. Исследование построенной модели с помощью матриц и определителей.

Построение математических моделей реальной ситуации с помощью уравнений и неравенств. Применение уравнений и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни.

### **Функции и графики**

Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций. График функции. Элементарные преобразования графиков функций.

Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке.

Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции. Элементарное исследование и построение их графиков.

Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня  $n$ -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем.

Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики. Использование графиков функций для решения уравнений.

Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента.

Функциональные зависимости в реальных процессах и явлениях. Графики реальных зависимостей.

### **Начала математического анализа**

Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции. Монотонные и ограниченные последовательности. История возникновения математического анализа как анализа бесконечно малых.

Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Линейный и экспоненциальный рост. Число  $e$ . Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера.

Непрерывные функции и их свойства. Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций непрерывных на отрезке. Метод интервалов для решения неравенств. Применение свойств непрерывных функций для решения задач.

Первая и вторая производные функции. Определение, геометрический и физический смысл производной. Уравнение касательной к графику функции.

Производные элементарных функций. Производная суммы, произведения, частного и композиции функций.

### **Множества и логика**

Множество, операции над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера–Венна. Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов.

Определение, теорема, свойство математического объекта, следствие, доказательство, равносильные уравнения.

## **11 КЛАСС**

### **Числа и вычисления**

Натуральные и целые числа. Применение признаков делимости целых чисел, наибольший общий делитель (далее – НОД) и наименьшее общее кратное (далее – НОК), остатков по модулю, алгоритма Евклида для решения задач в целых числах.

Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа. Арифметические операции с комплексными числами. Изображение комплексных чисел на координатной плоскости. Формула Муавра. Корни  $n$ -ой степени из комплексного числа. Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач.

### **Уравнения и неравенства**

Система и совокупность уравнений и неравенств. Равносильные системы и системы-следствия. Равносильные неравенства.

Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности. Решение тригонометрических неравенств.

Основные методы решения показательных и логарифмических неравенств.

Основные методы решения иррациональных неравенств.

Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений.

Уравнения, неравенства и системы с параметрами.

Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов.

### **Функции и графики**

График композиции функций. Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости.

Тригонометрические функции, их свойства и графики.

Графические методы решения уравнений и неравенств. Графические методы решения задач с параметрами.

Использование графиков функций для исследования процессов и зависимостей, которые возникают при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни.

### **Начала математического анализа**

Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значений непрерывной функции на отрезке.

Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком.

Первообразная, основное свойство первообразных. Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных.

Интеграл. Геометрический смысл интеграла. Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница.

Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур и объёмов геометрических тел.

Примеры решений дифференциальных уравнений. Математическое моделирование реальных процессов с помощью дифференциальных уравнений.

# ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «АЛГЕБРА И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА» (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ) НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

## ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### **1) гражданского воспитания:**

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представление о математических основах функционирования различных структур, явлений, процедур гражданского общества (выборы, опросы и другое), умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

### **2) патриотического воспитания:**

сформированность российской гражданской идентичности, уважения к прошлому и настоящему российской математики, ценностное отношение к достижениям российских математиков и российской математической школы, использование этих достижений в других науках, технологиях, сферах экономики;

### **3) духовно-нравственного воспитания:**

осознание духовных ценностей российского народа, сформированность нравственного сознания, этического поведения, связанного с практическим применением достижений науки и деятельностью учёного, осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

### **4) эстетического воспитания:**

эстетическое отношение к миру, включая эстетику математических закономерностей, объектов, задач, решений, рассуждений, восприимчивость к математическим аспектам различных видов искусства;

### **5) физического воспитания:**

сформированность умения применять математические знания в интересах здорового и безопасного образа жизни, ответственное отношение к своему здоровью (здоровое питание, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность), физическое совершенствование при занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;

### **6) трудового воспитания:**

готовность к труду, осознание ценности трудолюбия, интерес к различным сферам профессиональной деятельности, связанным с математикой и её приложениями, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы,

готовность и способность к математическому образованию и самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

**7) экологического воспитания:**

сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем, ориентация на применение математических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирование поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

**8) ценности научного познания:**

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, понимание математической науки как сферы человеческой деятельности, этапов её развития и значимости для развития цивилизации, овладение языком математики и математической культурой как средством познания мира, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

выявлять и характеризовать существенные признаки математических объектов, понятий, отношений между понятиями, формулировать определения понятий, устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;

воспринимать, формулировать и преобразовывать суждения: утвердительные и отрицательные, единичные, частные и общие, условные;

выявлять математические закономерности, взаимосвязи и противоречия в фактах, данных, наблюдениях и утверждениях, предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;

делать выводы с использованием законов логики, дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии;

проводить самостоятельно доказательства математических утверждений (прямые и от противного), выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры, обосновывать собственные суждения и выводы;

выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев).

### **Базовые исследовательские действия:**

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания, формулировать вопросы, фиксирующие противоречие, проблему, устанавливать искомое и данное, формировать гипотезу, аргументировать свою позицию, мнение;

проводить самостоятельно спланированный эксперимент, исследование по установлению особенностей математического объекта, явления, процесса, выявлению зависимостей между объектами, явлениями, процессами;

самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, исследования, оценивать достоверность полученных результатов, выводов и обобщений;

прогнозировать возможное развитие процесса, а также выдвигать предположения о его развитии в новых условиях.

### **Работа с информацией:**

выявлять дефициты информации, данных, необходимых для ответа на вопрос и для решения задачи;

выбирать информацию из источников различных типов, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

структурировать информацию, представлять её в различных формах, иллюстрировать графически;

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

### **Коммуникативные универсальные учебные действия**

#### **Общение:**

воспринимать и формулировать суждения в соответствии с условиями и целями общения, ясно, точно, грамотно выражать свою точку зрения в устных и письменных текстах, давать пояснения по ходу решения задачи, комментировать полученный результат;

в ходе обсуждения задавать вопросы по существу обсуждаемой темы, проблемы, решаемой задачи, высказывать идеи, нацеленные на поиск решения, сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций, в корректной форме формулировать разногласия, свои возражения;

представлять результаты решения задачи, эксперимента, исследования, проекта, самостоятельно выбирать формат выступления с учётом задач презентации и особенностей аудитории.

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

### **Самоорганизация:**

составлять план, алгоритм решения задачи, выбирать способ решения с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать и корректировать варианты решений с учётом новой информации.

### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов, владеть способами самопроверки, самоконтроля процесса и результата решения математической задачи;

предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении задачи, вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, данных, найденных ошибок, выявленных трудностей;

оценивать соответствие результата цели и условиям, объяснять причины достижения или недостижения результатов деятельности, находить ошибку, давать оценку приобретённому опыту.

### **Совместная деятельность:**

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении учебных задач, принимать цель совместной деятельности, планировать организацию совместной работы, распределять виды работ, договариваться, обсуждать процесс и результат работы, обобщать мнения нескольких людей;

участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнениями, «мозговые штурмы» и иные), выполнять свою часть работы и координировать свои действия с другими членами команды, оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, сформулированным участниками взаимодействия.

## **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу обучения в **10 классе** обучающийся получит следующие предметные результаты по отдельным темам рабочей программы учебного курса «Алгебра и начала математического анализа»:

### **Числа и вычисления:**

свободно оперировать понятиями: рациональное число, бесконечная периодическая дробь, проценты, иррациональное число, множества рациональных и действительных чисел, модуль действительного числа;

применять дроби и проценты для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни;

применять приближённые вычисления, правила округления, прикидку и оценку результата вычислений;

свободно оперировать понятием: степень с целым показателем, использовать подходящую форму записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных;

свободно оперировать понятием: арифметический корень натуральной степени;

свободно оперировать понятием: степень с рациональным показателем;

свободно оперировать понятиями: логарифм числа, десятичные и натуральные логарифмы;

свободно оперировать понятиями: синус, косинус, тангенс, котангенс числового аргумента;

оперировать понятиями: арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

### **Уравнения и неравенства:**

свободно оперировать понятиями: тождество, уравнение, неравенство, равносильные уравнения и уравнения-следствия, равносильные неравенства;

применять различные методы решения рациональных и дробно-рациональных уравнений, применять метод интервалов для решения неравенств;

свободно оперировать понятиями: многочлен от одной переменной, многочлен с целыми коэффициентами, корни многочлена, применять деление многочлена на многочлен с остатком, теорему Безу и теорему Виета для решения задач;

свободно оперировать понятиями: система линейных уравнений, матрица, определитель матрицы  $2 \times 2$  и его геометрический смысл, использовать свойства определителя  $2 \times 2$  для вычисления его значения, применять определители для решения системы линейных уравнений, моделировать реальные ситуации с помощью системы линейных уравнений, исследовать построенные модели с помощью матриц и определителей, интерпретировать полученный результат;

использовать свойства действий с корнями для преобразования выражений;

выполнять преобразования числовых выражений, содержащих степени с рациональным показателем;

использовать свойства логарифмов для преобразования логарифмических выражений;

свободно оперировать понятиями: иррациональные, показательные и логарифмические уравнения, находить их решения с помощью равносильных переходов или осуществляя проверку корней;

применять основные тригонометрические формулы для преобразования тригонометрических выражений;

свободно оперировать понятием: тригонометрическое уравнение, применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических уравнений;

моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры.

### **Функции и графики:**

свободно оперировать понятиями: функция, способы задания функции, взаимно обратные функции, композиция функций, график функции, выполнять элементарные преобразования графиков функций;

свободно оперировать понятиями: область определения и множество значений функции, нули функции, промежутки знакопостоянства;

свободно оперировать понятиями: чётные и нечётные функции, периодические функции, промежутки монотонности функции, максимумы и минимумы функции, наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке;

свободно оперировать понятиями: степенная функция с натуральным и целым показателем, график степенной функции с натуральным и целым показателем, график корня  $n$ -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем;

оперировать понятиями: линейная, квадратичная и дробно-линейная функции, выполнять элементарное исследование и построение их графиков;

свободно оперировать понятиями: показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики, использовать их графики для решения уравнений;

свободно оперировать понятиями: тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента;

использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами;

### **Начала математического анализа:**

свободно оперировать понятиями: арифметическая и геометрическая прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия, линейный и экспоненциальный рост, формула сложных процентов, иметь представление о константе;

использовать прогрессии для решения реальных задач прикладного характера;

свободно оперировать понятиями: последовательность, способы задания последовательностей, монотонные и ограниченные последовательности, понимать основы зарождения математического анализа как анализа бесконечно малых;

свободно оперировать понятиями: непрерывные функции, точки разрыва графика функции, асимптоты графика функции;

свободно оперировать понятием: функция, непрерывная на отрезке, применять свойства непрерывных функций для решения задач;

свободно оперировать понятиями: первая и вторая производные функции, касательная к графику функции;

вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции двух функций, знать производные элементарных функций;

использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач.

### **Множества и логика:**

свободно оперировать понятиями: множество, операции над множествами;

использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов;

свободно оперировать понятиями: определение, теорема, уравнение-следствие, свойство математического объекта, доказательство, равносильные уравнения и неравенства.

К концу обучения в **11 классе** обучающийся получит следующие предметные результаты по отдельным темам рабочей программы учебного курса «Алгебра и начала математического анализа»:

### **Числа и вычисления:**

свободно оперировать понятиями: натуральное и целое число, множества натуральных и целых чисел, использовать признаки делимости целых чисел, НОД и НОК натуральных чисел для решения задач, применять алгоритм Евклида;

свободно оперировать понятием остатка по модулю, записывать натуральные числа в различных позиционных системах счисления;

свободно оперировать понятиями: комплексное число и множество комплексных чисел, представлять комплексные числа в алгебраической и тригонометрической форме, выполнять арифметические операции с ними и изображать на координатной плоскости.

### **Уравнения и неравенства:**

свободно оперировать понятиями: иррациональные, показательные и логарифмические неравенства, находить их решения с помощью равносильных переходов;

осуществлять отбор корней при решении тригонометрического уравнения;

свободно оперировать понятием тригонометрическое неравенство, применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических неравенств;

свободно оперировать понятиями: система и совокупность уравнений и неравенств, равносильные системы и системы-следствия, находить решения системы и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений и неравенств;

решать рациональные, иррациональные, показательные, логарифмические и тригонометрические уравнения и неравенства, содержащие модули и параметры;

применять графические методы для решения уравнений и неравенств, а также задач с параметрами;

моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат.

### **Функции и графики:**

строить графики композиции функций с помощью элементарного исследования и свойств композиции двух функций;

строить геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости;

свободно оперировать понятиями: графики тригонометрических функций;

применять функции для моделирования и исследования реальных процессов.

### **Начала математического анализа:**

использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы;

находить наибольшее и наименьшее значения функции непрерывной на отрезке;

использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком;

свободно оперировать понятиями: первообразная, определённый интеграл, находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона-Лейбница;

находить площади плоских фигур и объёмы тел с помощью интеграла;

иметь представление о математическом моделировании на примере составления дифференциальных уравнений;

решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 10 КЛАСС

| №<br>п/п | Наименование разделов и тем<br>программы                                                                              | Количество часов |                       |                        | Электронные<br>(цифровые)<br>образовательные<br>ресурсы                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                       | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                                                                                   |
| 1        | Множество действительных чисел.<br>Многочлены. Рациональные уравнения и<br>неравенства. Системы линейных<br>уравнений | 24               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2        | Функции и графики. Степенная функция с<br>целым показателем                                                           | 12               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3        | Арифметический корень n-ой степени.<br>Иррациональные уравнения                                                       | 15               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4        | Показательная функция. Показательные<br>уравнения                                                                     | 10               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5        | Логарифмическая функция.<br>Логарифмические уравнения                                                                 | 18               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6        | Тригонометрические выражения и<br>уравнения                                                                           | 22               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7        | Последовательности и прогрессии                                                                                       | 10               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                              |     |    |   |                                                                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|-----|----|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 8                                   | Непрерывные функции. Производная             | 20  | 1  |   | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 9                                   | Повторение, обобщение, систематизация знаний | 5   | 2  |   | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                              | 136 | 10 | 0 |                                                                                   |

## 11 КЛАСС

| №<br>п/п | Наименование разделов и тем<br>программы                                             | Количество часов |                       |                        | Электронные<br>(цифровые)<br>образовательные<br>ресурсы                           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                      | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                                                                                   |
| 1        | Исследование функций с помощью<br>производной                                        | 22               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2        | Первообразная и интеграл                                                             | 12               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3        | Графики тригонометрических функций.<br>Тригонометрические неравенства                | 14               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4        | Иррациональные, показательные и<br>логарифмические неравенства                       | 24               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5        | Комплексные числа                                                                    | 10               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6        | Натуральные и целые числа                                                            | 10               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7        | Системы рациональных, иррациональных<br>показательных и логарифмических<br>уравнений | 12               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 8        | Задачи с параметрами                                                                 | 16               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                              |     |    |   |                                                                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|-----|----|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                              |     |    |   | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 9                                   | Повторение, обобщение, систематизация знаний | 16  | 2  |   | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                              | 136 | 10 | 0 |                                                                                   |

# ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## 10 КЛАСС

| № п/п | Тема урока                                                                                     | Количество часов |                    |                     | Дата изучения | Электронные цифровые образовательные ресурсы                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |               |                                                                                   |
| 1     | Множество, операции над множествами и их свойства                                              | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2     | Диаграммы Эйлера-Венна                                                                         | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3     | Применение теоретико-множественного аппарата для решения задач                                 | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4     | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5     | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6     | Применение дробей и процентов для решения прикладных задач                                     | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7     | Применение дробей и процентов для решения прикладных задач                                     | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 8     | Действительные числа. Рациональные и                                                           | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                          |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | иррациональные числа                                                                     |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 9  | Арифметические операции с действительными числами                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 10 | Модуль действительного числа и его свойства                                              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 11 | Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений     | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 12 | Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 13 | Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 14 | Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 15 | Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 16 | Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 17 | Решение систем линейных уравнений                                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                                      |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | Решение систем линейных уравнений                                                                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 19 | Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы $2 \times 2$ , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 20 | Определитель матрицы $2 \times 2$ , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 21 | Применение определителя для решения системы линейных уравнений                                                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 22 | Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений                                                                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 23 | Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений                                                                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 24 | Контрольная работа: "Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений"                                               | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 25 | Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций                                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 26 | График функции. Элементарные преобразования графиков функций                                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 27 | Область определения и множество                                                                                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                            |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | значений функции. Нули функции.<br>Промежутки знак постоянства                             |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 28 | Чётные и нечётные функции.<br>Периодические функции. Промежутки<br>монотонности функции    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 29 | Максимумы и минимумы функции.<br>Наибольшее и наименьшее значение<br>функции на промежутке | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 30 | Линейная, квадратичная и дробно-<br>линейная функции                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 31 | Элементарное исследование и<br>построение графиков этих функций                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 32 | Элементарное исследование и<br>построение графиков этих функций                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 33 | Степень с целым показателем. Бином<br>Ньютона                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 34 | Степень с целым показателем. Бином<br>Ньютона                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 35 | Степенная функция с натуральным и<br>целым показателем. Её свойства и график               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 36 | Контрольная работа: "Степенная<br>функция. Её свойства и график"                           | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                            |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 37 | Арифметический корень натуральной степени и его свойства                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 38 | Арифметический корень натуральной степени и его свойства                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 39 | Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 40 | Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 41 | Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 42 | Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 43 | Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 44 | Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 45 | Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 46 | Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                             |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                             |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 47 | Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 48 | Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 49 | Свойства и график корня n-ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 50 | Свойства и график корня n-ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 51 | Контрольная работа: "Свойства и график корня n-ой степени. Иррациональные уравнения"        | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 52 | Степень с рациональным показателем и её свойства                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 53 | Степень с рациональным показателем и её свойства                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 54 | Степень с рациональным показателем и её свойства                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 55 | Показательная функция, её свойства и график                                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 56 | Использование графика функции для                                                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                          |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | решения уравнений                                                        |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 57 | Использование графика функции для решения уравнений                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 58 | Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 59 | Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 60 | Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 61 | Контрольная работа: "Показательная функция. Показательные уравнения"     | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 62 | Логарифм числа. Свойства логарифма                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 63 | Логарифм числа. Свойства логарифма                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 64 | Логарифм числа. Свойства логарифма                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 65 | Десятичные и натуральные логарифмы                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                              |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 66 | Десятичные и натуральные логарифмы                                           | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 67 | Преобразование выражений, содержащих логарифмы                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 68 | Преобразование выражений, содержащих логарифмы                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 69 | Преобразование выражений, содержащих логарифмы                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 70 | Логарифмическая функция, её свойства и график                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 71 | Логарифмическая функция, её свойства и график                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 72 | Использование графика функции для решения уравнений                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 73 | Использование графика функции для решения уравнений                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 74 | Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 75 | Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических           | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                           |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | уравнений                                                                                 |   |   |  |  |                                                                                   |
| 76 | Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 77 | Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 78 | Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 79 | Контрольная работа: "Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения"                  | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 80 | Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 81 | Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 82 | Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 83 | Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 84 | Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 85 | Тригонометрическая окружность,                                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                            |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | определение тригонометрических функций числового аргумента |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 86 | Основные тригонометрические формулы                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 87 | Основные тригонометрические формулы                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 88 | Основные тригонометрические формулы                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 89 | Основные тригонометрические формулы                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 90 | Преобразование тригонометрических выражений                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 91 | Преобразование тригонометрических выражений                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 92 | Преобразование тригонометрических выражений                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 93 | Преобразование тригонометрических выражений                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 94 | Решение тригонометрических уравнений                       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                                                              |   |   |  |  |                                                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 95  | Решение тригонометрических уравнений                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 96  | Решение тригонометрических уравнений                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 97  | Решение тригонометрических уравнений                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 98  | Решение тригонометрических уравнений                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 99  | Решение тригонометрических уравнений                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 100 | Решение тригонометрических уравнений                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 101 | Контрольная работа:<br>"Тригонометрические выражения и<br>тригонометрические уравнения"      | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 102 | Последовательности, способы задания<br>последовательностей. Метод<br>математической индукции | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 103 | Монотонные и ограниченные<br>последовательности. История анализа<br>бесконечно малых         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 104 | Арифметическая прогрессия                                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                                           |   |   |  |  |                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                           |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 105 | Геометрическая прогрессия                                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 106 | Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 107 | Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 108 | Линейный и экспоненциальный рост. Число $e$ . Формула сложных процентов   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 109 | Линейный и экспоненциальный рост. Число $e$ . Формула сложных процентов   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 110 | Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 111 | Контрольная работа:<br>"Последовательности и прогрессии"                  | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 112 | Непрерывные функции и их свойства                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 113 | Точка разрыва. Асимптоты графиков функций                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 114 | Свойства функций непрерывных на                                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                          |   |  |  |  |                                                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     | отрезке                                                  |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 115 | Свойства функций непрерывных на отрезке                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 116 | Метод интервалов для решения неравенств                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 117 | Метод интервалов для решения неравенств                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 118 | Метод интервалов для решения неравенств                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 119 | Применение свойств непрерывных функций для решения задач | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 120 | Применение свойств непрерывных функций для решения задач | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 121 | Первая и вторая производные функции                      | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 122 | Определение, геометрический смысл производной            | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 123 | Определение, физический смысл производной                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 124 | Уравнение касательной к графику                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|     |                                                                |   |   |  |  |                                                                                   |
|-----|----------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     | функции                                                        |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 125 | Уравнение касательной к графику функции                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 126 | Производные элементарных функций                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 127 | Производные элементарных функций                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 128 | Производная суммы, произведения, частного и композиции функций | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 129 | Производная суммы, произведения, частного и композиции функций | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 130 | Производная суммы, произведения, частного и композиции функций | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 131 | Контрольная работа: "Производная"                              | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 132 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 133 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                              |     |    |   |  |                                                                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|-----|----|---|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 134                                 | Итоговая контрольная работа                  | 1   | 1  |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 135                                 | Итоговая контрольная работа                  | 1   | 1  |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 136                                 | Повторение, обобщение, систематизация знаний | 1   |    |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                              | 136 | 10 | 0 |  |                                                                                   |

## 11 КЛАСС

| №<br>п/п | Тема урока                                                                   | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                              | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                                                   |
| 1        | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы   | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2        | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы   | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3        | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы   | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4        | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы   | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5        | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы   | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6        | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы   | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7        | Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 8        | Нахождение наибольшего и                                                     | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                                       |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | наименьшего значения непрерывной функции на отрезке                                                   |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 9  | Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 10 | Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 11 | Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 12 | Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 13 | Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 14 | Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 15 | Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 16 | Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                      |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Композиция функций                                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 18 | Композиция функций                                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 19 | Композиция функций                                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 20 | Геометрические образы уравнений на координатной плоскости            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 21 | Геометрические образы уравнений на координатной плоскости            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 22 | Контрольная работа: "Исследование функций с помощью производной"     | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 23 | Первообразная, основное свойство первообразных                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 24 | Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 25 | Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 26 | Интеграл. Геометрический смысл интеграла                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                      |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 27 | Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 28 | Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 29 | Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 30 | Применение интеграла для нахождения объёмов геометрических тел                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 31 | Примеры решений дифференциальных уравнений                                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 32 | Примеры решений дифференциальных уравнений                                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 33 | Математическое моделирование реальных процессов с помощью дифференциальных уравнений | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 34 | Контрольная работа: "Первообразная и интеграл"                                       | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 35 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 36 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                   |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 37 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 38 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 39 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 40 | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 41 | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 42 | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 43 | Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 44 | Решение тригонометрических неравенств                                             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 45 | Решение тригонометрических неравенств                                             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 46 | Решение тригонометрических неравенств                                             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                          |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                          |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 47 | Решение тригонометрических неравенств                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 48 | Контрольная работа: "Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства" | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 49 | Основные методы решения показательных неравенств                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 50 | Основные методы решения показательных неравенств                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 51 | Основные методы решения показательных неравенств                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 52 | Основные методы решения показательных неравенств                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 53 | Основные методы решения логарифмических неравенств                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 54 | Основные методы решения логарифмических неравенств                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 55 | Основные методы решения логарифмических неравенств                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 56 | Основные методы решения                                                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                      |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | логарифмических неравенств                           |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 57 | Основные методы решения иррациональных неравенств    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 58 | Основные методы решения иррациональных неравенств    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 59 | Основные методы решения иррациональных неравенств    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 60 | Основные методы решения иррациональных неравенств    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 61 | Графические методы решения иррациональных уравнений  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 62 | Графические методы решения иррациональных уравнений  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 63 | Графические методы решения показательных уравнений   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 64 | Графические методы решения показательных неравенств  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 65 | Графические методы решения логарифмических уравнений | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                        |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 66 | Графические методы решения логарифмических неравенств                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 67 | Графические методы решения логарифмических неравенств                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 68 | Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 69 | Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 70 | Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 71 | Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 72 | Контрольная работа: "Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства"      | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 73 | Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 74 | Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 75 | Арифметические операции с комплексными числами                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                            |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                            |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 76 | Арифметические операции с комплексными числами                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 77 | Изображение комплексных чисел на координатной плоскости                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 78 | Изображение комплексных чисел на координатной плоскости                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 79 | Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 80 | Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 81 | Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 82 | Контрольная работа: "Комплексные числа"                                    | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 83 | Натуральные и целые числа                                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 84 | Натуральные и целые числа                                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 85 | Применение признаков делимости                                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                               |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | целых чисел                                                                                   |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 86 | Применение признаков делимости целых чисел                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 87 | Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 88 | Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 89 | Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 90 | Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 91 | Применение признаков делимости целых чисел: алгоритм Евклида для решения задач в целых числах | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 92 | Контрольная работа: "Теория целых чисел"                                                      | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 93 | Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 94 | Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                                                                                                             |   |  |  |  |                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 95  | Основные методы решения систем и совокупностей рациональных уравнений                                                                       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 96  | Основные методы решения систем и совокупностей иррациональных уравнений                                                                     | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 97  | Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений                                                                      | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 98  | Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений                                                                      | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 99  | Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений                                                                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 100 | Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений                                                                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 101 | Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 102 | Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 103 | Применение неравенств к решению                                                                                                             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|     |                                                                                                                 |   |   |  |  |                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     | математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 104 | Контрольная работа: "Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений"            | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 105 | Рациональные уравнения с параметрами                                                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 106 | Рациональные неравенства с параметрами                                                                          | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 107 | Рациональные системы с параметрами                                                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 108 | Иррациональные уравнения, неравенства с параметрами                                                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 109 | Иррациональные системы с параметрами                                                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 110 | Показательные уравнения, неравенства с параметрами                                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 111 | Показательные системы с параметрами                                                                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                                                                             |   |   |  |  |                                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 112 | Логарифмические уравнения, неравенства с параметрами                                                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 113 | Логарифмические системы с параметрами                                                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 114 | Тригонометрические уравнения с параметрами                                                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 115 | Тригонометрические неравенства с параметрами                                                                | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 116 | Тригонометрические системы с параметрами                                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 117 | Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью уравнений с параметрами        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 118 | Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 119 | Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 120 | Контрольная работа: "Задачи с параметрами"                                                                  | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                                              |   |  |  |  |                                                                                   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                              |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 121 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 122 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 123 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения. Системы уравнений" | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 124 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 125 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 126 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 127 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 128 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 129 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 130 | Повторение, обобщение, систематизация                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|                                     |                                                         |     |    |   |  |                                                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|----|---|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | знаний: "Интеграл и его применение"                     |     |    |   |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 131                                 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции" | 1   |    |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 132                                 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции" | 1   |    |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 133                                 | Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции" | 1   |    |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 134                                 | Итоговая контрольная работа                             | 1   | 1  |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 135                                 | Итоговая контрольная работа                             | 1   | 1  |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 136                                 | Повторение, обобщение, систематизация знаний            | 1   |    |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                         | 136 | 10 | 0 |  |                                                                                   |

# ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 10 КЛАСС

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Числа и вычисления                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.1                         | Оперировать понятиями: рациональное и действительное число, обыкновенная и десятичная дробь, проценты                                                                                                                                           |
| 1.2                         | Выполнять арифметические операции с рациональными и действительными числами                                                                                                                                                                     |
| 1.3                         | Выполнять приближённые вычисления, используя правила округления, делать прикидку и оценку результата вычислений                                                                                                                                 |
| 1.4                         | Оперировать понятиями: степень с целым показателем, стандартная форма записи действительного числа, корень натуральной степени; использовать подходящую форму записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных |
| 1.5                         | Оперировать понятиями: синус, косинус и тангенс произвольного угла; использовать запись произвольного угла через обратные тригонометрические функции                                                                                            |
| 2                           | Уравнения и неравенства                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.1                         | Оперировать понятиями: тождество, уравнение, неравенство, целое, рациональное, иррациональное уравнение, неравенство, тригонометрическое уравнение                                                                                              |
| 2.2                         | Выполнять преобразования тригонометрических выражений и решать тригонометрические уравнения                                                                                                                                                     |
| 2.3                         | Выполнять преобразования целых, рациональных и иррациональных выражений и решать основные типы целых, рациональных и иррациональных уравнений и неравенств                                                                                      |
| 2.4                         | Применять уравнения и неравенства для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни                                                                                                                         |
| 2.5                         | Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры                                                               |
| 3                           | Функции и графики                                                                                                                                                                                                                               |
| 3.1                         | Оперировать понятиями: функция, способы задания функции, область определения и множество значений функции, график функции,                                                                                                                      |

|     |                                                                                                                                                                                        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | взаимно обратные функции                                                                                                                                                               |
| 3.2 | Оперировать понятиями: чётность и нечётность функции, нули функции, промежутки знакопостоянства                                                                                        |
| 3.3 | Использовать графики функций для решения уравнений                                                                                                                                     |
| 3.4 | Строить и читать графики линейной функции, квадратичной функции, степенной функции с целым показателем                                                                                 |
| 3.5 | Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                         |
| 4.1 | Оперировать понятиями: последовательность, арифметическая и геометрическая прогрессии                                                                                                  |
| 4.2 | Оперировать понятиями: бесконечно убывающая геометрическая прогрессия, сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии                                                            |
| 4.3 | Задавать последовательности различными способами                                                                                                                                       |
| 4.4 | Использовать свойства последовательностей и прогрессий для решения реальных задач прикладного характера                                                                                |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                                                                     |
| 5.1 | Оперировать понятиями: множество, операции над множествами                                                                                                                             |
| 5.2 | Использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов                                                  |
| 5.3 | Оперировать понятиями: определение, теорема, следствие, доказательство                                                                                                                 |

## 11 КЛАСС

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                             |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Числа и вычисления                                                                                                                                    |
| 1.1                         | Оперировать понятиями: натуральное, целое число; использовать признаки делимости целых чисел, разложение числа на простые множители для решения задач |
| 1.2                         | Оперировать понятием: степень с рациональным показателем                                                                                              |
| 1.3                         | Оперировать понятиями: логарифм числа, десятичные и натуральные логарифмы                                                                             |
| 2                           | Уравнения и неравенства                                                                                                                               |
| 2.1                         | Применять свойства степени для преобразования выражений,                                                                                              |

|     |                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | оперировать понятиями: показательное уравнение и неравенство; решать основные типы показательных уравнений и неравенств                                                                                                      |
| 2.2 | Выполнять преобразования выражений, содержащих логарифмы; оперировать понятиями: логарифмическое уравнение и неравенство; решать основные типы логарифмических уравнений и неравенств                                        |
| 2.3 | Находить решения простейших тригонометрических неравенств                                                                                                                                                                    |
| 2.4 | Оперировать понятиями: система линейных уравнений и её решение; использовать систему линейных уравнений для решения практических задач                                                                                       |
| 2.5 | Находить решения простейших систем и совокупностей рациональных уравнений и неравенств                                                                                                                                       |
| 2.6 | Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры                                  |
| 3   | Функции и графики                                                                                                                                                                                                            |
| 3.1 | Оперировать понятиями: периодическая функция, промежутки монотонности функции, точки экстремума функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке; использовать их для исследования функции, заданной графиком |
| 3.2 | Оперировать понятиями: графики показательной, логарифмической и тригонометрических функций; изображать их на координатной плоскости и использовать для решения уравнений и неравенств                                        |
| 3.3 | Изображать на координатной плоскости графики линейных уравнений и использовать их для решения системы линейных уравнений                                                                                                     |
| 3.4 | Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей из других учебных дисциплин                                                                                                                           |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                                                               |
| 4.1 | Оперировать понятиями: непрерывная функция, производная функции; использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач                                                                                |
| 4.2 | Находить производные элементарных функций, вычислять производные суммы, произведения, частного функций                                                                                                                       |
| 4.3 | Использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы, применять результаты исследования к построению графиков                                                                                      |
| 4.4 | Использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах                                                                                                        |
| 4.5 | Оперировать понятиями: первообразная и интеграл; понимать геометрический и физический смысл интеграла                                                                                                                        |
| 4.6 | Находить первообразные элементарных функций, вычислять интеграл по формуле Ньютона – Лейбница                                                                                                                                |

|     |                                                                                                                            |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.7 | Решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

## 10 КЛАСС

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Числа и вычисления                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1.1 | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби. Арифметические операции с рациональными числами, преобразования числовых выражений. Применение дробей и процентов для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни |
| 1.2 | Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений                                                                                           |
| 1.3 | Степень с целым показателем. Стандартная форма записи действительного числа. Использование подходящей формы записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных                                                                                                |
| 1.4 | Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени                                                                                                                                                                                            |
| 1.5 | Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                                                                                                                                                                           |
| 2   | Уравнения и неравенства                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.1 | Тождества и тождественные преобразования                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2.2 | Преобразование тригонометрических выражений. Основные тригонометрические формулы                                                                                                                                                                                                             |
| 2.3 | Уравнение, корень уравнения. Неравенство, решение неравенства. Метод интервалов                                                                                                                                                                                                              |
| 2.4 | Решение целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2.5 | Решение иррациональных уравнений и неравенств                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.6 | Решение тригонометрических уравнений                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.7 | Применение уравнений и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни                                                                                                                                                                        |
| 3   | Функции и графики                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3.1 | Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции                                                                                                                                                                                                                   |
| 3.2 | Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции                                                                                                                                                                       |
| 3.3 | Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график.                                                                                                                                                                                                                   |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Свойства и график корня $n$ -ой степени                                                                                                                                                                                                                |
| 3.4 | Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента                                                                                                                                                              |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.1 | Последовательности, способы задания последовательностей. Монотонные последовательности                                                                                                                                                                 |
| 4.2 | Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5.1 | Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна. Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов                                                   |
| 5.2 | Определение, теорема, следствие, доказательство                                                                                                                                                                                                        |

## 11 КЛАСС

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                        |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Числа и вычисления                                                                                                                                    |
| 1.1 | Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел                                                                                             |
| 1.2 | Степень с рациональным показателем. Свойства степени                                                                                                  |
| 1.3 | Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы                                                                                                    |
| 2   | Уравнения и неравенства                                                                                                                               |
| 2.1 | Преобразование выражений, содержащих логарифмы                                                                                                        |
| 2.2 | Преобразование выражений, содержащих степени с рациональным показателем                                                                               |
| 2.3 | Примеры тригонометрических неравенств                                                                                                                 |
| 2.4 | Показательные уравнения и неравенства                                                                                                                 |
| 2.5 | Логарифмические уравнения и неравенства                                                                                                               |
| 2.6 | Системы линейных уравнений. Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений                                                             |
| 2.7 | Системы и совокупности рациональных уравнений и неравенств                                                                                            |
| 2.8 | Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни                         |
| 3   | Функции и графики                                                                                                                                     |
| 3.1 | Функция. Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке |
| 3.2 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                                                                                     |

|     |                                                                                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.3 | Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики                                                                                             |
| 3.4 | Использование графиков функций для решения уравнений и линейных систем                                                                                     |
| 3.5 | Использование графиков функций для исследования процессов и зависимостей, которые возникают при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                             |
| 4.1 | Непрерывные функции. Метод интервалов для решения неравенств                                                                                               |
| 4.2 | Производная функции. Геометрический и физический смысл производной                                                                                         |
| 4.3 | Производные элементарных функций. Формулы нахождения производной суммы, произведения и частного функций                                                    |
| 4.4 | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке               |
| 4.5 | Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости процесса, заданного формулой или графиком          |
| 4.6 | Первообразная. Таблица первообразных                                                                                                                       |
| 4.7 | Интеграл, его геометрический и физический смысл. Вычисление интеграла по формуле Ньютона – Лейбница                                                        |

## ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | <p>Владение методами доказательств, алгоритмами решения задач; умение формулировать и оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; применять их; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений; умение оперировать понятиями: множество, подмножество, операции над множествами; умение использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений и при решении задач, в том числе из других учебных предметов; умение оперировать понятиями: граф, связный граф, дерево, цикл, граф на плоскости; умение задавать и описывать графы различными способами; использовать графы при решении задач</p> |
| 2                           | <p>Умение оперировать понятиями: натуральное число, целое число, степень с целым показателем, корень натуральной степени, степень с рациональным показателем, степень с действительным показателем, логарифм числа, синус, косинус и тангенс произвольного числа, остаток по модулю, рациональное число, иррациональное число, множества натуральных, целых, рациональных, действительных чисел; умение использовать признаки делимости, наименьший общий делитель и наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида при решении задач; знакомство с различными позиционными системами счисления; умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений со степенями и логарифмами, преобразования дробно-рациональных выражений; умение оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая</p>                                                                               |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряжённые комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, форма записи комплексных чисел (геометрическая, тригонометрическая и алгебраическая); уметь производить арифметические действия с комплексными числами; приводить примеры использования комплексных чисел; оперировать понятиями: матрица <math>2 \times 2</math> и <math>3 \times 3</math>, определитель матрицы, геометрический смысл определителя</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | <p>Умение оперировать понятиями: рациональные, иррациональные, показательные, степенные, логарифмические, тригонометрические уравнения и неравенства, их системы; умение оперировать понятиями: тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приёмов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4 | <p>Умение оперировать понятиями: функция, чётность функции, периодичность функции, ограниченность функции, монотонность функции, экстремум функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке, непрерывная функция, асимптоты графика функции, первая и вторая производная функции, геометрический и физический смысл производной, первообразная, определённый интеграл; умение находить асимптоты графика функции; умение вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции функций, находить уравнение касательной к графику функции; умение находить производные элементарных функций; умение использовать производную для исследования функций, находить наибольшие и наименьшие значения функций; строить графики многочленов с использованием аппарата математического анализа; применять производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических и физических задачах; находить площади и объёмы фигур с помощью</p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | Умение оперировать понятиями: график функции, обратная функция, композиция функций, линейная функция, квадратичная функция, рациональная функция, степенная функция, тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции, показательная и логарифмическая функции; умение строить графики изученных функций, выполнять преобразования графиков функций, использовать графики для изучения процессов и зависимостей, при решении задач из других учебных предметов и задач из реальной жизни; выражать формулами зависимости между величинами; использовать свойства и графики функций для решения уравнений, неравенств и задач с параметрами; изображать на координатной плоскости множества решений уравнений, неравенств и их систем |
| 6 | Умение решать текстовые задачи разных типов (в том числе на проценты, доли и части, на движение, работу, стоимость товаров и услуг, налоги, задачи из области управления личными и семейными финансами); составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов; умение моделировать реальные ситуации на языке математики; составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат                                                                                                                                      |
| 7 | Умение оперировать понятиями: среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия, стандартное отклонение числового набора; умение извлекать, интерпретировать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, отражающую свойства реальных процессов и явлений; представлять информацию с помощью таблиц и диаграмм; исследовать статистические данные, в том числе с применением графических методов и электронных средств; графически исследовать совместные наблюдения с помощью диаграмм рассеивания и линейной регрессии                                                                                                                                                                     |
| 8 | Умение оперировать понятиями: случайный опыт и случайное событие, вероятность случайного события; умение вычислять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>вероятность с использованием графических методов; применять формулы сложения и умножения вероятностей, формулу полной вероятности, формулу Бернулли, комбинаторные факты и формулы; оценивать вероятности реальных событий; умение оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение случайной величины, функции распределения и плотности равномерного, показательного и нормального распределений; умение использовать свойства изученных распределений для решения задач; знакомство с понятиями: закон больших чисел, методы выборочных исследований; умение приводить примеры проявления закона больших чисел в природных и общественных явлениях; умение оперировать понятиями: сочетание, перестановка, число сочетаний, число перестановок; бином Ньютона; умение применять комбинаторные факты и рассуждения для решения задач; оценивать вероятности реальных событий; составлять вероятностную модель и интерпретировать полученный результат</p> |
| 9  | <p>Умение оперировать понятиями: точка, прямая, плоскость, пространство, отрезок, луч, величина угла, плоский угол, двугранный угол, трёхгранный угол, скрещивающиеся прямые, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей, угол между прямыми, угол между прямой и плоскостью, угол между плоскостями, расстояние от точки до плоскости, расстояние между прямыми, расстояние между плоскостями; умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии; умение оценивать размеры объектов окружающего мира; строить математические модели с помощью геометрических понятий и величин, решать связанные с ними практические задачи</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <p>Умение оперировать понятиями: площадь фигуры, объём фигуры, многогранник, правильный многогранник, сечение многогранника, куб, параллелепипед, призма, пирамида, фигура и поверхность вращения, цилиндр, конус, шар, сфера, площадь сферы, площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара, развёртка поверхности, сечения конуса и цилиндра, параллельные оси или основанию, сечение шара, плоскость,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>касающаяся сферы, цилиндра, конуса; умение строить сечение многогранника, изображать многогранники, фигуры и поверхности вращения, их сечения, в том числе с помощью электронных средств; умение применять свойства геометрических фигур, самостоятельно формулировать определения изучаемых фигур, выдвигать гипотезы о свойствах и признаках геометрических фигур, обосновывать или опровергать их; умение проводить классификацию фигур по различным признакам, выполнять необходимые дополнительные построения</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <p>Умение оперировать понятиями: движение в пространстве, параллельный перенос, симметрия на плоскости и в пространстве, поворот, преобразование подобия, подобные фигуры; умение распознавать равные и подобные фигуры, в том числе в природе, искусстве, архитектуре; использовать геометрические отношения при решении задач; находить геометрические величины (длина, угол, площадь, объём) при решении задач из других учебных предметов и из реальной жизни; умение вычислять геометрические величины (длина, угол, площадь, объём, площадь поверхности), используя изученные формулы и методы, в том числе: площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, площадь сферы; объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара; умение находить отношение объёмов подобных фигур</p> |
| 12 | <p>Умение оперировать понятиями: прямоугольная система координат, вектор, координаты точки, координаты вектора, сумма векторов, произведение вектора на число, разложение вектора по базису, скалярное произведение, векторное произведение, угол между векторами; умение использовать векторный и координатный метод для решения геометрических задач и задач других учебных предметов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <p>Умение выбирать подходящий метод для решения задачи; понимание значимости математики в изучении природных и общественных процессов и явлений; умение распознавать проявление законов математики в искусстве, умение приводить примеры математических открытий российской и мировой математической науки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

| Код  | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Числа и вычисления                                                                                                                                            |
| 1.1  | Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел                                                                                                     |
| 1.2  | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби                                                                |
| 1.3  | Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени                                                             |
| 1.4  | Степень с целым показателем. Степень с рациональным показателем. Свойства степени                                                                             |
| 1.5  | Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                                            |
| 1.6  | Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы                                                                                                            |
| 1.7  | Действительные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений |
| 1.8  | Преобразование выражений                                                                                                                                      |
| 1.9  | Комплексные числа                                                                                                                                             |
| 2    | Уравнения и неравенства                                                                                                                                       |
| 2.1  | Целые и дробно-рациональные уравнения                                                                                                                         |
| 2.2  | Иррациональные уравнения                                                                                                                                      |
| 2.3  | Тригонометрические уравнения                                                                                                                                  |
| 2.4  | Показательные и логарифмические уравнения                                                                                                                     |
| 2.5  | Целые и дробно-рациональные неравенства                                                                                                                       |
| 2.6  | Иррациональные неравенства                                                                                                                                    |
| 2.7  | Показательные и логарифмические неравенства                                                                                                                   |
| 2.8  | Тригонометрические неравенства                                                                                                                                |
| 2.9  | Системы и совокупности уравнений и неравенств                                                                                                                 |
| 2.10 | Уравнения, неравенства и системы с параметрами                                                                                                                |
| 2.11 | Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы                                                                                                      |
| 3    | Функции и графики                                                                                                                                             |

|     |                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 | Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции. Чётные и нечётные функции. Периодические функции                                                                                       |
| 3.2 | Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке |
| 3.3 | Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня $n$ -ой степени                                                                                                 |
| 3.4 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                                                                                                                                                  |
| 3.5 | Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики                                                                                                                                                     |
| 3.6 | Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке                                                                                                                                |
| 3.7 | Последовательности, способы задания последовательностей                                                                                                                                                            |
| 3.8 | Арифметическая и геометрическая прогрессии. Формула сложных процентов                                                                                                                                              |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                                                     |
| 4.1 | Производная функции. Производные элементарных функций                                                                                                                                                              |
| 4.2 | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке                                                                       |
| 4.3 | Первообразная. Интеграл                                                                                                                                                                                            |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                                                                                                 |
| 5.1 | Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна                                                                                                                                                      |
| 5.2 | Логика                                                                                                                                                                                                             |
| 6   | Вероятность и статистика                                                                                                                                                                                           |
| 6.1 | Описательная статистика                                                                                                                                                                                            |
| 6.2 | Вероятность                                                                                                                                                                                                        |
| 6.3 | Комбинаторика                                                                                                                                                                                                      |
| 7   | Геометрия                                                                                                                                                                                                          |
| 7.1 | Фигуры на плоскости                                                                                                                                                                                                |
| 7.2 | Прямые и плоскости в пространстве                                                                                                                                                                                  |
| 7.3 | Многогранники                                                                                                                                                                                                      |
| 7.4 | Тела и поверхности вращения                                                                                                                                                                                        |
| 7.5 | Координаты и векторы                                                                                                                                                                                               |

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА**

- Математика. Алгебра и начала математического анализа; углубленное обучение, 10 класс/ Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М.; под редакцией Подольского В.Е., Общество с ограниченной ответственностью Издательский центр «ВЕНТАНА-ГРАФ»; Акционерное общество «Издательство «Просвещение»
- Математика. Алгебра и начала математического анализа; углубленное обучение, 11 класс/ Мерзляк А.Г., Номировский Д.А., Поляков В.М.; под редакцией Подольского В.Е., Общество с ограниченной ответственностью Издательский центр «ВЕНТАНА-ГРАФ»; Акционерное общество «Издательство «Просвещение»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия

Алгебра и начала математического анализа 10 класс Углублённый уровень

Методические рекомендации к учебнику А. Г. Мерзляка,

Д. А. Номировского, В. Б. Полякова

Буцко, Е. В. Математика : алгебра и начала математического анализа.

Углублённый уровень : 11 класс : методическое пособие /

Е. В. Буцко, А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, М. С. Якир. — М. :

Вентана-Граф

## **ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

1. Министерство образования РФ, - <https://edu.gov.ru>
2. Федеральный портал. Российское образование, - <https://edu.www.edu.ru>
3. ЦОС Моя Школа, - <https://myschool.edu.ru/>
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов, -  
<https://schoolcollection.edu.ru>
5. Медиатека издательства "Просвещение", - <https://media.prosv.ru>

## **Учебный курс «Геометрия»**

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Геометрия является одним из базовых курсов на уровне среднего общего образования, так как обеспечивает возможность изучения дисциплин естественно-научной направленности и предметов гуманитарного цикла. Поскольку логическое мышление, формируемое при изучении обучающимися понятийных основ геометрии, при доказательстве теорем и построении цепочки логических утверждений при решении геометрических задач, умение выдвигать и опровергать гипотезы непосредственно используются при решении задач естественно-научного цикла, в частности физических задач.

Цель освоения программы учебного курса «Геометрия» на углублённом уровне – развитие индивидуальных способностей обучающихся при изучении геометрии, как составляющей предметной области «Математика и информатика» через обеспечение возможности приобретения и использования более глубоких геометрических знаний и действий, специфичных геометрии, и необходимых для успешного профессионального образования, связанного с использованием математики.

Приоритетными задачами курса геометрии на углублённом уровне, расширяющими и усиливающими курс базового уровня, являются:

- расширение представления о геометрии как части мировой культуры и формирование осознания взаимосвязи геометрии с окружающим миром;

- формирование представления о пространственных фигурах как о важнейших математических моделях, позволяющих описывать и изучать разные явления окружающего мира, знание понятийного аппарата по разделу «Стереометрия» учебного курса геометрии;

- формирование умения владеть основными понятиями о пространственных фигурах и их основными свойствами, знание теорем, формул и умение их применять, умения доказывать теоремы и находить нестандартные способы решения задач;

- формирование умения распознавать на чертежах, моделях и в реальном мире многогранники и тела вращения, конструировать геометрические модели;

- формирование понимания возможности аксиоматического построения математических теорий, формирование понимания роли аксиоматики при проведении рассуждений;

- формирование умения владеть методами доказательств и алгоритмов решения, умения их применять, проводить доказательные рассуждения в ходе решения стереометрических задач и задач с практическим содержанием,

формирование представления о необходимости доказательств при обосновании математических утверждений и роли аксиоматики в проведении дедуктивных рассуждений;

развитие и совершенствование интеллектуальных и творческих способностей обучающихся, познавательной активности, исследовательских умений, критичности мышления, интереса к изучению геометрии;

формирование функциональной грамотности, релевантной геометрии: умения распознавать проявления геометрических понятий, объектов и закономерностей в реальных жизненных ситуациях и при изучении других учебных предметов, проявления зависимостей и закономерностей, моделирования реальных ситуаций, исследования построенных моделей, интерпретации полученных результатов.

Основными содержательными линиями учебного курса «Геометрия» в 10–11 классах являются: «Прямые и плоскости в пространстве», «Многогранники», «Тела вращения», «Векторы и координаты в пространстве», «Движения в пространстве».

Сформулированное во ФГОС СОО требование «уметь оперировать понятиями», релевантными геометрии на углублённом уровне обучения в 10–11 классах, относится ко всем содержательным линиям учебного курса, а формирование логических умений распределяется не только по содержательным линиям, но и по годам обучения. Содержание образования, соответствующее предметным результатам освоения Федеральной рабочей программы, распределённым по годам обучения, структурировано таким образом, чтобы ко всем основным, принципиальным вопросам обучающиеся обращались неоднократно. Это позволяет организовать овладение геометрическими понятиями и навыками последовательно и поступательно, с соблюдением принципа преемственности, а новые знания включать в общую систему геометрических представлений обучающихся, расширяя и углубляя её, образуя прочные множественные связи.

Переход к изучению геометрии на углублённом уровне позволяет:

создать условия для дифференциации обучения, построения индивидуальных образовательных программ, обеспечить углублённое изучение геометрии как составляющей учебного предмета «Математика»;

подготовить обучающихся к продолжению изучения математики с учётом выбора будущей профессии, обеспечивая преемственность между общим и профессиональным образованием.

На изучение учебного курса «Геометрия» на углублённом уровне отводится 204 часа: в 10 классе – 102 часа (3 часа в неделю), в 11 классе – 102 часа (3 часа в неделю).

# СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

## 10 КЛАСС

### **Прямые и плоскости в пространстве**

Основные понятия стереометрии. Точка, прямая, плоскость, пространство. Понятие об аксиоматическом построении стереометрии: аксиомы стереометрии и следствия из них.

Взаимное расположение прямых в пространстве: пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся прямые. Признаки скрещивающихся прямых. Параллельность прямых и плоскостей в пространстве: параллельные прямые в пространстве, параллельность трёх прямых, параллельность прямой и плоскости. Параллельное и центральное проектирование, изображение фигур. Основные свойства параллельного проектирования. Изображение фигур в параллельной проекции. Углы с сонаправленными сторонами, угол между прямыми в пространстве. Параллельность плоскостей: параллельные плоскости, свойства параллельных плоскостей. Простейшие пространственные фигуры на плоскости: тетраэдр, параллелепипед, построение сечений.

Перпендикулярность прямой и плоскости: перпендикулярные прямые в пространстве, прямые параллельные и перпендикулярные к плоскости, признак перпендикулярности прямой и плоскости, теорема о прямой перпендикулярной плоскости. Ортогональное проектирование. Перпендикуляр и наклонные: расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости, проекция фигуры на плоскость. Перпендикулярность плоскостей: признак перпендикулярности двух плоскостей. Теорема о трёх перпендикулярах.

Углы в пространстве: угол между прямой и плоскостью, двугранный угол, линейный угол двугранного угла. Трёхгранный и многогранные углы. Свойства плоских углов многогранного угла. Свойства плоских и двугранных углов трёхгранного угла. Теоремы косинусов и синусов для трёхгранного угла.

### **Многогранники**

Виды многогранников, развёртка многогранника. Призма:  $n$ -угольная призма, прямая и наклонная призмы, боковая и полная поверхность призмы. Параллелепипед, прямоугольный параллелепипед и его свойства. Кратчайшие пути на поверхности многогранника. Теорема Эйлера. Пространственная теорема Пифагора. Пирамида:  $n$ -угольная пирамида, правильная и усечённая пирамиды. Свойства рёбер и боковых граней правильной пирамиды. Правильные многогранники: правильная призма и

правильная пирамида, правильная треугольная пирамида и правильный тетраэдр, куб. Представление о правильных многогранниках: октаэдр, додекаэдр и икосаэдр.

Вычисление элементов многогранников: рёбра, диагонали, углы. Площадь боковой поверхности и полной поверхности прямой призмы, площадь оснований, теорема о боковой поверхности прямой призмы. Площадь боковой поверхности и поверхности правильной пирамиды, теорема о площади усечённой пирамиды.

Симметрия в пространстве. Элементы симметрии правильных многогранников. Симметрия в правильном многограннике: симметрия параллелепипеда, симметрия правильных призм, симметрия правильной пирамиды.

### **Векторы и координаты в пространстве**

Понятия: вектор в пространстве, нулевой вектор, длина ненулевого вектора, векторы коллинеарные, сонаправленные и противоположно направленные векторы. Равенство векторов. Действия с векторами: сложение и вычитание векторов, сумма нескольких векторов, умножение вектора на число. Свойства сложения векторов. Свойства умножения вектора на число. Понятие компланарные векторы. Признак компланарности трёх векторов. Правило параллелепипеда. Теорема о разложении вектора по трём некомпланарным векторам. Прямоугольная система координат в пространстве. Координаты вектора. Связь между координатами вектора и координатами точек. Угол между векторами. Скалярное произведение векторов.

## **11 КЛАСС**

### **Тела вращения**

Понятия: цилиндрическая поверхность, коническая поверхность, сферическая поверхность, образующие поверхностей. Тела вращения: цилиндр, конус, усечённый конус, сфера, шар. Взаимное расположение сферы и плоскости, касательная плоскость к сфере. Изображение тел вращения на плоскости. Развёртка цилиндра и конуса. Симметрия сферы и шара.

Объём. Основные свойства объёмов тел. Теорема об объёме прямоугольного параллелепипеда и следствия из неё. Объём прямой и наклонной призмы, цилиндра, пирамиды и конуса. Объём шара и шарового сегмента.

Комбинации тел вращения и многогранников. Призма, вписанная в цилиндр, описанная около цилиндра. Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Понятие многогранника,

описанного около сферы, сферы, вписанной в многогранник или тело вращения.

Площадь поверхности цилиндра, конуса, площадь сферы и её частей. Подобие в пространстве. Отношение объёмов, площадей поверхностей подобных фигур. Преобразование подобия, гомотетия. Решение задач на плоскости с использованием стереометрических методов.

Построение сечений многогранников и тел вращения: сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельные основанию и проходящие через вершину), сечения шара, методы построения сечений: метод следов, метод внутреннего проектирования, метод переноса секущей плоскости.

### **Векторы и координаты в пространстве**

Векторы в пространстве. Операции над векторами. Векторное умножение векторов. Свойства векторного умножения. Прямоугольная система координат в пространстве. Координаты вектора. Разложение вектора по базису. Координатно-векторный метод при решении геометрических задач.

### **Движения в пространстве**

Движения пространства. Отображения. Движения и равенство фигур. Общие свойства движений. Виды движений: параллельный перенос, центральная симметрия, зеркальная симметрия, поворот вокруг прямой. Преобразования подобия. Прямая и сфера Эйлера.

# **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «ГЕОМЕТРИЯ» (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ) НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

## **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1) гражданское воспитание:**

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представление о математических основах функционирования различных структур, явлений, процедур гражданского общества (выборы, опросы и другое), умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

### **2) патриотическое воспитание:**

сформированность российской гражданской идентичности, уважения к прошлому и настоящему российской математики, ценностное отношение к достижениям российских математиков и российской математической школы, использование этих достижений в других науках, технологиях, сферах экономики;

### **3) духовно-нравственное воспитание:**

осознание духовных ценностей российского народа, сформированность нравственного сознания, этического поведения, связанного с практическим применением достижений науки и деятельностью учёного, осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

### **4) эстетическое воспитание:**

эстетическое отношение к миру, включая эстетику математических закономерностей, объектов, задач, решений, рассуждений, восприимчивость к математическим аспектам различных видов искусства;

### **5) физическое воспитание:**

сформированность умения применять математические знания в интересах здорового и безопасного образа жизни, ответственное отношение к своему здоровью (здоровое питание, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность), физическое совершенствование при занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;

### **6) трудовое воспитание:**

готовность к труду, осознание ценности трудолюбия, интерес к различным сферам профессиональной деятельности, связанным с математикой и её приложениями, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы, готовность и способность к математическому образованию и

самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

**7) экологическое воспитание:**

сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем, ориентация на применение математических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирование поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

**8) ценности научного познания:**

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, понимание математической науки как сферы человеческой деятельности, этапов её развития и значимости для развития цивилизации, овладение языком математики и математической культурой как средством познания мира, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

выявлять и характеризовать существенные признаки математических объектов, понятий, отношений между понятиями, формулировать определения понятий, устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;

воспринимать, формулировать и преобразовывать суждения: утвердительные и отрицательные, единичные, частные и общие, условные;

выявлять математические закономерности, взаимосвязи и противоречия в фактах, данных, наблюдениях и утверждениях, предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;

делать выводы с использованием законов логики, дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии;

проводить самостоятельно доказательства математических утверждений (прямые и от противного), выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры, обосновывать собственные суждения и выводы;

выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев).

**Базовые исследовательские действия:**

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания, формулировать вопросы, фиксирующие противоречие, проблему, устанавливать искомое и данное, формировать гипотезу, аргументировать свою позицию, мнение;

проводить самостоятельно спланированный эксперимент, исследование по установлению особенностей математического объекта, явления, процесса, выявлению зависимостей между объектами, явлениями, процессами;

самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, исследования, оценивать достоверность полученных результатов, выводов и обобщений;

прогнозировать возможное развитие процесса, а также выдвигать предположения о его развитии в новых условиях.

### **Работа с информацией:**

выявлять дефициты информации, данных, необходимых для ответа на вопрос и для решения задачи;

выбирать информацию из источников различных типов, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

структурировать информацию, представлять её в различных формах, иллюстрировать графически;

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

## **Коммуникативные универсальные учебные действия**

### **Общение:**

воспринимать и формулировать суждения в соответствии с условиями и целями общения, ясно, точно, грамотно выражать свою точку зрения в устных и письменных текстах, давать пояснения по ходу решения задачи, комментировать полученный результат;

в ходе обсуждения задавать вопросы по существу обсуждаемой темы, проблемы, решаемой задачи, высказывать идеи, нацеленные на поиск решения, сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций, в корректной форме формулировать разногласия, свои возражения;

представлять результаты решения задачи, эксперимента, исследования, проекта, самостоятельно выбирать формат выступления с учётом задач презентации и особенностей аудитории.

## **Регулятивные универсальные учебные действия**

### **Самоорганизация:**

составлять план, алгоритм решения задачи, выбирать способ решения с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать и корректировать варианты решений с учётом новой информации.

#### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов, владеть способами самопроверки, самоконтроля процесса и результата решения математической задачи;

предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении задачи, вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, данных, найденных ошибок, выявленных трудностей;

оценивать соответствие результата цели и условиям, объяснять причины достижения или недостижения результатов деятельности, находить ошибку, давать оценку приобретённому опыту.

#### **Совместная деятельность:**

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении учебных задач, принимать цель совместной деятельности, планировать организацию совместной работы, распределять виды работ, договариваться, обсуждать процесс и результат работы, обобщать мнения нескольких людей;

участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнений, «мозговые штурмы» и иные), выполнять свою часть работы и координировать свои действия с другими членами команды, оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, сформулированным участниками взаимодействия.

### **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу **10 класса** обучающийся научится:

- свободно оперировать основными понятиями стереометрии при решении задач и проведении математических рассуждений;
- применять аксиомы стереометрии и следствия из них при решении геометрических задач;
- классифицировать взаимное расположение прямых в пространстве, плоскостей в пространстве, прямых и плоскостей в пространстве;
- свободно оперировать понятиями, связанными с углами в пространстве: между прямыми в пространстве, между прямой и плоскостью;
- свободно оперировать понятиями, связанными с многогранниками;

- свободно распознавать основные виды многогранников (призма, пирамида, прямоугольный параллелепипед, куб);
- классифицировать многогранники, выбирая основания для классификации;
- свободно оперировать понятиями, связанными с сечением многогранников плоскостью;
- выполнять параллельное, центральное и ортогональное проектирование фигур на плоскость, выполнять изображения фигур на плоскости;
- строить сечения многогранников различными методами, выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу;
- вычислять площади поверхностей многогранников (призма, пирамида), геометрических тел с применением формул;
- свободно оперировать понятиями: симметрия в пространстве, центр, ось и плоскость симметрии, центр, ось и плоскость симметрии фигуры;
- свободно оперировать понятиями, соответствующими векторам и координатам в пространстве;
- выполнять действия над векторами;
- решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин, применяя известные методы при решении математических задач повышенного и высокого уровня сложности;
- применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач;
- извлекать, преобразовывать и интерпретировать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках;
- применять полученные знания на практике: сравнивать и анализировать реальные ситуации, применять изученные понятия в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин;
- иметь представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий.

К концу **11 класса** обучающийся научится:

- свободно оперировать понятиями, связанными с цилиндрической, конической и сферической поверхностями, объяснять способы получения;
- оперировать понятиями, связанными с телами вращения: цилиндром, конусом, сферой и шаром;
- распознавать тела вращения (цилиндр, конус, сфера и шар) и объяснять способы получения тел вращения;
- классифицировать взаимное расположение сферы и плоскости;
- вычислять величины элементов многогранников и тел вращения, объёмы и площади поверхностей многогранников и тел вращения, геометрических тел с применением формул;
- свободно оперировать понятиями, связанными с комбинациями тел вращения и многогранников: многогранник, вписанный в сферу и описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник или тело вращения;
- вычислять соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел;
- изображать изучаемые фигуры, выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу, строить сечения тел вращения;
- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках;
- свободно оперировать понятием вектор в пространстве;
- выполнять операции над векторами;
- задавать плоскость уравнением в декартовой системе координат;
- решать геометрические задачи на вычисление углов между прямыми и плоскостями, вычисление расстояний от точки до плоскости, в целом, на применение векторно-координатного метода при решении;
- свободно оперировать понятиями, связанными с движением в пространстве, знать свойства движений;
- выполнять изображения многогранников и тел вращения при параллельном переносе, центральной симметрии, зеркальной симметрии, при повороте вокруг прямой, преобразования подобия;
- строить сечения многогранников и тел вращения: сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельные основанию и проходящие через вершину), сечения шара;
- использовать методы построения сечений: метод следов, метод внутреннего проектирования, метод переноса секущей плоскости;

- доказывать геометрические утверждения;
- применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной и неявной форме;
- решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин;
- применять программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач;
- применять полученные знания на практике: сравнивать, анализировать и оценивать реальные ситуации, применять изученные понятия, теоремы, свойства в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин;
- иметь представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий.

# ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## 10 КЛАСС

| №<br>п/п | Наименование разделов и тем<br>программы              | Количество часов |                       |                        | Электронные<br>(цифровые)<br>образовательные<br>ресурсы                           |
|----------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                       | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                                                                                   |
| 1        | Введение в стереометрию                               | 23               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2        | Взаимное расположение прямых в пространстве           | 6                | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3        | Параллельность прямых и плоскостей в пространстве     | 8                |                       |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4        | Перпендикулярность прямых и плоскостей в пространстве | 25               |                       |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5        | Углы и расстояния                                     | 16               | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6        | Многогранники                                         | 7                | 1                     |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7        | Векторы в пространстве                                | 12               |                       |                        | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 8        | Повторение, обобщение и систематизация                | 5                | 2                     |                        | Библиотека ЦОС                                                                    |

|                                     |        |     |   |   |                                                                 |
|-------------------------------------|--------|-----|---|---|-----------------------------------------------------------------|
|                                     | знаний |     |   |   | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |        | 102 | 6 | 0 |                                                                 |

## 11 КЛАСС

| № п/п                               | Наименование разделов и тем программы         | Количество часов |                    |                     | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы                                    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                               | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |                                                                                   |
| 1                                   | Аналитическая геометрия                       | 15               | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2                                   | Повторение, обобщение и систематизация знаний | 15               | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3                                   | Объём многогранника                           | 17               | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4                                   | Тела вращения                                 | 24               | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5                                   | Площади поверхности и объёмы круглых тел      | 9                | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6                                   | Движения                                      | 5                | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7                                   | Повторение, обобщение и систематизация знаний | 17               | 2                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                               | 102              | 8                  | 0                   |                                                                                   |

## ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 10 КЛАСС

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                                        | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы                             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                   | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                                                   |
| 1        | Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка                                                               | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2        | Понятия стереометрии: точка, прямая, плоскость, пространство. Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3        | Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство                                                                            | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4        | Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство                                                                            | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5        | Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов                                                                             | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6        | Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов                                                                             | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7        | Аксиомы стереометрии и первые                                                                                                                                     | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | следствия из них                                                                                                                                                               |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 8  | Аксиомы стереометрии и первые следствия из них                                                                                                                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 9  | Аксиомы стереометрии и первые следствия из них. Способы задания прямых и плоскостей в пространстве. Обозначения прямых и плоскостей                                            | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 10 | Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 11 | Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 12 | Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 13 | Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                    |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | Метод следов для построения сечений                                                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 15 | Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей                                      | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 16 | Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей                                      | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 17 | Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 18 | Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 19 | Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 20 | Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 21 | Повторение планиметрии: Теорема о пропорциональных отрезках. Подобие треугольников                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 22 | Повторение планиметрии: Теорема                                                                                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                                   |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | Менелая. Расчеты в сечениях на выносных чертежах. История развития планиметрии и стереометрии                                                                                                     |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 23 | Контрольная работа "Аксиомы стереометрии. Сечения"                                                                                                                                                | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 24 | Взаимное расположение прямых в пространстве. Скрещивающиеся прямые. Признаки скрещивающихся прямых. Параллельные прямые в пространстве                                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 25 | Теорема о существовании и единственности прямой параллельной данной прямой, проходящей через точку пространства и не лежащей на данной прямой. Лемма о пересечении параллельных прямых плоскостью | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 26 | Параллельность трех прямых. Теорема о трёх параллельных прямых. Теорема о скрещивающихся прямых                                                                                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 27 | Параллельное проектирование. Основные свойства параллельного проектирования. Изображение разных фигур в параллельной проекции                                                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 28 | Центральная проекция. Угол с сонаправленными сторонами. Угол между прямыми                                                                                                                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 29 | Задачи на доказательство и исследование, связанные с                                                                                                                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                                                  |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | расположением прямых в пространстве                                                                                                              |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 30 | Понятия: параллельность прямой и плоскости в пространстве. Признак параллельности прямой и плоскости. Свойства параллельности прямой и плоскости | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 31 | Геометрические задачи на вычисление и доказательство, связанные с параллельностью прямых и плоскостей в пространстве                             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 32 | Построение сечения, проходящего через данную прямую на чертеже и параллельного другой прямой. Расчёт отношений                                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 33 | Параллельная проекция, применение для построения сечений куба и параллелепипеда. Свойства параллелепипеда и призмы                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 34 | Параллельные плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей                                                                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 35 | Теорема о параллельности и единственности плоскости, проходящей через точку, не принадлежащую данной плоскости и следствия из неё                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 36 | Свойства параллельных плоскостей: о параллельности прямых пересечения при пересечении двух параллельных плоскостей третьей                       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                                                                        |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 37 | Свойства параллельных плоскостей: об отрезках параллельных прямых, заключённых между параллельными плоскостями; о пересечении прямой с двумя параллельными плоскостями | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 38 | Повторение: теорема Пифагора на плоскости                                                                                                                              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 39 | Повторение: тригонометрия прямоугольного треугольника                                                                                                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 40 | Свойства куба и прямоугольного параллелепипеда                                                                                                                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 41 | Вычисление длин отрезков в кубе и прямоугольном параллелепипеде                                                                                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 42 | Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости                                                                                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 43 | Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости                                                                                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 44 | Теорема о существовании и единственности прямой, проходящей через точку пространства и перпендикулярной к плоскости                                                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                            |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 45 | Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 46 | Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 47 | Перпендикуляр и наклонная.<br>Построение перпендикуляра из точки на прямую | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 48 | Перпендикуляр и наклонная.<br>Построение перпендикуляра из точки на прямую | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 49 | Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 50 | Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 51 | Угол между скрещивающимися прямыми                                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 52 | Поиск перпендикулярных прямых с помощью перпендикулярных плоскостей        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 53 | Ортогональное проектирование                                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 54 | Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                           |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | ортогональной проекции                                                                                    |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 55 | Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 56 | Симметрия в пространстве относительно плоскости. Плоскости симметрий в многогранниках                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 57 | Признак перпендикулярности прямой и плоскости как следствие симметрии                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 58 | Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 59 | Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 60 | Способы опустить перпендикуляры: симметрия, сдвиг точки по параллельной прямой                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 61 | Сдвиг по непараллельной прямой, изменение расстояний                                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 62 | Контрольная работа "Взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве"                             | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 63 | Повторение: угол между прямыми на плоскости, тригонометрия в произвольном треугольнике, теорема косинусов | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                        |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 64 | Повторение: угол между скрещивающимися прямыми в пространстве                                                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 65 | Геометрические методы вычисления угла между прямыми в многогранниках                                                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 66 | Двугранный угол. Свойство линейных углов двугранного угла                                                              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 67 | Перпендикулярные плоскости. Свойства взаимно перпендикулярных плоскостей                                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 68 | Признак перпендикулярности плоскостей; теорема о прямой пересечения двух плоскостей перпендикулярных третьей плоскости | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 69 | Прямоугольный параллелепипед; куб; измерения, свойства прямоугольного параллелепипеда                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 70 | Теорема о диагонали прямоугольного параллелепипеда и следствие из неё                                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 71 | Стереометрические и прикладные задачи, связанные со взаимным расположением прямых и плоскости                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 72 | Повторение: скрещивающиеся прямые, параллельные плоскости в стандартных многогранниках                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 73 | Пара параллельных плоскостей на                                                                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                                                          |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | скрещивающихся прямых, расстояние между скрещивающимися прямыми в простых ситуациях                                      |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 74 | Расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости                                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 75 | Вычисление расстояний между скрещивающимися прямыми с помощью перпендикулярной плоскости                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 76 | Трёхгранный угол, неравенства для трехгранных углов. Теорема Пифагора, теоремы косинусов и синусов для трёхгранного угла | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 77 | Элементы сферической геометрии: геодезические линии на Земле                                                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 78 | Контрольная работа "Углы и расстояния"                                                                                   | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 79 | Систематизация знаний "Многогранник и его элементы"                                                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 80 | Пирамида. Виды пирамид. Правильная пирамида                                                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 81 | Призма. Прямая и наклонная призмы. Правильная призма                                                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 82 | Прямой параллелепипед,                                                                                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                   |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | прямоугольный параллелепипед, куб                                                 |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 83 | Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 84 | Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера. Правильные и полуправильные многогранники | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 85 | Контрольная работа "Многогранники"                                                | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 86 | Понятие вектора на плоскости и в пространстве                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 87 | Сумма векторов                                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 88 | Разность векторов                                                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 89 | Правило параллелепипеда                                                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 90 | Умножение вектора на число                                                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 91 | Разложение вектора по базису трёх векторов, не лежащих в одной плоскости          | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|     |                                                |   |   |  |  |                                                                                   |
|-----|------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 92  | Скалярное произведение                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 93  | Вычисление угла между векторами в пространстве | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 94  | Простейшие задачи с векторами                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 95  | Простейшие задачи с векторами                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 96  | Простейшие задачи с векторами                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 97  | Простейшие задачи с векторами                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 98  | Обобщение и систематизация знаний              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 99  | Обобщение и систематизация знаний              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 100 | Итоговая контрольная работа                    | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 101 | Итоговая контрольная работа                    | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                   |     |   |   |  |                                                                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----|---|---|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 102                                 | Обобщение и систематизация знаний | 1   |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                   | 102 | 6 | 0 |  |                                                                                   |

## 11 КЛАСС

| № п/п | Тема урока                                                         | Количество часов |                    |                     | Дата изучения | Электронные цифровые образовательные ресурсы                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                    | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |               |                                                                                   |
| 1     | Повторение темы "Координаты вектора на плоскости и в пространстве" | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2     | Повторение темы "Скалярное произведение векторов"                  | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3     | Повторение темы "Вычисление угла между векторами в пространстве"   | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4     | Повторение темы "Уравнение прямой, проходящей через две точки"     | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5     | Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках       | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6     | Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках       | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7     | Векторное произведение                                             | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 8     | Линейные неравенства, линейное программирование                    | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                      |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                      |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 9  | Линейные неравенства, линейное программирование                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 10 | Аналитические методы расчёта угла между прямыми в многогранниках     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 11 | Аналитические методы расчёта угла между плоскостями в многогранниках | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 12 | Формула расстояния от точки до плоскости в координатах               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 13 | Нахождение расстояний от точки до плоскости в кубе                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 14 | Нахождение расстояний от точки до плоскости в правильной пирамиде    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 15 | Контрольная работа "Аналитическая геометрия"                         | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 16 | Сечения многогранников: стандартные многогранники                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 17 | Сечения многогранников: метод следов                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 18 | Сечения многогранников: стандартные                                  | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                      |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | плоскости, пересечения прямых и плоскостей                                                                           |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 19 | Параллельные прямые и плоскости: параллельные сечения                                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 20 | Параллельные прямые и плоскости: расчёт отношений                                                                    | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 21 | Параллельные прямые и плоскости: углы между скрещивающимися прямыми                                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 22 | Перпендикулярные прямые и плоскости: стандартные пары перпендикулярных плоскостей и прямых, симметрии многогранников | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 23 | Перпендикулярные прямые и плоскости: теорема о трех перпендикулярах                                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 24 | Перпендикулярные прямые и плоскости: вычисления длин в многогранниках                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 25 | Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия                                       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 26 | Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия                                       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 27 | Повторение: площади многоугольников, формулы для                                                                     | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | площадей, соображения подобия                                                                  |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 28 | Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 29 | Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 30 | Контрольная работа "Повторение: многогранники, сечения многогранников"                         | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 31 | Объём тела. Объём прямоугольного параллелепипеда                                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 32 | Задачи об удвоении куба, о квадратуре куба; о трисекции угла                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 33 | Стереометрические задачи, связанные с объёмом прямоугольного параллелепипеда                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 34 | Прикладные задачи, связанные с вычислением объёма прямоугольного параллелепипеда               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 35 | Объём прямой призмы                                                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 36 | Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов прямой призмы                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 37 | Прикладные задачи, связанные с                                                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                  |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | объёмом прямой призмы                                                            |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 38 | Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём наклонной призмы | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 39 | Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём пирамиды         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 40 | Формула объёма пирамиды. Отношение объемов пирамид с общим углом                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 41 | Формула объёма пирамиды. Отношение объемов пирамид с общим углом                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 42 | Стереометрические задачи, связанные с объёмами наклонной призмы                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 43 | Стереометрические задачи, связанные с объёмами пирамиды                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 44 | Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом наклонной призмы     | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 45 | Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом пирамиды             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 46 | Применение объёмов. Вычисление расстояния до плоскости                           | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                               |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 47 | Контрольная работа "Объём многогранника"                                                      | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 48 | Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности                             | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 49 | Цилиндр. Прямой круговой цилиндр. Площадь поверхности цилиндра                                | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 50 | Коническая поверхность, образующие конической поверхности. Конус                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 51 | Сечение конуса плоскостью, параллельной плоскости основания                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 52 | Усечённый конус. Изображение конусов и усечённых конусов                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 53 | Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 54 | Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 55 | Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 56 | Стереометрические задачи на доказательство и вычисление,                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                         |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | построением сечений цилиндра, конуса                                                                                    |   |  |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 57 | Прикладные задачи, связанные с цилиндром                                                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 58 | Прикладные задачи, связанные с цилиндром                                                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 59 | Сфера и шар                                                                                                             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 60 | Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 61 | Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 62 | Уравнение сферы. Площадь сферы и её частей                                                                              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 63 | Симметрия сферы и шара                                                                                                  | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 64 | Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 65 | Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром,                                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                  |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | построением их сечений плоскостью                                                |   |   |  |  |                                                                                   |
| 66 | Прикладные задачи, связанные со сферой и шаром                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 67 | Повторение: окружность на плоскости, вычисления в окружности, стандартные подоби | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 68 | Различные комбинации тел вращения и многогранников                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 69 | Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 70 | Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"                                     | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 71 | Контрольная работа "Тела и поверхности вращения"                                 | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 72 | Объём цилиндра. Теорема об объёме прямого цилиндра                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 73 | Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём конуса           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 74 | Площади боковой и полной поверхности конуса                                      | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 75 | Стереометрические задачи, связанные с                                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                            |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | вычислением объёмов цилиндра, конуса                                                                                                                                       |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 76 | Прикладные задачи по теме "Объёмы и площади поверхностей тел"                                                                                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 77 | Объём шара и шарового сектора. Теорема об объёме шара. Площадь сферы. Stereометрические задачи, связанные с вычислением объёмов шара, шарового сегмента и шарового сектора | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 78 | Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом шара и площадью сферы. Соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 79 | Подобные тела в пространстве. Изменение объёма при подобии. Stereометрические задачи, связанные с вычислением объёмов тел и площадей поверхностей                          | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 80 | Контрольная работа "Площади поверхности и объёмы круглых тел"                                                                                                              | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 81 | Движения пространства. Отображения. Движения и равенство фигур. Общие свойства движений                                                                                    | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 82 | Виды движений: параллельный перенос, центральная симметрия,                                                                                                                | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                                                      |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | зеркальная симметрия, поворот вокруг прямой                                                                                                          |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 83 | Преобразования подобия. Прямая и сфера Эйлера                                                                                                        | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 84 | Геометрические задачи на применение движения                                                                                                         | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 85 | Контрольная работа "Векторы в пространстве"                                                                                                          | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 86 | Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Параллельность прямых и плоскостей в пространстве" | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 87 | Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 88 | Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"                            | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 89 | Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объем многогранника"                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 90 | Обобщающее повторение 11 понятий и                                                                                                                   | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС                                                                    |

|    |                                                                                                                                             |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объем многогранника"                                                         |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a>                   |
| 91 | Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел" | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 92 | Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел" | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 93 | Итоговая контрольная работа                                                                                                                 | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 94 | Итоговая контрольная работа                                                                                                                 | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 95 | Повторение, обобщение и систематизация знаний                                                                                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 96 | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий                               | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 97 | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и                                                       | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                                                                                               |     |   |   |  |                                                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | компьютерных технологий                                                                                       |     |   |   |  |                                                                                   |
| 98                                  | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий | 1   |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 99                                  | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий | 1   |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 100                                 | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий | 1   |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 101                                 | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий | 1   |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 102                                 | История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий | 1   |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                                               | 102 | 8 | 0 |  |                                                                                   |

# ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 10 КЛАСС

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                           | Геометрия                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7.1                         | Оперировать понятиями: точка, прямая, плоскость                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7.2                         | Применять аксиомы стереометрии и следствия из них при решении геометрических задач                                                                                                                                                                                                         |
| 7.3                         | Оперировать понятиями: параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей                                                                                                                                                                                                             |
| 7.4                         | Классифицировать взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве                                                                                                                                                                                                                  |
| 7.5                         | Оперировать понятиями: двугранный угол, грани двугранного угла, ребро двугранного угла, линейный угол двугранного угла, градусная мера двугранного угла                                                                                                                                    |
| 7.6                         | Оперировать понятиями: многогранник, выпуклый и невыпуклый многогранник, элементы многогранника, правильный многогранник                                                                                                                                                                   |
| 7.7                         | Распознавать основные виды многогранников (пирамида, призма, прямоугольный параллелепипед, куб)                                                                                                                                                                                            |
| 7.8                         | Классифицировать многогранники, выбирая основания для классификации (выпуклые и невыпуклые многогранники, правильные многогранники, прямые и наклонные призмы, параллелепипеды)                                                                                                            |
| 7.9                         | Оперировать понятиями: секущая плоскость, сечение многогранников                                                                                                                                                                                                                           |
| 7.10                        | Объяснять принципы построения сечений многогранников, используя метод следов                                                                                                                                                                                                               |
| 7.11                        | Строить сечения многогранников методом следов, выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу                                                                                                                                           |
| 7.12                        | Решать задачи на нахождение геометрических величин по образцам или алгоритмам, применяя известные аналитические методы при решении стандартных математических задач на вычисление расстояний между двумя точками, от точки до прямой, от точки до плоскости, между скрещивающимися прямыми |
| 7.13                        | Решать задачи на нахождение геометрических величин по образцам или алгоритмам, применяя известные аналитические методы при решении стандартных математических задач на вычисление углов между скрещивающимися прямыми, между прямой и плоскостью,                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | между плоскостями, двугранных углов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7.14 | Вычислять объёмы и площади поверхностей многогранников (призма, пирамида) с применением формул, вычислять соотношения между площадями поверхностей, объёмами подобных многогранников                                                                                                                                                                                                                       |
| 7.15 | Оперировать понятиями: симметрия в пространстве, центр, ось и плоскость симметрии, центр, ось и плоскость симметрии фигуры                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7.16 | Извлекать, преобразовывать и интерпретировать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7.17 | Применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной форме                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7.18 | Применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7.19 | Приводить примеры математических закономерностей в природе и жизни, распознавать проявление законов геометрии в искусстве                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7.20 | Применять полученные знания на практике: анализировать реальные ситуации и применять изученные понятия в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин |

## 11 КЛАСС

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                           | Геометрия                                                                                                                                                                                    |
| 6.1                         | Оперировать понятиями: цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности, цилиндр, коническая поверхность, образующие конической поверхности, конус, сферическая поверхность |
| 6.2                         | Распознавать тела вращения (цилиндр, конус, сфера и шар)                                                                                                                                     |
| 6.3                         | Объяснять способы получения тел вращения                                                                                                                                                     |
| 6.4                         | Классифицировать взаимное расположение сферы и плоскости                                                                                                                                     |
| 6.5                         | Оперировать понятиями: шаровой сегмент, основание сегмента, высота сегмента, шаровой слой, основание шарового слоя, высота шарового слоя, шаровой сектор                                     |
| 6.6                         | Вычислять объёмы и площади поверхностей тел вращения,                                                                                                                                        |

|      |                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | геометрических тел с применением формул                                                                                                                                                                                |
| 6.7  | Оперировать понятиями: многогранник, вписанный в сферу и описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник или тело вращения                                                                                      |
| 6.8  | Вычислять соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел                                                                                                                                             |
| 6.9  | Изображать изучаемые фигуры от руки и с применением простых чертёжных инструментов                                                                                                                                     |
| 6.10 | Выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу; строить сечения тел вращения                                                                                        |
| 6.11 | Извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках                                                                              |
| 6.12 | Применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной форме                                                               |
| 6.13 | Оперировать понятием: вектор в пространстве                                                                                                                                                                            |
| 6.14 | Выполнять действия сложения векторов, вычитания векторов и умножения вектора на число, объяснять, какими свойствами они обладают                                                                                       |
| 6.15 | Применять правило параллелепипеда при сложении векторов                                                                                                                                                                |
| 6.16 | Оперировать понятиями: декартовы координаты в пространстве, вектор, модуль вектора, равенство векторов, координаты вектора, угол между векторами, скалярное произведение векторов, коллинеарные и компланарные векторы |
| 6.17 | Находить сумму векторов и произведение вектора на число, угол между векторами, скалярное произведение, раскладывать вектор по двум неколлинеарным векторам                                                             |
| 6.18 | Задавать плоскость уравнением в декартовой системе координат                                                                                                                                                           |
| 6.19 | Решать простейшие геометрические задачи на применение векторно-координатного метода                                                                                                                                    |
| 6.20 | Решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин по образцам или алгоритмам, применяя известные методы при решении стандартных математических задач                        |
| 6.21 | Применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач                                                                                                    |
| 6.22 | Приводить примеры математических закономерностей в природе и жизни, распознавать проявление законов геометрии в искусстве                                                                                              |
| 6.23 | Применять полученные знания на практике: анализировать реальные                                                                                                                                                        |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>ситуации и применять изученные понятия в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

## 10 КЛАСС

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | Геометрия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7.1 | Основные понятия стереометрии. Точка, прямая, плоскость, пространство. Понятие об аксиоматическом построении стереометрии: аксиомы стереометрии и следствия из них                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7.2 | Взаимное расположение прямых в пространстве: пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся прямые. Параллельность прямых и плоскостей в пространстве: параллельные прямые в пространстве, параллельность трёх прямых, параллельность прямой и плоскости. Углы сонаправленными сторонами, угол между прямыми в пространстве. Параллельность плоскостей: параллельные плоскости, свойства параллельных плоскостей. Простейшие пространственные фигуры на плоскости: тетраэдр, куб, параллелепипед, построение сечений                                                                                                                                                                                                                                |
| 7.3 | Перпендикулярность прямой и плоскости: перпендикулярные прямые в пространстве, прямые параллельные и перпендикулярные к плоскости, признак перпендикулярности прямой и плоскости, теорема о прямой перпендикулярной плоскости. Углы в пространстве: угол между прямой и плоскостью, двугранный угол, линейный угол двугранного угла. Перпендикуляр и наклонные: расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости, проекция фигуры на плоскость. Перпендикулярность плоскостей: признак перпендикулярности двух плоскостей. Теорема о трёх перпендикулярах                                                                                                                                                                       |
| 7.4 | Понятие многогранника, основные элементы многогранника, выпуклые и невыпуклые многогранники, развёртка многогранника. Призма: $n$ -угольная призма, грани и основания призмы, прямая и наклонная призмы, боковая и полная поверхность призмы. Параллелепипед, прямоугольный параллелепипед и его свойства. Пирамида: $n$ -угольная пирамида, грани и основание пирамиды, боковая и полная поверхность пирамиды, правильная и усечённая пирамида. Элементы призмы и пирамиды. Правильные многогранники: понятие правильного многогранника, правильная призма и правильная пирамида, правильная треугольная пирамида и правильный тетраэдр, куб. Представление о правильных многогранниках: октаэдр, додекаэдр и икосаэдр. Сечения призмы и пирамиды |
| 7.5 | Симметрия в пространстве: симметрия относительно точки, прямой, плоскости. Элементы симметрии в пирамидах, параллелепипедах, правильных многогранниках                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7.6 | Вычисление элементов многогранников: рёбра, диагонали, углы. Площадь боковой поверхности и полной поверхности прямой призмы, площадь оснований,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|     |                                                                                                                                                                                             |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | теорема о боковой поверхности прямой призмы. Площадь боковой поверхности и поверхности правильной пирамиды, теорема о площади усечённой пирамиды. Понятие об объёме. Объём пирамиды, призмы |
| 7.7 | Подобные тела в пространстве. Соотношения между площадями поверхностей, объёмами подобных тел                                                                                               |

## 11 КЛАСС

| Код  | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6    | Геометрия                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6.1  | Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности, ось цилиндрической поверхности. Цилиндр: основания и боковая поверхность, образующая и ось, площадь боковой и полной поверхности                                                                    |
| 6.2  | Коническая поверхность, образующие конической поверхности, ось и вершина конической поверхности. Конус: основание и вершина, образующая и ось, площадь боковой и полной поверхности. Усечённый конус: образующие и высота, основания и боковая поверхность             |
| 6.3  | Сфера и шар: центр, радиус, диаметр, площадь поверхности сферы. Взаимное расположение сферы и плоскости, касательная плоскость к сфере, площадь сферы                                                                                                                  |
| 6.4  | Изображение тел вращения на плоскости. Развёртка цилиндра и конуса                                                                                                                                                                                                     |
| 6.5  | Комбинации тел вращения и многогранников. Многогранник, описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник, или тело вращения                                                                                                                                      |
| 6.6  | Понятие об объёме. Основные свойства объёмов тел. Теорема об объёме прямоугольного параллелепипеда и следствия из неё. Объём цилиндра, конуса. Объём шара и площадь сферы                                                                                              |
| 6.7  | Подобные тела в пространстве. Соотношения между площадями поверхностей, объёмами подобных тел                                                                                                                                                                          |
| 6.8  | Сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельное основанию и проходящее через вершину), сечения шара                                                                                                                                 |
| 6.9  | Вектор на плоскости и в пространстве. Сложение и вычитание векторов. Умножение вектора на число. Разложение вектора по трём некопланарным векторам. Правило параллелепипеда. Решение задач, связанных с применением правил действий с векторами                        |
| 6.10 | Прямоугольная система координат в пространстве. Координаты вектора. Простейшие задачи в координатах. Угол между векторами. Скалярное произведение векторов. Вычисление углов между прямыми и плоскостями. Координатно-векторный метод при решении геометрических задач |

# ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | <p>Владение методами доказательств, алгоритмами решения задач; умение формулировать и оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; применять их; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений; умение оперировать понятиями: множество, подмножество, операции над множествами; умение использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений и при решении задач, в том числе из других учебных предметов; умение оперировать понятиями: граф, связный граф, дерево, цикл, граф на плоскости; умение задавать и описывать графы различными способами; использовать графы при решении задач</p> |
| 2                           | <p>Умение оперировать понятиями: натуральное число, целое число, степень с целым показателем, корень натуральной степени, степень с рациональным показателем, степень с действительным показателем, логарифм числа, синус, косинус и тангенс произвольного числа, остаток по модулю, рациональное число, иррациональное число, множества натуральных, целых, рациональных, действительных чисел; умение использовать признаки делимости, наименьший общий делитель и наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида при решении задач; знакомство с различными позиционными системами счисления; умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений со степенями и логарифмами, преобразования дробно-рациональных выражений; умение оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая</p>                                                                               |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряжённые комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, форма записи комплексных чисел (геометрическая, тригонометрическая и алгебраическая); уметь производить арифметические действия с комплексными числами; приводить примеры использования комплексных чисел; оперировать понятиями: матрица <math>2 \times 2</math> и <math>3 \times 3</math>, определитель матрицы, геометрический смысл определителя</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | <p>Умение оперировать понятиями: рациональные, иррациональные, показательные, степенные, логарифмические, тригонометрические уравнения и неравенства, их системы; умение оперировать понятиями: тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приёмов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4 | <p>Умение оперировать понятиями: функция, чётность функции, периодичность функции, ограниченность функции, монотонность функции, экстремум функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке, непрерывная функция, асимптоты графика функции, первая и вторая производная функции, геометрический и физический смысл производной, первообразная, определённый интеграл; умение находить асимптоты графика функции; умение вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции функций, находить уравнение касательной к графику функции; умение находить производные элементарных функций; умение использовать производную для исследования функций, находить наибольшие и наименьшие значения функций; строить графики многочленов с использованием аппарата математического анализа; применять производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических и физических задачах; находить площади и объёмы фигур с помощью</p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | Умение оперировать понятиями: график функции, обратная функция, композиция функций, линейная функция, квадратичная функция, рациональная функция, степенная функция, тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции, показательная и логарифмическая функции; умение строить графики изученных функций, выполнять преобразования графиков функций, использовать графики для изучения процессов и зависимостей, при решении задач из других учебных предметов и задач из реальной жизни; выражать формулами зависимости между величинами; использовать свойства и графики функций для решения уравнений, неравенств и задач с параметрами; изображать на координатной плоскости множества решений уравнений, неравенств и их систем |
| 6 | Умение решать текстовые задачи разных типов (в том числе на проценты, доли и части, на движение, работу, стоимость товаров и услуг, налоги, задачи из области управления личными и семейными финансами); составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов; умение моделировать реальные ситуации на языке математики; составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат                                                                                                                                      |
| 7 | Умение оперировать понятиями: среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия, стандартное отклонение числового набора; умение извлекать, интерпретировать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, отражающую свойства реальных процессов и явлений; представлять информацию с помощью таблиц и диаграмм; исследовать статистические данные, в том числе с применением графических методов и электронных средств; графически исследовать совместные наблюдения с помощью диаграмм рассеивания и линейной регрессии                                                                                                                                                                     |
| 8 | Умение оперировать понятиями: случайный опыт и случайное событие, вероятность случайного события; умение вычислять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>вероятность с использованием графических методов; применять формулы сложения и умножения вероятностей, формулу полной вероятности, формулу Бернулли, комбинаторные факты и формулы; оценивать вероятности реальных событий; умение оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение случайной величины, функции распределения и плотности равномерного, показательного и нормального распределений; умение использовать свойства изученных распределений для решения задач; знакомство с понятиями: закон больших чисел, методы выборочных исследований; умение приводить примеры проявления закона больших чисел в природных и общественных явлениях; умение оперировать понятиями: сочетание, перестановка, число сочетаний, число перестановок; бином Ньютона; умение применять комбинаторные факты и рассуждения для решения задач; оценивать вероятности реальных событий; составлять вероятностную модель и интерпретировать полученный результат</p> |
| 9  | <p>Умение оперировать понятиями: точка, прямая, плоскость, пространство, отрезок, луч, величина угла, плоский угол, двугранный угол, трёхгранный угол, скрещивающиеся прямые, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей, угол между прямыми, угол между прямой и плоскостью, угол между плоскостями, расстояние от точки до плоскости, расстояние между прямыми, расстояние между плоскостями; умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии; умение оценивать размеры объектов окружающего мира; строить математические модели с помощью геометрических понятий и величин, решать связанные с ними практические задачи</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <p>Умение оперировать понятиями: площадь фигуры, объём фигуры, многогранник, правильный многогранник, сечение многогранника, куб, параллелепипед, призма, пирамида, фигура и поверхность вращения, цилиндр, конус, шар, сфера, площадь сферы, площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара, развёртка поверхности, сечения конуса и цилиндра, параллельные оси или основанию, сечение шара, плоскость,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>касающаяся сферы, цилиндра, конуса; умение строить сечение многогранника, изображать многогранники, фигуры и поверхности вращения, их сечения, в том числе с помощью электронных средств; умение применять свойства геометрических фигур, самостоятельно формулировать определения изучаемых фигур, выдвигать гипотезы о свойствах и признаках геометрических фигур, обосновывать или опровергать их; умение проводить классификацию фигур по различным признакам, выполнять необходимые дополнительные построения</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <p>Умение оперировать понятиями: движение в пространстве, параллельный перенос, симметрия на плоскости и в пространстве, поворот, преобразование подобия, подобные фигуры; умение распознавать равные и подобные фигуры, в том числе в природе, искусстве, архитектуре; использовать геометрические отношения при решении задач; находить геометрические величины (длина, угол, площадь, объём) при решении задач из других учебных предметов и из реальной жизни; умение вычислять геометрические величины (длина, угол, площадь, объём, площадь поверхности), используя изученные формулы и методы, в том числе: площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, площадь сферы; объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара; умение находить отношение объёмов подобных фигур</p> |
| 12 | <p>Умение оперировать понятиями: прямоугольная система координат, вектор, координаты точки, координаты вектора, сумма векторов, произведение вектора на число, разложение вектора по базису, скалярное произведение, векторное произведение, угол между векторами; умение использовать векторный и координатный метод для решения геометрических задач и задач других учебных предметов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <p>Умение выбирать подходящий метод для решения задачи; понимание значимости математики в изучении природных и общественных процессов и явлений; умение распознавать проявление законов математики в искусстве, умение приводить примеры математических открытий российской и мировой математической науки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

| Код  | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Числа и вычисления                                                                                                                                            |
| 1.1  | Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел                                                                                                     |
| 1.2  | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби                                                                |
| 1.3  | Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени                                                             |
| 1.4  | Степень с целым показателем. Степень с рациональным показателем. Свойства степени                                                                             |
| 1.5  | Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                                            |
| 1.6  | Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы                                                                                                            |
| 1.7  | Действительные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений |
| 1.8  | Преобразование выражений                                                                                                                                      |
| 1.9  | Комплексные числа                                                                                                                                             |
| 2    | Уравнения и неравенства                                                                                                                                       |
| 2.1  | Целые и дробно-рациональные уравнения                                                                                                                         |
| 2.2  | Иррациональные уравнения                                                                                                                                      |
| 2.3  | Тригонометрические уравнения                                                                                                                                  |
| 2.4  | Показательные и логарифмические уравнения                                                                                                                     |
| 2.5  | Целые и дробно-рациональные неравенства                                                                                                                       |
| 2.6  | Иррациональные неравенства                                                                                                                                    |
| 2.7  | Показательные и логарифмические неравенства                                                                                                                   |
| 2.8  | Тригонометрические неравенства                                                                                                                                |
| 2.9  | Системы и совокупности уравнений и неравенств                                                                                                                 |
| 2.10 | Уравнения, неравенства и системы с параметрами                                                                                                                |
| 2.11 | Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы                                                                                                      |
| 3    | Функции и графики                                                                                                                                             |

|     |                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 | Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции. Чётные и нечётные функции. Периодические функции                                                                                       |
| 3.2 | Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке |
| 3.3 | Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня $n$ -ой степени                                                                                                 |
| 3.4 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                                                                                                                                                  |
| 3.5 | Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики                                                                                                                                                     |
| 3.6 | Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке                                                                                                                                |
| 3.7 | Последовательности, способы задания последовательностей                                                                                                                                                            |
| 3.8 | Арифметическая и геометрическая прогрессии. Формула сложных процентов                                                                                                                                              |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                                                     |
| 4.1 | Производная функции. Производные элементарных функций                                                                                                                                                              |
| 4.2 | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке                                                                       |
| 4.3 | Первообразная. Интеграл                                                                                                                                                                                            |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                                                                                                 |
| 5.1 | Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна                                                                                                                                                      |
| 5.2 | Логика                                                                                                                                                                                                             |
| 6   | Вероятность и статистика                                                                                                                                                                                           |
| 6.1 | Описательная статистика                                                                                                                                                                                            |
| 6.2 | Вероятность                                                                                                                                                                                                        |
| 6.3 | Комбинаторика                                                                                                                                                                                                      |
| 7   | Геометрия                                                                                                                                                                                                          |
| 7.1 | Фигуры на плоскости                                                                                                                                                                                                |
| 7.2 | Прямые и плоскости в пространстве                                                                                                                                                                                  |
| 7.3 | Многогранники                                                                                                                                                                                                      |
| 7.4 | Тела и поверхности вращения                                                                                                                                                                                        |
| 7.5 | Координаты и векторы                                                                                                                                                                                               |

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА  
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА**

- Математика. Геометрия; углубленное обучение, 10 класс/ Мерзляк А.Г.,  
Номировский Д.А., Поляков В.М.; под редакцией Подольского В.Е.,  
Общество с ограниченной ответственностью Издательский центр  
«ВЕНТАНА-ГРАФ»; Акционерное общество «Издательство «Просвещение»
- Математика. Геометрия; углубленное обучение, 11 класс/ Мерзляк А.Г.,  
Номировский Д.А., Поляков В.М.; под редакцией Подольского В.Е.,  
Общество с ограниченной ответственностью Издательский центр  
«ВЕНТАНА-ГРАФ»; Акционерное общество «Издательство «Просвещение»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия

Геометрия 10 класс Углублённый уровень Методические рекомендации к  
учебнику А. Г. Мерзляка, Д. А. Номировского, В. Б. Поляков

Буцко, Е. В.

Математика : алгебра и начала математического анализа,

геометрия. Геометрия. Базовый уровень : 10 класс : методическое пособие /

Е. В. Буцко, А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, М. С. Якир. — М. : Вентана-  
Граф

## **ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

1. Министерство образования РФ, - <https://edu.gov.ru>
2. Федеральный портал. Российское образование, - <https://edu.www.edu.ru>
3. ЦОС Моя Школа, - <https://myschool.edu.ru/>
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов, -  
<https://schoolcollection.edu.ru>
5. Медиатека издательства "Просвещение", - <https://media.prosv.ru>

## **Учебный курс «Вероятность и статистика»**

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Учебный курс «Вероятность и статистика» углублённого уровня является продолжением и развитием одноименного учебного курса углублённого уровня на уровне среднего общего образования. Учебный курс предназначен для формирования у обучающихся статистической культуры и понимания роли теории вероятностей как математического инструмента для изучения случайных событий, величин и процессов. При изучении курса обогащаются представления обучающихся о методах исследования изменчивого мира, развивается понимание значимости и общности математических методов познания как неотъемлемой части современного естественно-научного мировоззрения.

Содержание учебного курса направлено на закрепление знаний, полученных при изучении курса на уровне основного общего образования, и на развитие представлений о случайных величинах и взаимосвязях между ними на важных примерах, сюжеты которых почерпнуты из окружающего мира. В результате у обучающихся должно сформироваться представление о наиболее употребительных и общих математических моделях, используемых для описания антропометрических и демографических величин, погрешностей в различных рода измерениях, длительности безотказной работы технических устройств, характеристик массовых явлений и процессов в обществе. Учебный курс является базой для освоения вероятностно-статистических методов, необходимых специалистам не только инженерных специальностей, но также социальных и психологических, поскольку современные общественные науки в значительной мере используют аппарат анализа больших данных. Центральную часть учебного курса занимает обсуждение закона больших чисел – фундаментального закона природы, имеющего математическую формализацию.

В соответствии с указанными целями в структуре учебного курса «Вероятность и статистика» на углублённом уровне выделены основные содержательные линии: «Случайные события и вероятности» и «Случайные величины и закон больших чисел».

Помимо основных линий в учебный курс включены элементы теории графов и теории множеств, необходимые для полноценного освоения материала данного учебного курса и смежных математических учебных курсов.

Содержание линии «Случайные события и вероятности» служит основой для формирования представлений о распределении вероятностей

между значениями случайных величин. Важную часть в этой содержательной линии занимает изучение геометрического и биномиального распределений и знакомство с их непрерывными аналогами – показательным и нормальным распределениями.

Темы, связанные с непрерывными случайными величинами и распределениями, акцентируют внимание обучающихся на описании и изучении случайных явлений с помощью непрерывных функций. Основное внимание уделяется показательному и нормальному распределениям.

В учебном курсе предусматривается ознакомительное изучение связи между случайными величинами и описание этой связи с помощью коэффициента корреляции и его выборочного аналога. Эти элементы содержания развивают тему «Диаграммы рассеивания», изученную на уровне основного общего образования, и во многом опираются на сведения из курсов алгебры и геометрии.

Ещё один элемент содержания, который предлагается на ознакомительном уровне – последовательность случайных независимых событий, наступающих в единицу времени. Ознакомление с распределением вероятностей количества таких событий носит развивающий характер и является актуальным для будущих абитуриентов, поступающих на учебные специальности, связанные с общественными науками, психологией и управлением.

На изучение учебного курса «Вероятность и статистика» на углубленном уровне отводится 68 часов: в 10 классе – 34 часа (1 час в неделю), в 11 классе – 34 часа (1 час в неделю).

## **СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ**

### **10 КЛАСС**

Граф, связный граф, пути в графе: циклы и цепи. Степень (валентность) вершины. Графы на плоскости. Деревья.

Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы). Вероятность случайного события. Близость частоты и вероятности событий. Случайные опыты с равновозможными элементарными событиями.

Операции над событиями: пересечение, объединение, противоположные события. Диаграммы Эйлера. Формула сложения вероятностей.

Условная вероятность. Умножение вероятностей. Дерево случайного эксперимента. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Независимые события.

Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха. Перестановки и факториал. Число сочетаний. Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона.

Серия независимых испытаний Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности.

Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения. Операции над случайными величинами. Бинарная случайная величина. Примеры распределений, в том числе геометрическое и биномиальное.

### **11 КЛАСС**

Совместное распределение двух случайных величин. Независимые случайные величины.

Математическое ожидание случайной величины (распределения). Примеры применения математического ожидания (страхование, лотерея). Математическое ожидание бинарной случайной величины. Математическое ожидание суммы случайных величин. Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений.

Дисперсия и стандартное отклонение случайной величины (распределения). Дисперсия бинарной случайной величины. Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин. Дисперсия и стандартное отклонение биномиального распределения. Дисперсия и стандартное отклонение геометрического распределения.

Неравенство Чебышёва. Теорема Чебышёва. Теорема Бернулли. Закон больших чисел. Выборочный метод исследований. Выборочные характеристики. Оценивание вероятности события по выборочным данным. Проверка простейших гипотез с помощью изученных распределений.

Непрерывные случайные величины. Примеры. Функция плотности вероятности распределения. Равномерное распределение и его свойства. Задачи, приводящие к показательному распределению. Задачи, приводящие к нормальному распределению. Функция плотности вероятности показательного распределения, функция плотности вероятности нормального распределения. Функция плотности и свойства нормального распределения.

Последовательность одиночных независимых событий. Задачи, приводящие к распределению Пуассона.

Ковариация двух случайных величин. Коэффициент линейной корреляции. Совместные наблюдения двух величин. Выборочный коэффициент корреляции. Различие между линейной связью и причинно-следственной связью. Линейная регрессия, метод наименьших квадратов.

# **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «ВЕРОЯТНОСТЬ И СТАТИСТИКА» (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ) НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

## **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1) гражданского воспитания:**

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представление о математических основах функционирования различных структур, явлений, процедур гражданского общества (выборы, опросы и другое), умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

### **2) патриотического воспитания:**

сформированность российской гражданской идентичности, уважения к прошлому и настоящему российской математики, ценностное отношение к достижениям российских математиков и российской математической школы, использование этих достижений в других науках, технологиях, сферах экономики;

### **3) духовно-нравственного воспитания:**

осознание духовных ценностей российского народа, сформированность нравственного сознания, этического поведения, связанного с практическим применением достижений науки и деятельностью учёного, осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

### **4) эстетического воспитания:**

эстетическое отношение к миру, включая эстетику математических закономерностей, объектов, задач, решений, рассуждений, восприимчивость к математическим аспектам различных видов искусства;

### **5) физического воспитания:**

сформированность умения применять математические знания в интересах здорового и безопасного образа жизни, ответственное отношение к своему здоровью (здоровое питание, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность), физическое совершенствование при занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;

### **6) трудового воспитания:**

готовность к труду, осознание ценности трудолюбия, интерес к различным сферам профессиональной деятельности, связанным с математикой и её приложениями, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы, готовность и способность к математическому образованию и

самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

**7) экологического воспитания:**

сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем, ориентация на применение математических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирование поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

**8) ценности научного познания:**

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, понимание математической науки как сферы человеческой деятельности, этапов её развития и значимости для развития цивилизации, овладение языком математики и математической культурой как средством познания мира, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

выявлять и характеризовать существенные признаки математических объектов, понятий, отношений между понятиями, формулировать определения понятий, устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;

воспринимать, формулировать и преобразовывать суждения: утвердительные и отрицательные, единичные, частные и общие, условные;

выявлять математические закономерности, взаимосвязи и противоречия в фактах, данных, наблюдениях и утверждениях, предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;

делать выводы с использованием законов логики, дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии;

проводить самостоятельно доказательства математических утверждений (прямые и от противного), выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры, обосновывать собственные суждения и выводы;

выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев).

**Базовые исследовательские действия:**

использовать вопросы как исследовательский инструмент познания, формулировать вопросы, фиксирующие противоречие, проблему, устанавливать искомое и данное, формировать гипотезу, аргументировать свою позицию, мнение;

проводить самостоятельно спланированный эксперимент, исследование по установлению особенностей математического объекта, явления, процесса, выявлению зависимостей между объектами, явлениями, процессами;

самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, исследования, оценивать достоверность полученных результатов, выводов и обобщений;

прогнозировать возможное развитие процесса, а также выдвигать предположения о его развитии в новых условиях.

### **Работа с информацией:**

выявлять дефициты информации, данных, необходимых для ответа на вопрос и для решения задачи;

выбирать информацию из источников различных типов, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

структурировать информацию, представлять её в различных формах, иллюстрировать графически;

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

## **Коммуникативные универсальные учебные действия**

### **Общение:**

воспринимать и формулировать суждения в соответствии с условиями и целями общения, ясно, точно, грамотно выражать свою точку зрения в устных и письменных текстах, давать пояснения по ходу решения задачи, комментировать полученный результат;

в ходе обсуждения задавать вопросы по существу обсуждаемой темы, проблемы, решаемой задачи, высказывать идеи, нацеленные на поиск решения, сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций, в корректной форме формулировать разногласия, свои возражения;

представлять результаты решения задачи, эксперимента, исследования, проекта, самостоятельно выбирать формат выступления с учётом задач презентации и особенностей аудитории.

## **Регулятивные универсальные учебные действия**

### **Самоорганизация:**

составлять план, алгоритм решения задачи, выбирать способ решения с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать и корректировать варианты решений с учётом новой информации.

#### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов, владеть способами самопроверки, самоконтроля процесса и результата решения математической задачи;

предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении задачи, вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, данных, найденных ошибок, выявленных трудностей;

оценивать соответствие результата цели и условиям, объяснять причины достижения или недостижения результатов деятельности, находить ошибку, давать оценку приобретённому опыту.

#### **Совместная деятельность:**

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении учебных задач, принимать цель совместной деятельности, планировать организацию совместной работы, распределять виды работ, договариваться, обсуждать процесс и результат работы, обобщать мнения нескольких людей;

участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнений, «мозговые штурмы» и иные), выполнять свою часть работы и координировать свои действия с другими членами команды, оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, сформулированным участниками взаимодействия.

### **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу **10 класса** обучающийся научится:

свободно оперировать понятиями: граф, плоский граф, связный граф, путь в графе, цепь, цикл, дерево, степень вершины, дерево случайного эксперимента;

свободно оперировать понятиями: случайный эксперимент (опыт), случайное событие, элементарное случайное событие (элементарный исход) случайного опыта, находить вероятности событий в опытах с равновероятными элементарными событиями;

находить и формулировать события: пересечение, объединение данных событий, событие, противоположное данному, использовать диаграммы Эйлера, координатную прямую для решения задач, пользоваться формулой сложения вероятностей для вероятностей двух и трех случайных событий;

оперировать понятиями: условная вероятность, умножение вероятностей, независимые события, дерево случайного эксперимента, находить вероятности событий с помощью правила умножения, дерева случайного опыта, использовать формулу полной вероятности, формулу Байеса при решении задач, определять независимость событий по формуле и по организации случайного эксперимента;

применять изученные комбинаторные формулы для перечисления элементов множеств, элементарных событий случайного опыта, решения задач по теории вероятностей;

свободно оперировать понятиями: бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача, независимые испытания, серия испытаний, находить вероятности событий: в серии испытаний до первого успеха, в серии испытаний Бернулли, в опыте, связанном со случайным выбором из конечной совокупности;

свободно оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, диаграмма распределения, бинарная случайная величина, геометрическое, биномиальное распределение.

К концу **11 класса** обучающийся научится:

оперировать понятиями: совместное распределение двух случайных величин, использовать таблицу совместного распределения двух случайных величин для выделения распределения каждой величины, определения независимости случайных величин;

свободно оперировать понятием математического ожидания случайной величины (распределения), применять свойства математического ожидания при решении задач, вычислять математическое ожидание биномиального и геометрического распределений;

свободно оперировать понятиями: дисперсия, стандартное отклонение случайной величины, применять свойства дисперсии случайной величины (распределения) при решении задач, вычислять дисперсию и стандартное отклонение геометрического и биномиального распределений;

вычислять выборочные характеристики по данной выборке и оценивать характеристики генеральной совокупности данных по выборочным характеристикам. Оценивать вероятности событий и проверять простейшие статистические гипотезы, пользуясь изученными распределениями.

# ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## 10 КЛАСС

| № п/п                               | Наименование разделов и тем программы                                                                              | Количество часов |                    |                     | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                                    | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |                                                                                     |
| 1                                   | Элементы теории графов                                                                                             | 3                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.e du.ru/">https://myschool.e du.ru/</a> |
| 2                                   | Случайные опыты, случайные события и вероятности событий                                                           | 3                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.e du.ru/">https://myschool.e du.ru/</a> |
| 3                                   | Операции над множествами и событиями. Сложение и умножение вероятностей. Условная вероятность. Независимые события | 5                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.e du.ru/">https://myschool.e du.ru/</a> |
| 4                                   | Элементы комбинаторики                                                                                             | 4                | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.e du.ru/">https://myschool.e du.ru/</a> |
| 5                                   | Серии последовательных испытаний. Испытания Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности                     | 5                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.e du.ru/">https://myschool.e du.ru/</a> |
| 6                                   | Случайные величины и распределения                                                                                 | 14               | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.e du.ru/">https://myschool.e du.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                                                    | 34               | 2                  | 0                   |                                                                                     |

## 11 КЛАСС

| № п/п                               | Наименование разделов и тем программы                                                    | Количество часов |                    |                     | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                          | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |                                                                                   |
| 1                                   | Закон больших чисел                                                                      | 5                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2                                   | Элементы математической статистики                                                       | 6                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3                                   | Непрерывные случайные величины (распределения), показательное и нормальное распределения | 4                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4                                   | Распределение Пуассона                                                                   | 2                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5                                   | Связь между случайными величинами                                                        | 6                |                    |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6                                   | Обобщение и систематизация знаний                                                        | 11               | 1                  |                     | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                          | 34               | 1                  | 0                   |                                                                                   |

## ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 10 КЛАСС

| № п/п | Тема урока                                                                                             | Количество часов |                    |                     | Дата изучения | Электронные цифровые образовательные ресурсы                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                        | Всего            | Контрольные работы | Практические работы |               |                                                                                   |
| 1     | Граф, связный граф, представление задачи с помощью графа                                               | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2     | Степень (валентность) вершины. Путь в графе. Цепи и циклы                                              | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3     | Графы на плоскости. Дерево случайного эксперимента                                                     | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4     | Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы)                      | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5     | Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах с равновероятными элементарными событиями | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6     | Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах с равновероятными элементарными событиями | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7     | Пересечение, объединение множеств и событий, противоположные события.                                  | 1                |                    |                     |               | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                     |   |   |  |  |                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | Формула сложения вероятностей                                                                                       |   |   |  |  | <a href="https://myschool.edu.ru/">du.ru/</a>                                     |
| 8  | Условная вероятность. Умножение вероятностей. Формула условной вероятности                                          | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 9  | Условная вероятность. Умножение вероятностей. Формула условной вероятности                                          | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 10 | Формула полной вероятности                                                                                          | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 11 | Формула Байеса. Независимые события                                                                                 | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 12 | Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал                                                           | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 13 | Число сочетаний. Треугольник Паскаля                                                                                | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 14 | Формула бинома Ньютона                                                                                              | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 15 | Контрольная работа №1: "Графы, вероятности, множества, комбинаторика"                                               | 1 | 1 |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 16 | Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого | 1 |   |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                                        |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | успеха                                                                                                                 |   |  |  |  |                                                                                   |
| 17 | Серия независимых испытаний до первого успеха                                                                          | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 18 | Серия независимых испытаний Бернулли                                                                                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 19 | Случайный выбор из конечной совокупности                                                                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 20 | Практическая работа с использованием электронных таблиц                                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 21 | Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения                                                | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 22 | Операции над случайными величинами. Примеры распределений. Бинарная случайная величина                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 23 | Геометрическое распределение. Биномиальное распределение                                                               | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 24 | Математическое ожидание случайной величины. Совместное распределение двух случайных величин                            | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 25 | Независимые случайные величины. Свойства математического ожидания. Математическое ожидание бинарной случайной величины | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                                                                                |    |   |   |  |                                                                                   |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 26                                  | Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений                          | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 27                                  | Дисперсия и стандартное отклонение                                                             | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 28                                  | Дисперсия бинарной случайной величины. Свойства дисперсии                                      | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 29                                  | Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин           | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 30                                  | Практическая работа с использованием электронных таблиц                                        | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 31                                  | Дисперсия биномиального распределения. Практическая работа с использованием электронных таблиц | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 32                                  | Обобщение и систематизация знаний                                                              | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 33                                  | Контрольная работа №2: "Испытания Бернулли. Случайные величины и распределения"                | 1  | 1 |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 34                                  | Обобщение и систематизация знаний                                                              | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                                | 34 | 2 | 0 |  |                                                                                   |

## 11 КЛАСС

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                                                       | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы                             |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                  | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                                                   |
| 1        | Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 2        | Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 3        | Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 4        | Выборочный метод исследований                                                                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 5        | Практическая работа с использованием электронных таблиц                                                                                                                          | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 6        | Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 7        | Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными характеристиками. Оценка среднего и                                                                       | 1                |                       |                        |                  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                                                      |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик                                |   |  |  |  |                                                                                   |
| 8  | Оценивание вероятностей событий по выборке                                                           | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 9  | Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 10 | Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений       | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 11 | Практическая работа с использованием электронных таблиц                                              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 12 | Примеры непрерывных случайных величин. Функция плотности вероятности                                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 13 | Равномерное распределение. Примеры задач, приводящих к показательному и к нормальному распределениям | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 14 | Функция плотности вероятности показательного распределения                                           | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 15 | Функция плотности вероятности нормального распределения                                              | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 16 | Последовательность одиночных независимых событий. Пример задачи, приводящей к распределению Пуассона | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|    |                                                                           |   |  |  |  |                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------|---|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Практическая работа с использованием электронных таблиц                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 18 | Ковариация двух случайных величин. Коэффициент корреляции                 | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 19 | Совместные наблюдения двух величин                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 20 | Выборочный коэффициент корреляции                                         | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 21 | Различие между линейной связью и причинно-следственной связью             | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 22 | Линейная регрессия                                                        | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 23 | Практическая работа с использованием электронных таблиц                   | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 24 | Представление данных с помощью таблиц и диаграмм, описательная статистика | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 25 | Опыты с равновозможными элементарными событиями                           | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 26 | Вычисление вероятностей событий с применением формул                      | 1 |  |  |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |

|                                     |                                                                                                                  |    |   |   |  |                                                                                   |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 27                                  | Вычисление вероятностей событий с применением графических методов: координатная прямая, дерево, диаграмма Эйлера | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 28                                  | Случайные величины и распределения                                                                               | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 29                                  | Математическое ожидание случайной величины                                                                       | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 30                                  | Математическое ожидание случайной величины                                                                       | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 31                                  | Контрольная работа: "Вероятность и статистика"                                                                   | 1  | 1 |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 32                                  | Вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов                                       | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 33                                  | Вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов                                       | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| 34                                  | Случайные величины и распределения. Математическое ожидание случайной величины                                   | 1  |   |   |  | Библиотека ЦОС<br><a href="https://myschool.edu.ru/">https://myschool.edu.ru/</a> |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                                                  | 34 | 1 | 0 |  |                                                                                   |

# **ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

## **10 КЛАСС**

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                           | Теория вероятностей и статистика                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6.1                         | Читать и строить таблицы и диаграммы                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6.2                         | Оперировать понятиями: среднее арифметическое, медиана, наибольшее, наименьшее значение, размах массива числовых данных                                                                                                                                                                  |
| 6.3                         | Оперировать понятиями: случайный эксперимент (опыт) и случайное событие, элементарное событие (элементарный исход) случайного опыта; находить вероятности в опытах с равновероятными случайными событиями, находить и сравнивать вероятности событий в изученных случайных экспериментах |
| 6.4                         | Находить и формулировать события: пересечение и объединение данных событий, событие, противоположное данному событию; пользоваться диаграммами Эйлера и формулой сложения вероятностей при решении задач                                                                                 |
| 6.5                         | Оперировать понятиями: условная вероятность, независимые события; находить вероятности с помощью правила умножения, с помощью дерева случайного опыта                                                                                                                                    |
| 6.6                         | Применять комбинаторное правило умножения при решении задач                                                                                                                                                                                                                              |
| 6.7                         | Оперировать понятиями: испытание, независимые испытания, серия испытаний, успех и неудача; находить вероятности событий в серии независимых испытаний до первого успеха, находить вероятности событий в серии испытаний Бернулли                                                         |
| 6.8                         | Оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, диаграмма распределения                                                                                                                                                                                           |

## **11 КЛАСС**

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                           | Теория вероятностей и статистика                                                                          |
| 5.1                         | Сравнивать вероятности значений случайной величины по распределению или с помощью диаграмм                |
| 5.2                         | Оперировать понятием математического ожидания, приводить                                                  |

|     |                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>примеры того, как применяется математическое ожидание случайной величины, находить математическое ожидание по данному распределению</p> |
| 5.3 | Иметь представление о законе больших чисел                                                                                                 |
| 5.4 | Иметь представление о нормальном распределении                                                                                             |

## ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

### 10 КЛАСС

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6   | Теория вероятностей и статистика                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6.1 | Представление данных с помощью таблиц и диаграмм. Среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия и стандартное отклонение числовых наборов                                                                                                           |
| 6.2 | Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы). Вероятность случайного события. Близость частоты вероятности событий. Случайные опыты с равновозможными элементарными событиями. Вероятности событий в опытах с равновозможными элементарными событиями |
| 6.3 | Операции над событиями: пересечение, объединение, противоположные события. Диаграммы Эйлера. Формула сложения вероятностей                                                                                                                                                                 |
| 6.4 | Условная вероятность. Умножение вероятностей. Дерево случайного эксперимента. Формула полной вероятности. Независимые события                                                                                                                                                              |
| 6.5 | Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал. Число сочетаний. Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона                                                                                                                                                                    |
| 6.6 | Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха. Серия независимых испытаний Бернулли                                                                                                                           |
| 6.7 | Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения. Примеры распределений, в том числе геометрическое и биномиальное                                                                                                                                                  |

### 11 КЛАСС

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | Теория вероятностей и статистика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5.1 | Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение. Примеры применения математического ожидания, в том числе в задачах из повседневной жизни. Математическое ожидание бинарной случайной величины. Математическое ожидание суммы случайных величин. Математическое ожидание и дисперсия геометрического и биномиального распределений |
| 5.2 | Закон больших чисел и его роль в науке, природе и обществе. Выборочный метод исследований                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5.3 | Примеры непрерывных случайных величин. Понятие о плотности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | распределения. Задачи, приводящие к нормальному распределению. Понятие о нормальном распределении |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

# ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | <p>Владение методами доказательств, алгоритмами решения задач; умение формулировать и оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; применять их; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений; умение оперировать понятиями: множество, подмножество, операции над множествами; умение использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений и при решении задач, в том числе из других учебных предметов; умение оперировать понятиями: граф, связный граф, дерево, цикл, граф на плоскости; умение задавать и описывать графы различными способами; использовать графы при решении задач</p> |
| 2                           | <p>Умение оперировать понятиями: натуральное число, целое число, степень с целым показателем, корень натуральной степени, степень с рациональным показателем, степень с действительным показателем, логарифм числа, синус, косинус и тангенс произвольного числа, остаток по модулю, рациональное число, иррациональное число, множества натуральных, целых, рациональных, действительных чисел; умение использовать признаки делимости, наименьший общий делитель и наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида при решении задач; знакомство с различными позиционными системами счисления; умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений со степенями и логарифмами, преобразования дробно-рациональных выражений; умение оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая</p>                                                                               |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряжённые комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, форма записи комплексных чисел (геометрическая, тригонометрическая и алгебраическая); уметь производить арифметические действия с комплексными числами; приводить примеры использования комплексных чисел; оперировать понятиями: матрица <math>2 \times 2</math> и <math>3 \times 3</math>, определитель матрицы, геометрический смысл определителя</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | <p>Умение оперировать понятиями: рациональные, иррациональные, показательные, степенные, логарифмические, тригонометрические уравнения и неравенства, их системы; умение оперировать понятиями: тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приёмов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4 | <p>Умение оперировать понятиями: функция, чётность функции, периодичность функции, ограниченность функции, монотонность функции, экстремум функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке, непрерывная функция, асимптоты графика функции, первая и вторая производная функции, геометрический и физический смысл производной, первообразная, определённый интеграл; умение находить асимптоты графика функции; умение вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции функций, находить уравнение касательной к графику функции; умение находить производные элементарных функций; умение использовать производную для исследования функций, находить наибольшие и наименьшие значения функций; строить графики многочленов с использованием аппарата математического анализа; применять производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических и физических задачах; находить площади и объёмы фигур с помощью</p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5 | Умение оперировать понятиями: график функции, обратная функция, композиция функций, линейная функция, квадратичная функция, рациональная функция, степенная функция, тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции, показательная и логарифмическая функции; умение строить графики изученных функций, выполнять преобразования графиков функций, использовать графики для изучения процессов и зависимостей, при решении задач из других учебных предметов и задач из реальной жизни; выражать формулами зависимости между величинами; использовать свойства и графики функций для решения уравнений, неравенств и задач с параметрами; изображать на координатной плоскости множества решений уравнений, неравенств и их систем |
| 6 | Умение решать текстовые задачи разных типов (в том числе на проценты, доли и части, на движение, работу, стоимость товаров и услуг, налоги, задачи из области управления личными и семейными финансами); составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов; умение моделировать реальные ситуации на языке математики; составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат                                                                                                                                      |
| 7 | Умение оперировать понятиями: среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия, стандартное отклонение числового набора; умение извлекать, интерпретировать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, отражающую свойства реальных процессов и явлений; представлять информацию с помощью таблиц и диаграмм; исследовать статистические данные, в том числе с применением графических методов и электронных средств; графически исследовать совместные наблюдения с помощью диаграмм рассеивания и линейной регрессии                                                                                                                                                                     |
| 8 | Умение оперировать понятиями: случайный опыт и случайное событие, вероятность случайного события; умение вычислять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>вероятность с использованием графических методов; применять формулы сложения и умножения вероятностей, формулу полной вероятности, формулу Бернулли, комбинаторные факты и формулы; оценивать вероятности реальных событий; умение оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение случайной величины, функции распределения и плотности равномерного, показательного и нормального распределений; умение использовать свойства изученных распределений для решения задач; знакомство с понятиями: закон больших чисел, методы выборочных исследований; умение приводить примеры проявления закона больших чисел в природных и общественных явлениях; умение оперировать понятиями: сочетание, перестановка, число сочетаний, число перестановок; бином Ньютона; умение применять комбинаторные факты и рассуждения для решения задач; оценивать вероятности реальных событий; составлять вероятностную модель и интерпретировать полученный результат</p> |
| 9  | <p>Умение оперировать понятиями: точка, прямая, плоскость, пространство, отрезок, луч, величина угла, плоский угол, двугранный угол, трёхгранный угол, скрещивающиеся прямые, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей, угол между прямыми, угол между прямой и плоскостью, угол между плоскостями, расстояние от точки до плоскости, расстояние между прямыми, расстояние между плоскостями; умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии; умение оценивать размеры объектов окружающего мира; строить математические модели с помощью геометрических понятий и величин, решать связанные с ними практические задачи</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10 | <p>Умение оперировать понятиями: площадь фигуры, объём фигуры, многогранник, правильный многогранник, сечение многогранника, куб, параллелепипед, призма, пирамида, фигура и поверхность вращения, цилиндр, конус, шар, сфера, площадь сферы, площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара, развёртка поверхности, сечения конуса и цилиндра, параллельные оси или основанию, сечение шара, плоскость,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>касающаяся сферы, цилиндра, конуса; умение строить сечение многогранника, изображать многогранники, фигуры и поверхности вращения, их сечения, в том числе с помощью электронных средств; умение применять свойства геометрических фигур, самостоятельно формулировать определения изучаемых фигур, выдвигать гипотезы о свойствах и признаках геометрических фигур, обосновывать или опровергать их; умение проводить классификацию фигур по различным признакам, выполнять необходимые дополнительные построения</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | <p>Умение оперировать понятиями: движение в пространстве, параллельный перенос, симметрия на плоскости и в пространстве, поворот, преобразование подобия, подобные фигуры; умение распознавать равные и подобные фигуры, в том числе в природе, искусстве, архитектуре; использовать геометрические отношения при решении задач; находить геометрические величины (длина, угол, площадь, объём) при решении задач из других учебных предметов и из реальной жизни; умение вычислять геометрические величины (длина, угол, площадь, объём, площадь поверхности), используя изученные формулы и методы, в том числе: площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, площадь сферы; объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара; умение находить отношение объёмов подобных фигур</p> |
| 12 | <p>Умение оперировать понятиями: прямоугольная система координат, вектор, координаты точки, координаты вектора, сумма векторов, произведение вектора на число, разложение вектора по базису, скалярное произведение, векторное произведение, угол между векторами; умение использовать векторный и координатный метод для решения геометрических задач и задач других учебных предметов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13 | <p>Умение выбирать подходящий метод для решения задачи; понимание значимости математики в изучении природных и общественных процессов и явлений; умение распознавать проявление законов математики в искусстве, умение приводить примеры математических открытий российской и мировой математической науки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

| Код  | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Числа и вычисления                                                                                                                                            |
| 1.1  | Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел                                                                                                     |
| 1.2  | Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби                                                                |
| 1.3  | Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени                                                             |
| 1.4  | Степень с целым показателем. Степень с рациональным показателем. Свойства степени                                                                             |
| 1.5  | Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента                                                            |
| 1.6  | Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы                                                                                                            |
| 1.7  | Действительные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений |
| 1.8  | Преобразование выражений                                                                                                                                      |
| 1.9  | Комплексные числа                                                                                                                                             |
| 2    | Уравнения и неравенства                                                                                                                                       |
| 2.1  | Целые и дробно-рациональные уравнения                                                                                                                         |
| 2.2  | Иррациональные уравнения                                                                                                                                      |
| 2.3  | Тригонометрические уравнения                                                                                                                                  |
| 2.4  | Показательные и логарифмические уравнения                                                                                                                     |
| 2.5  | Целые и дробно-рациональные неравенства                                                                                                                       |
| 2.6  | Иррациональные неравенства                                                                                                                                    |
| 2.7  | Показательные и логарифмические неравенства                                                                                                                   |
| 2.8  | Тригонометрические неравенства                                                                                                                                |
| 2.9  | Системы и совокупности уравнений и неравенств                                                                                                                 |
| 2.10 | Уравнения, неравенства и системы с параметрами                                                                                                                |
| 2.11 | Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы                                                                                                      |
| 3    | Функции и графики                                                                                                                                             |

|     |                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 | Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции. Чётные и нечётные функции. Периодические функции                                                                                       |
| 3.2 | Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке |
| 3.3 | Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня $n$ -ой степени                                                                                                 |
| 3.4 | Тригонометрические функции, их свойства и графики                                                                                                                                                                  |
| 3.5 | Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики                                                                                                                                                     |
| 3.6 | Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке                                                                                                                                |
| 3.7 | Последовательности, способы задания последовательностей                                                                                                                                                            |
| 3.8 | Арифметическая и геометрическая прогрессии. Формула сложных процентов                                                                                                                                              |
| 4   | Начала математического анализа                                                                                                                                                                                     |
| 4.1 | Производная функции. Производные элементарных функций                                                                                                                                                              |
| 4.2 | Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке                                                                       |
| 4.3 | Первообразная. Интеграл                                                                                                                                                                                            |
| 5   | Множества и логика                                                                                                                                                                                                 |
| 5.1 | Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна                                                                                                                                                      |
| 5.2 | Логика                                                                                                                                                                                                             |
| 6   | Вероятность и статистика                                                                                                                                                                                           |
| 6.1 | Описательная статистика                                                                                                                                                                                            |
| 6.2 | Вероятность                                                                                                                                                                                                        |
| 6.3 | Комбинаторика                                                                                                                                                                                                      |
| 7   | Геометрия                                                                                                                                                                                                          |
| 7.1 | Фигуры на плоскости                                                                                                                                                                                                |
| 7.2 | Прямые и плоскости в пространстве                                                                                                                                                                                  |
| 7.3 | Многогранники                                                                                                                                                                                                      |
| 7.4 | Тела и поверхности вращения                                                                                                                                                                                        |
| 7.5 | Координаты и векторы                                                                                                                                                                                               |

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА  
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

**ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕСУРСЫ СЕТИ  
ИНТЕРНЕТ**